

## Effetti delle asciutte sulle cenosi macrobentoniche: taxa sensibili, resistenti e resilienti

Rossi Simone\*, Simone Vanessa, Nardi Pietro Angelo, Montagna Silvia

Università degli Studi di Pavia, Dip. di Biologia Animale, Laboratorio di Ecologia delle Acque Interne, Piazza Botta, 9 - 27100 Pavia

\* Autore referente per corrispondenza (e-mail: rossi.simo@tiscalinet.it)

Pervenuto il 12.6.2002; accettato il 19.10.2002

### Riassunto

Il lavoro si propone di analizzare, mediante analisi qualitative e quantitative delle biocenosi macrobentoniche effettuate successivamente a due periodi di asciutta, le relazioni che si instaurano tra gli organismi acquatici al fine di comprendere quali possano essere i taxa sensibili e quali viceversa traggano vantaggio, in termini sia di resistenza che di resilienza, da tale situazione. Obiettivo finale è quello di individuare una lista di organismi tipici dei tratti soggetti ad asciutta che possano fungere da indicatori nei confronti di questa tipologia di alterazione. I risultati del lavoro mettono in luce la resistenza alle asciutte di un numero relativamente elevato di taxa, tra cui Elmidae e Goeridae risultano i più abbondanti dal punto di vista quantitativo. Tra i taxa sensibili si rinviene la famiglia Gammaridae, dominante in termini di densità nei tratti con presenza continua di acqua e, viceversa, assente o rara nei tratti soggetti ad asciutte periodiche. I taxa Chironomidae e *Baetis*, pur relativamente sensibili alle asciutte, traggono vantaggio dalle stesse grazie ad una strategia di ricolonizzazione estremamente rapida, favorita dall'assenza di competitori e/o predatori.

PAROLE CHIAVE: asciutte / macrobenthos / ricolonizzazione

### Abstract

#### Effect of droughts to freshwater invertebrates: sensitive, resistant and resilient taxa

The purpose of this work is to analyse the ecological relationships among freshwater invertebrates after an environmental alteration due to the absence of water. We wish to find which of these organisms are sensitive and which are resistant and/or resilient to this condition. Ultimately, we would create a check list containing taxa typical to these limiting conditions. The obtained results indicate that a lot of taxa are resistant to droughts (Tab. I). In particular, Elmidae and Goeridae (Fig. 3) are abundant. Viceversa, if we consider the sensitive taxa, the most important name is Gammaridae, which has a lot of densities (Tab. II, Fig. 3 and 4) in reaches with presence of water. However it is absent or sporadic in dry reaches. The situation of Chironomidae and *Baetis* is special, because these taxa are sensitive to drought but thanking for their extremely fast recolonization strategy, they take advantage from dry situations.

KEY WORDS: droughts / freshwater invertebrates / recolonization

### INTRODUZIONE

Le alterazioni delle caratteristiche fisiche dei corpi idrici a seguito di eventi "catastrofici" quali piene (ANDERSON, 1992; MATTHAEI *et al.*, 1996; DOLE-OLIVIER *et al.*, 1997; MATTHAEI *et al.*, 1997), incendi (MINSHALL *et al.*, 2001), eruzioni vulcaniche (ANDERSON, 1992) ed asciutte (NECKLES *et al.*, 1990; MACKAY, 1992) si riflettono inevitabilmente sulle biocenosi macrobentoniche. L'esame di tali situazioni, sia istanta-

neo che prolungato nel tempo, può essere molto utile al fine di comprendere le dinamiche di ricolonizzazione (*recovery*) dei tratti soggetti a impatto. I macroinvertebrati acquatici possono ricolonizzare un tratto alterato in diversi modi: *drift*, nuoto attivo, movimenti adiacenti al fondo e deposizione delle uova da parte di adulti alati. Velocità e modalità di ricolonizzazione dipendono dalla motilità degli organismi, dalla tessitura del sub-

strato, dalle disponibilità alimentari nonché da fenomeni di competizione e/o predazione (MACKAY, 1992). Il presente lavoro si propone di comprendere le risposte delle comunità macrobentoniche all'impatto delle asciutte totali. Tale situazione è stata già analizzata mediante ricorso ad indici ecologici (Rossi *et al.*, 2002); tuttavia si è ritenuto necessario approfondire l'analisi focalizzando l'attenzione sui rapporti qualitativi e quantitativi tra le singole unità sistematiche al fine di comprendere se le biocenosi preesistenti scompaiano o, viceversa, vi siano organismi resistenti e/o taxa resilienti capaci di costituire, anche a distanza di mesi, comunità differenti rispetto a quelle di tratti che mantengono sempre acqua all'interno dell'alveo. A tal proposito TOWNSEND (1989) ha postulato che corsi d'acqua con regimi idrici estremamente variabili tendono ad essere dominati da specie a selezione *r* (MACARTHUR e WILSON, 1967).

L'obiettivo finale è quello di individuare associazioni di organismi che potrebbero risultare indicatrici di "mancanza periodica d'acqua". Ciò agevolerebbe, ad esempio, la comprensione delle cause di alterazione di alcuni corpi idrici, anche senza sapere a priori se il tratto in esame possa essere stato o meno soggetto ad asciutte o a forti riduzioni dell'alveo bagnato, dovute a siccità oppure a pratiche di ritenzione e/o captazione idrica.

## MATERIALI E METODI

### Inquadramento territoriale

La ricerca è stata condotta sulla Roggia Roggione (rif. B6a4-Trezzano Sul Naviglio CTR Lombardia), che scorre in Provincia di Milano e che fa parte del gruppo di corpi idrici connesso al sistema dei Navigli Milanesi. La Roggia Roggione riceve le acque del Naviglio Grande in Comune di Gaggiano ed è soggetta a due asciutte complete, una autunnale e una verso la fine del periodo invernale, rispettivamente della durata di due mesi e un mese circa. Il tratto di corso monitorato è quello che scorre in prossimità del Lago Boscaccio in località Bonirola di Gaggiano (Fig. 1). Sono presenti nell'area in esame tre differenti situazioni cui corrispondono altrettante stazioni (Fig. 2). La stazione più a monte, denominata MON, durante i periodi di ritenzione idrica non presenta acqua all'interno dell'alveo. Il disalveo del tratto comprendente la stazione, durante il periodo di asciutta febbraio-marzo 2000, ha imposto la successiva suddivisione dell'area MON nelle stazioni MONa, non intaccata dalle attività di escavazione e MONb.

La stazione a valle, chiamata VAL, pur mantenendo portate prossime allo zero presenta sempre volumi di acqua all'interno dell'alveo grazie probabilmente a fe-

nomeni di infiltrazione di acqua dal Lago Boscaccio.

Nel tratto compreso tra le stazioni MON e VAL è presente un salto artificiale che costituisce un ostacolo invalicabile per la risalita controcorrente dei macroinvertebrati acquatici. La stazione individuata a valle del salto (MED) comprende un tratto che, pur asciutto nei periodi di ritenzione idrica, non presenta ostacoli alla risalita degli organismi acquatici per cui potrebbe essere soggetto a fenomeni di ricolonizzazione controcorrente durante i periodi di rilascio.

Corso idrico di riferimento per gli aspetti ecologici è la Roggia Rabica che presenta una situazione idroqualitativa relativamente simile a quella della Roggia Roggione senza i problemi connessi alle fluttuazioni di portata. Il punto di campionamento (RAB) prescelto sulla Rabica è quello posto in prossimità della Cascina Lasso in Comune di Morimondo (Rif. A7e1-Motta Visconti Nord CTR Lombardia).

### Metodiche utilizzate

Le attività di campionamento sono state eseguite mediante retino immanicato (indagini qualitative) e campionatore di Surber con superficie campionabile pari a 0,1 m<sup>2</sup> (indagini quantitative). Per i dettagli relativi alle tecniche di campionamento si rimanda a Ghetti (1997) per le indagini qualitative e a Rossi *et al.* (2002) per quelle quantitative.

Il periodo di lavoro va dal 12 novembre 1999 (restituzione tardo autunnale dell'acqua alla Roggia Roggione) al 19 settembre 2000. Nel periodo seguente la

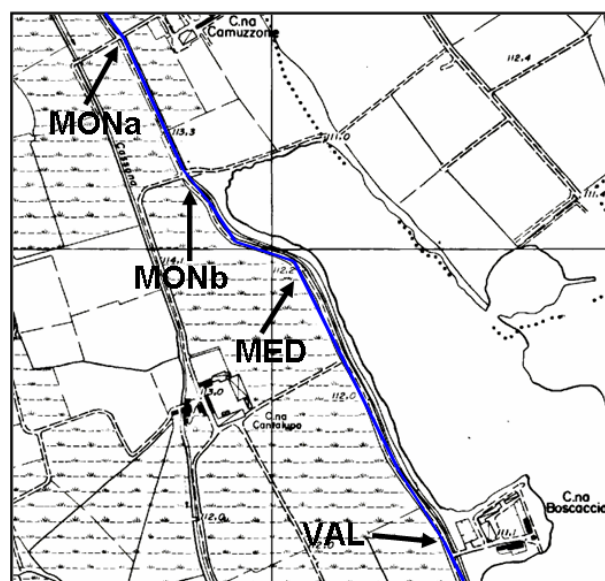
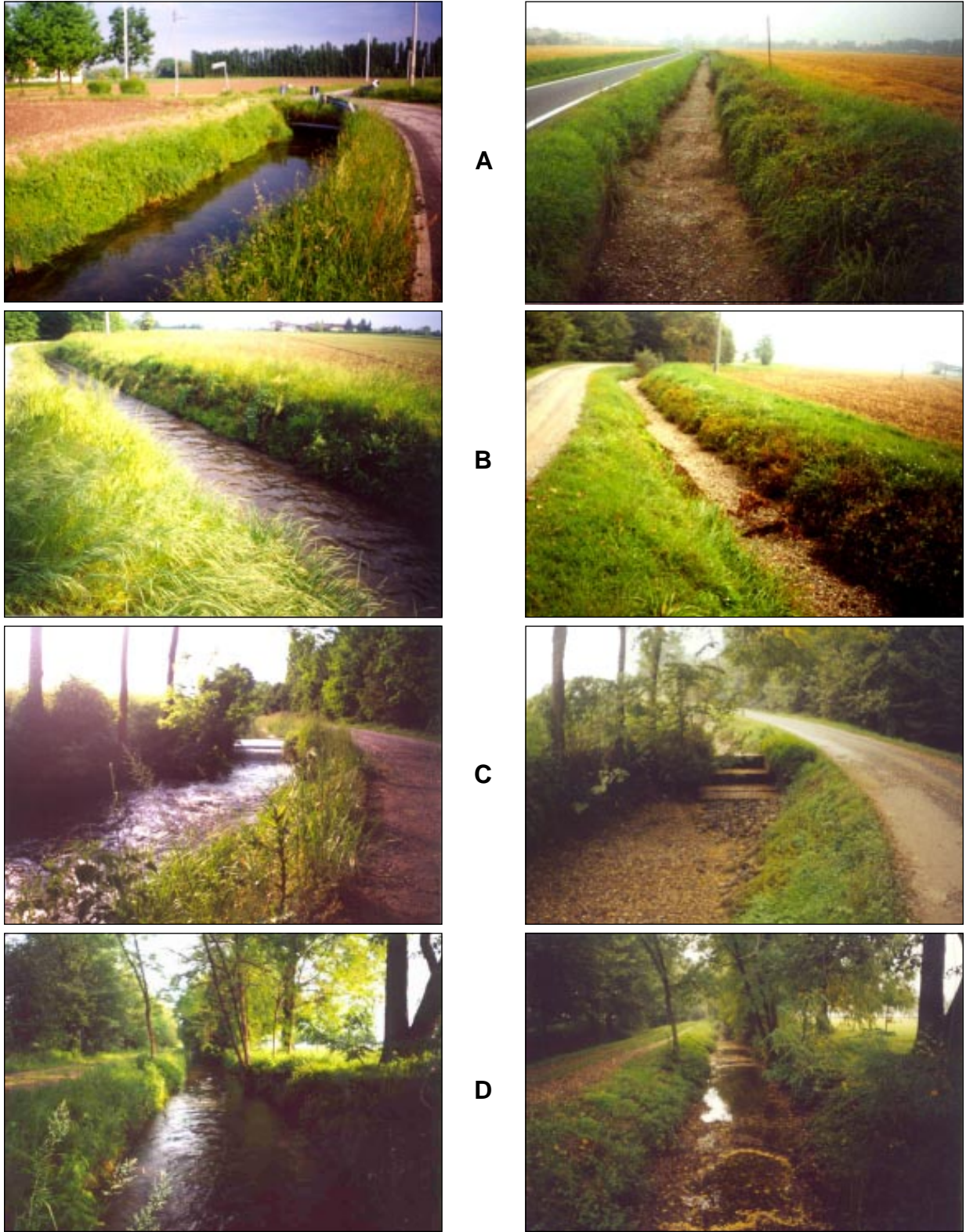


Fig. 1. Localizzazione delle stazioni di monitoraggio sulla Roggia Roggione.



**Fig. 2.** Condizioni idriche delle stazioni della Roggia Roggione nei rispettivi periodi di rilascio (a sinistra) e di ritenzione (a destra). A = staz. MONa; B = staz. MONb; C = staz. MED; D = staz. VAL.

prima asciutta (durata da metà settembre a metà novembre '99) i campionamenti si sono susseguiti con cadenza trisettimanale. Dopo la seconda asciutta (durata da fine febbraio a fine marzo 2000) i rilevamenti sono stati effettuati ogni sei settimane circa. Nell'elaborazione dei dati, al fine di mettere in luce particolari contenuti informativi relativi all'evoluzione nel tempo delle biocenosi macrobentoniche, sono state utilizzate tecniche di statistica descrittiva, che hanno previsto l'utilizzo della mediana come parametro principale in quanto i dati quantitativi relativi ai macroinvertebrati non seguono in genere distribuzioni normali di frequenza anche dopo trasformazioni logaritmiche (POTVIN e ROFF, 1993). Inoltre si è fatto ricorso alla analisi di raggruppamento non gerarchica con il metodo delle *k* medie (FABBRIS, 1997) applicata ai dati non standardizzati contenuti in due matrici di presenza. Per la costruzione delle matrici è stato sommato per taxon, per periodo (novembre '99-febbraio '00 e marzo '00-settembre '00) e per stazione, il numero di campionamenti in cui è risultata certa la presenza di organismi appartenenti ad ogni gruppo sistematico in esame.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Comunità presenti al momento del rilascio idrico (Tab. I: taxa resistenti e sensibili)

Nella tabella I è riportato un elenco inerente la presunta resistenza o sensibilità di alcune unità sistematiche nei confronti della mancanza d'acqua, stilato facendo riferimento ai dati raccolti durante i monitoraggi (12/11/99 e 25/03/00) contemporanei al primo rilascio dell'acqua dopo i periodi secchi. Per contemporaneità del monitoraggio si intende il campionamento nelle ore immediatamente successive all'apertura delle chiuse che regolano il flusso della Roggia Roggione. Gli organismi considerati resistenti sono in genere quelli rinvenuti in almeno una delle stazioni asciutte (MON, MONa, MONb, MED) in entrambi i campionamenti (12/11/99 e 25/03/00). Quelli considerati sensibili risultano presenti in entrambe le occasioni (eccezionalmente in una sola) esclusivamente nella stazione VAL. Da un'attenta interpretazione della tabella I emerge che gli organismi resistenti alle asciutte possiedono alcune peculiari caratteristiche:

- la famiglia Goeridae ha un foderò trasportabile appiattito, di grani di sabbia tenacemente saldati tra loro con pietruzze di ZAVORRA (CAMPALIOI *et al.*, 1999) che potrebbe trattenere acqua o comunque mantenere umida la zona adiacente l'animale;
- i gasteropodi, sia polmonati e quindi in grado di respirare ossigeno atmosferico (Physidae e Lymnaeidae) che prosobranchi (Bythiniidae), si comportano probabilmente in maniera analoga a Goeridae. La

capacità dei molluschi di conservare acqua all'interno della conchiglia come strategia contro l'essiccamento è confermata da GIROD *et al.* (1980) e da CAMPALIOI *et al.* (1994);

- la famiglia Tipulidae ha una piastra stigmatica in grado di assumere ossigeno atmosferico mediante sifoni respiratori (CAMPALIOI *et al.*, 1999). La strategia contro la perdita d'acqua operata da questi organismi è probabilmente quella di infossarsi nel

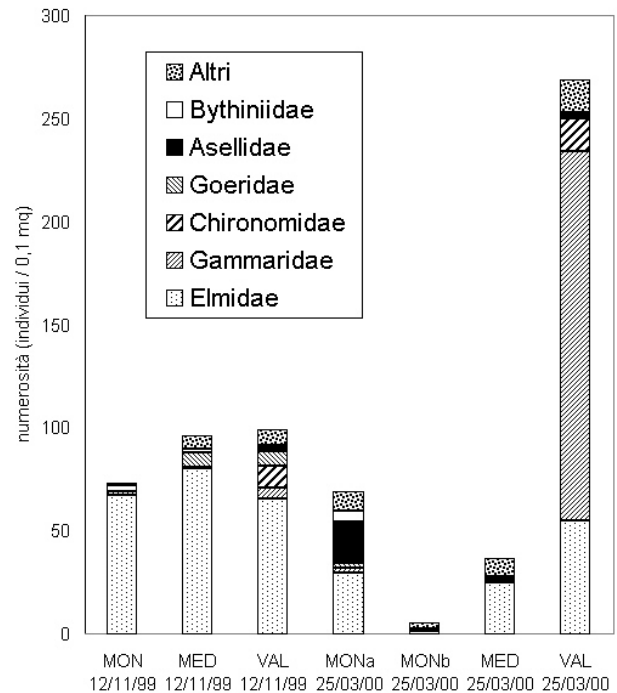
**Tab. I.** Taxa resistenti (in grado di sopravvivere alle asciutte), resilienti (favoriti, nel medio periodo, dalle asciutte) e sensibili (incapaci di sopravvivere e svantaggiati dalle asciutte).

○: risultati dell'analisi al rilascio dell'acqua, immediatamente dopo un periodo di asciutta. ●: risultati dell'analisi dei cluster applicata alle matrici di presenza nei periodi con flusso idrico (novembre '99-febbraio '00 e marzo '00-settembre '00).

Taxa	Resistenti	Resilienti	Sensibili
<i>Baetis</i>		●	
<i>Ephemera</i>			○
Goeridae	○	●	
Hydropsychidae			●
Lepidostomatidae			○●
Elmidae	○	●	
Dryopidae	○		
Dytiscidae	○		
Halipidae	○		
<i>Onychogomphus</i>			○●
Ceratopogonidae			●
Chironomidae		●	○
Tabanidae	○	●	
Tipulidae	○	●	
Naucoridae			○●
Asellidae	○	●	
Gammaridae			○●
Bythiniidae	○	●	
Lymnaeidae	○	●	
Physidae	○	●	
<i>Dugesia</i>	○		
<i>Haemopsis</i>	○		
Lumbricidae	○	●	
Lumbriculidae	○	●	

- substrato sabbioso;
- la famiglia Tabanidae, le cui larve sono semiacquatiche e possono vivere nei terreni umidi prossimi alle rive (CAMPALIOI *et al.*, 1999), sembra comportarsi in maniera del tutto simile a Tipulidae;
  - *Haemopsis* è un genere di irudinei capace di sopravvivere a lungo in terra umida, in cui si porta non di rado. L'accoppiamento fra esemplari appartenenti a questo genere avviene per lo più fuori dall'acqua e la deposizione delle uova è effettuata in ambiente terrestre (MINELLI, 1977);
  - gli oligocheti, in particolare la famiglia Lumbricidae, hanno abitudini fossorie e molti generi appartenenti al gruppo sono terrestri (SANSONI, 1988);
  - il genere *Dugesia* sembra sfruttare le caratteristiche del proprio corpo, appiattito, per rifugiarsi nel subalveo;
  - la famiglia degli Elmidae è indicata come prettamente acquatica, raramente a vita anfibia (RUFFO e SIMONETTO in CAMPALIOI *et al.*, 1999) o incapace di vivere fuori dall'acqua (OLMI, 1978). I risultati del presente lavoro non confermano tali citazioni, poiché risulta molto evidente la resistenza di questo taxon nei confronti delle asciutte, testimoniata dal rinvenimento di un cospicuo numero di esemplari allo stato larvale in tratti privi d'acqua. La chiave della resistenza di questi coleotteri nei confronti delle asciutte potrebbe essere la struttura del tegumento larvale, che si presenta complesso e costituito da setole, spine, peli e rigonfiamenti mammellonari, con un opercolo che ricopre gli stiletti anali, nei pressi delle tracheobranchie rettili. Particolare interessante dell'autoecologia degli Elmidae è la fase di impupamento, che sembra avvenire nel bagnasciuga (OLMI, 1978). SANSONI (1988) afferma che le pupe sono con poche eccezioni terrestri, per lo più ripicole;
  - i coleotteri appartenenti alle famiglie Dryopidae, Dytiscidae e Haliplidae, presenti nel campionamento primaverile in alcune stazioni asciutte, sono organismi che, almeno nella forma adulta, sono in grado di respirare ossigeno atmosferico e di spostarsi in volo da biotopi con condizioni ambientali sfavorevoli (OLMI, 1978; RUFFO e SIMONETTO in CAMPALIOI *et al.*, 1999);
  - la famiglia Asellidae nel monitoraggio contemporaneo al secondo rilascio idrico è presente anche nei tratti asciutti con un discreto numero di esemplari. SANSONI (comun. pers.) afferma a proposito che per questi crostacei è possibile dimostrare una forte capacità d'adattamento a situazioni di asciutta. Sono, infatti, organismi che frequentano spesso ambienti astatici e quindi di provata resistenza all'estivazione.

Gli organismi sensibili, viceversa, non sono infossatori (eccetto *Onychogomphus*) e non hanno strutture



**Fig. 3.** Organismi presenti nelle stazioni della Roggia Roggione al momento del rilascio dell'acqua. I valori riportati corrispondono alla media dei 3 sottocampioni raccolti su substrato dominante e sono espressi come numero di individui per 0,1 m<sup>2</sup>.

minerali di protezione. Tra di essi la famiglia Lepidostomatidae presenta foderi che è in gran parte vegetale e che probabilmente non funge da adeguata struttura contro la perdita d'acqua, mentre la presunta sensibilità del genere *Ephemerella* è ipotizzabile dalla considerazione che, pur non essendo stati rinvenuti in data 12/11/99 esemplari in nessun tratto, il gruppo compare nel corso del mese di gennaio 2000 e permane dopo l'asciutta di febbraio-marzo 2000 solo nella stazione VAL.

È opportuno rilevare a questo punto che per gli organismi considerati come resistenti è da escludere il fenomeno del *drift*, poiché è improbabile che la ricolonizzazione dei substrati avvenga in poche ore. Inoltre, ROSSI e LUCHELLI (dati non pubblicati), nell'ottobre 2001, dopo circa tre settimane dall'inizio di un periodo asciutto, hanno constatato il rinvenimento di esemplari vivi appartenenti ai gruppi Goeridae, Elmidae, Lumbricidae e Lumbriculidae in un piccolo campione di ghiaia raccolto negli strati superficiali del substrato e posto successivamente in acqua.

Un'altra considerazione va fatta sulla persistenza di microhabitat umidi che, durante secche di durata non eccessiva (che eliminano comunque la quasi totalità degli organismi) non permettono la completa eradicazione

zione di una unità tassonomica sensibile alle asciutte. È probabilmente riconducibile a questo fenomeno il rinvenimento occasionale, al momento del rilascio idrico primaverile, di Naucoridae e Gammaridae, che le indagini quantitative condotte lungo tutto il periodo di lavoro hanno dato come estremamente intolleranti nei confronti della mancanza d'acqua. Rossi (oss. pers., dicembre 2001), a proposito, segnala il ritrovamento sul Fiume Adda di esemplari vivi appartenenti ai taxa *Baetis*, *Hydropsychidae* e *Gammaridae* in alveo asciutto, dimostrando la loro capacità di resistere, almeno per brevi periodi, in ambiente umido.

Dal punto di vista quantitativo (Fig. 3) è possibile osservare come, al momento del rilascio dell'acqua, i tratti asciutti siano dominati numericamente dagli Elmidae cui si affiancano con minori densità Goeridae e Bythiniidae. Viceversa in VAL (non interessata da asciutte totali) si osserva anche la presenza, con carattere dominante nel mese di marzo, di Gammaridae, nonché di Chironomidae.

#### Evoluzione qualitativa delle biocenosi

##### (Tab. I: taxa resilienti e sensibili)

L'analisi dei cluster con il metodo delle k medie (k pari a 3) applicata alle matrici di presenza ha messo in luce, per il periodo novembre '99-febbraio '00, i se-

guenti raggruppamenti:

- **taxa resilienti:** Goeridae, Elmidae, Chironomidae, Tabanidae, Tipulidae, Asellidae, Bythiniidae, Lymnaeidae, Lumbricidae, Lumbriculidae;
- **taxa saltuariamente presenti:** *Baetis*, *Ephemerella*, Dryopidae, Haliplidae, Empididae, Simuliidae, Physidae, *Dugesia*, *Haemopsis*;
- **taxa sensibili alle asciutte:** Hydropsychidae, Lepidostomatidae, *Onychogomphus*, Naucoridae, Gammaridae.

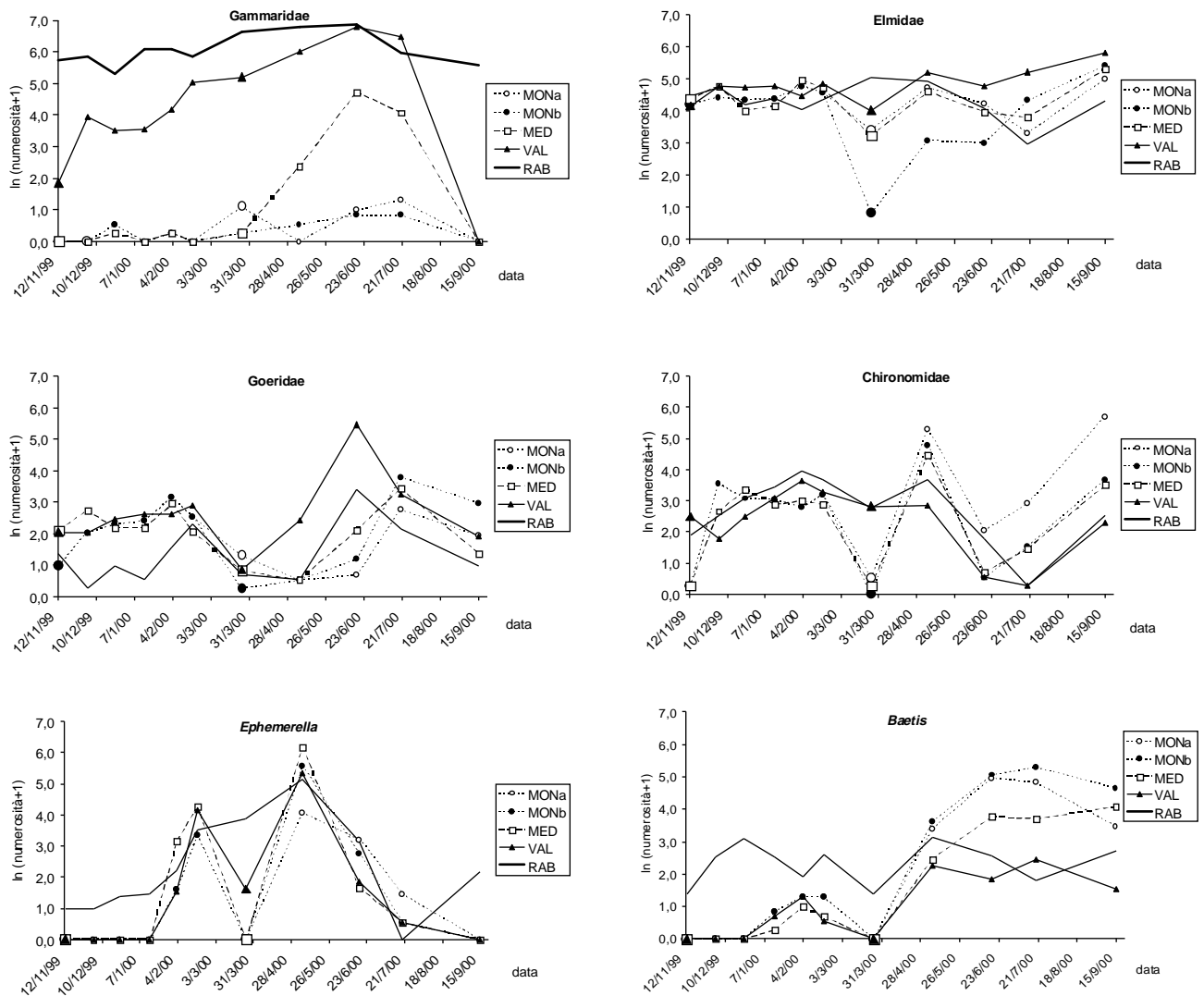
Tra i taxa resilienti si osservano sia organismi che sopravvivono alle asciutte (resistenti) sia gruppi pionieri quali Chironomidae che, pur assenti nelle stazioni "asciutte" durante il campionamento contemporaneo al rilascio dell'acqua, non mancano mai nei prelievi successivi. Tra i taxa saltuariamente presenti si rinven- gono sia generi come *Baetis* ed *Ephemerella* che compaiono a gennaio, sia altri gruppi sistematici rileva- ti in maniera saltuaria. Tra i taxa sensibili si osservano gruppi intolleranti verso le asciutte totali e che risultano quindi presenti quasi esclusivamente nella stazione VAL.

L'applicazione dell'analisi al periodo marzo '00- settembre '00 rileva una situazione analoga:

- **taxa resilienti:** Goeridae, *Baetis*, Elmidae, Chironomidae, Bythiniidae, Lymnaeidae, Physidae, Lumbricidae, Lumbriculidae;

**Tab. II.** Comunità tipiche della Roggia Roggione. I valori riportati corrispondono alle mediane (n° individui per 0,1 m<sup>2</sup>) per taxon relative ai periodi novembre 1999-febbraio 2000 e marzo-settembre 2000.

taxa	novembre 1999-febbraio 2000			marzo 2000-settembre 2000			
	MON	MED	VAL	MONa	MONb	MED	VAL
<i>Baetis</i>	0,7	0,2	0,4	31,3	104,3	39,7	5,3
<i>Caenis</i>	0,0	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,3
<i>Ephemerella</i>	0,0	0,0	0,0	3,3	0,7	0,7	4,0
Goeridae	9,7	8,0	11,7	2,7	2,3	3,0	10,3
Hydropsychidae	0,2	0,0	1,2	3,0	1,3	2,3	1,7
Lepidostomatidae	0,2	0,9	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Dryopidae	0,2	0,0	0,0	1,0	0,3	0,3	0,0
Elmidae	83,0	96,2	116,0	68,3	21,3	52,0	183,7
<i>Onychogomphus</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3
Ceratopogonidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7
Chironomidae	20,0	16,7	15,9	17,7	3,7	3,3	9,0
Simuliidae	1,0	0,0	0,5	0,3	1,0	0,7	0,3
Tabanidae	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0
Tipulidae	0,0	2,8	0,5	0,0	0,0	0,3	0,0
Naucoridae	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,7	4,0
Asellidae	0,7	0,9	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0
Gammaridae	0,0	0,0	41,5	1,7	0,7	9,7	399,7
Bythiniidae	2,0	1,5	0,0	1,7	0,3	3,0	0,0
Lymnaeidae	1,0	2,0	1,0	2,0	0,3	5,0	0,3
Physidae	0,2	0,7	0,0	1,0	0,0	0,3	0,0
Planorbidae	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Dugesia</i>	0,2	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0



**Fig. 4.** Distribuzioni di frequenza delle unità sistematiche principali nel periodo di monitoraggio. I valori di numerosità sono riportati in scala logaritmica. I risultati contemporanei al rilascio idrico (12/11/99 e 25/03/00) sono indicati, per le stazioni MONa, MONb, MED e VAL, con un marcatore di maggiori dimensioni.

- **taxa saltuariamente presenti:** Hydropsychidae, *Caenis*, *Ephemerella*, Dryopidae, Dytiscidae, Halipilidae, Simuliidae, Tabanidae, Tipulidae, Asellidae, Planorbidae, *Dugesia*;
- **taxa sensibili alle asciutte:** Lepidostomatidae, *Onychogomphus*, Ceratopogonidae, Naucoridae, Gammaridae.

Si noti come *Baetis* sia entrato a far parte dei taxa resilienti. Nonostante tali efemerotteri manchino dal corso d'acqua al momento del rilascio primaverile dell'acqua, grazie alla strategia di ricolonizzazione adottata (*r*), essi riescono in seguito a diffondersi ovunque.

### Evoluzione quantitativa delle biocenosi

Nella tabella II è possibile osservare le biocenosi tipiche di ogni tratto campionato nei periodi novembre '99-febbraio '00 e marzo '00-settembre '00, con le relative numerosità. I valori di numerosità sono pari alle mediane di ogni periodo. Si noti come nel periodo freddo le comunità dei tratti MON e MED siano molto semplificate, con Elmidae dominante e Chironomidae, Goeridae, Bythiniidae e Lymnaeidae presenti. Viceversa nel tratto a valle si osserva, oltre all'assenza o alla sporadica presenza di gasteropodi, anche l'abbondanza di Gammaridae nonché un sufficiente numero di Lepidostomatidae, Naucoridae e Hydropsychidae. Nel

periodo primaverile ed estivo la situazione ecosistemica dei tratti asciutti, non dissimile dalla precedente, si fa leggermente più varia a seguito della presenza di *Baetis*, *Ephemerella* e *Hydropsychidae*. Da notare che le comunità di MONb, pur azzerate a seguito del disalveo, risultano alla fine del periodo estivo analoghe a quelle di MONa. La presenza di *Gammaridae* nella stazione MED è dovuta alla ricolonizzazione contro corrente dal tratto VAL. Quest'ultimo è caratterizzato, oltre che dagli organismi di cui sopra, da *Naucoridae*. I *Gammaridae* in particolare caratterizzano il tratto VAL con esplosioni demografiche rilevanti. Tale crescita, in misura meno accentuata, si riscontra negli *Elmidae*.

### Analisi delle unità sistematiche principali

L'andamento delle popolazioni delle unità sistematiche che caratterizzano la comunità macrobentonica della Roggia Roggione è illustrato in figura 4. Per confronto sono indicate nei grafici anche le popolazioni rilevate sulla Roggia Rabica (stazione di riferimento).

Il gruppo di maggior peso informativo è *Gammaridae*, la cui comunità, analizzata da un punto di vista quantitativo, può fornire utili indicazioni sulla presenza di acqua all'interno di un corso. In particolare si nota come tali organismi siano estremamente sensibili nei confronti delle asciutte complete. La particolare dinamica di ricolonizzazione, che sembra avvenire principalmente controcorrente (DAHL e GREENBERG, 1996) ed esclusivamente nel periodo primaverile può essere impedita da salti d'acqua e sbarramenti, il che ostacola ulteriormente il ripristino degli equilibri ecologici post-asciutta. La scomparsa del taxon dalla Roggia Roggione nel mese di settembre, come accennato nel lavoro già citato (ROSSI *et al.*, 2002), è con tutta probabilità dovuta ad alterazioni di tipo chimico tossico (pesticidi e/o metalli pesanti).

La popolazione di *Elmidae*, ben strutturata e relativamente costante in termini di densità, caratterizza il corso del Roggione e non risente del problema asciutte. Si osserva viceversa che il disalveo distrugge quasi completamente gli individui di MONb e che il processo di ripristino delle condizioni originarie non è poi così breve.

La famiglia *Goeridae* è anch'essa ampiamente diffusa nel Roggione. La popolazione è sempre presente con un discreto numero di individui e sembra non risentire del problema asciutte. Tale affermazione è vera soprattutto per i soggetti più piccoli, che si rinvencono con maggior frequenza dopo le secche mentre quelli di maggiori dimensioni sembrano in parte vulnerabili.

La famiglia *Chironomidae*, pur sensibile all'asciutta che ne annienta gli esemplari, grazie alla strategia

pioniera *r* (ANDERSON, 1992; MACKAY, 1992; MINSHALL *et al.*, 2001) si reintroduce in breve tempo all'interno del corso d'acqua. Paradossalmente la secca, che nuoce sicuramente ai singoli individui (assenza di resistenza), tende viceversa a favorire selettivamente il taxon (elevata resilienza) mediante eliminazione periodica di predatori e/o competitori di nicchia e a permettere quindi le esplosioni demografiche trascorso un breve periodo dal ripristino del flusso idrico.

Il genere *Ephemerella* soffre particolarmente le asciutte. Più precisamente scompare completamente nei casi di mancanza d'acqua e si riduce in numero durante le asciutte parziali. Tale fenomeno è particolarmente evidente a fine marzo. La presenza di popolazioni molto dense nel mese di maggio non sembra indice di euriecia del taxon nei confronti della problematica in esame ma appare dovuta a *drift* o a soggetti adulti di corsi limitrofi che, una volta sfarfallati, depongono le uova nella Roggia Roggione.

Relativamente al genere *Baetis*, mentre ogni esemplare appare molto sensibile nei confronti delle asciutte sia totali che parziali e sembra scomparire in assenza di flusso d'acqua, indipendentemente dalla presenza della stessa, il gruppo nel complesso tende a trarre vantaggio dalle secche periodiche, grazie ad una strategia pioniera simile a quella di *Chironomidae*. La caratteristica abilità pioniera è confermata da ANDERSON (1992) e MACKAY (1992) nonché da MATTHAEI *et al.* (1996) e MINSHALL *et al.* (2001). Nei tratti con alveo periodicamente asciutto possono verificarsi esplosioni demografiche ostacolate invece, nelle zone perennemente bagnate, da fenomeni di competizione interspecifica.

### CONCLUSIONI

I dati del presente lavoro forniscono indicazioni relative sia all'ecologia applicata che di base. In primo luogo è possibile identificare le comunità tipiche degli ambienti di roggia soggetti ad asciutta periodica. In particolare la presenza di una biocenosi costituita in prevalenza da *Elmidae*, *Goeridae*, da gasteropodi delle famiglie *Physidae*, *Lymnaeidae* e *Bythiniidae*, da *Baetis* e *Chironomidae* e la contemporanea assenza, in ambienti potenzialmente idonei ad ospitarli, di *Gammaridae* può fungere da segnale che una delle possibili cause di alterazione degli ambienti in esame potrebbe essere un'asciutta antecedente la data di campionamento. Tale considerazione è particolarmente importante nel caso di indagini sulle biocenosi macrobentoniche preliminari ad attività di reintroduzione di specie ittiche e/o di crostacei di particolare pregio ecologico (come *Austrapotamobius pallipes*).

Richiamando alcune nozioni dell'ecologia di base si nota come, almeno parzialmente, i tratti soggetti ad asciutta possano essere assimilati, con alcune limita-



zioni (MACKAY, 1992) alle isole indicate da MACARTHUR e WILSON (1967), all'interno delle quali risulta possibile osservare (ed eventualmente analizzare nei dettagli) la dinamica di colonizzazione delle specie pioniere (a strategia *r*). In appendice a quanto detto si

nota come gli ambienti con comunità macrobentoniche sufficientemente strutturate, mentre ostacolano le esplosioni demografiche di taxa quali Chironomidae e *Baetis*, permettano viceversa quelle di gruppi come i Gammaridae.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON N. H., 1992. Influence of disturbance on insect communities in Pacific Northwest streams. *Hydrobiologia* **248**: 79-92.
- CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A., RUFFO S., 1994. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane, Vol. I*. Provincia Autonoma di Trento, 357 pp.
- CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A., RUFFO S., 1999. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane, Vol. II*. Provincia Autonoma di Trento, 126 pp.
- DAHL J., GREENBERG L., 1996. Effects of habitat structure on habitat use by *Gammarus pulex* in artificial streams. *Freshwater biology* **36**: 487-495.
- DOLE-OLIVIER M. J., MARMONIER P., BEFFY L., 1997. Response of invertebrates to lotic disturbance: is the hyporheic zone a patchy refugium? *Freshwater Biology* **37**: 257-276.
- GHETTI P. F., 1997. *Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Manuale di applicazione*. Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Provinciale per la Protezione dell' Ambiente, 222 pp.
- GIROD A., BIANCHI I., MARIANI M., 1980. *Gasteropodi 1 (Gastropoda: Polmonata. Prosobranchia: Neritidae, Viviparidae, Bythinidae, Valvatidae)*. Guida CNR n. 7 – AQ/1/44, 86 pp.
- FABBRIS L., 1997. *Statistica multivariata, analisi esplorativa dei dati*. McGraw-Hill, 437 pp.
- MACARTHUR R. H., WILSON E. O., 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton NJ, 203 pp.
- MACKAY R. J., 1992. Colonization by Lotic Macroinvertebrates: A Review of Processes and Patterns. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **49**: 617-628.
- MATTHAEI C. D., UEHLINGER U., MEYER E. I., FRUTIGER A., 1996. Recolonization by benthic invertebrates after experimental disturbance in a Swiss prealpine river. *Freshwater Biology* **35**: 233-248.
- MATTHAEI C. D., UEHLINGER U., FRUTIGER A., 1997. Response of benthic invertebrates to natural versus experimental disturbance in a Swiss prealpine river. *Freshwater Biology* **37**: 61-77.
- MINELLI A., 1977. *Irudinei*. Guida CNR n. 1. AQ/1/2, 43 pp.
- MINSHALL G. W., ROYER T. V., ROBINSON C. T., 2001. Response of the Cache Creek macroinvertebrates during the first 10 years following disturbance by the 1988 Yellowstone wildfires. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **58**: 1077-1088.
- NECKLES H. A., MURKIN H. R., COOPER J. A., 1990. Influences of seasonal flooding on macroinvertebrate abundance in wetlands habitats. *Freshwater Biology* **23**, 311-322.
- OLMI M., 1978. *Driopidi, Elmintidi*. Guida CNR n. 2. AQ/1/6, 72 pp.
- POTVIN C., ROFF D. A., 1993. Distribution-free and robust statistical methods: viable alternatives to parametric statistics? *Ecology* **74**: 1617-1628.
- ROSSI S., MONTAGNA S., NARDI P. A., SIMONE V., 2002. Effetti delle asciutte sulle biocenosi macrobentoniche: confronto tra indici ecologici. *Biologia Ambientale* **16** (1): 1-6
- SANSONI G., 1988. *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Provincia autonoma di Trento, Agenzia Provinciale per la Protezione dell' Ambiente, 191 pp.
- TOWNSEND C. R., 1989. The patch dynamic concept of stream community ecology. *Journal of the North American Benthological Society* **8**: 36-50.