

LA COMUNITÀ MACROBENTONICA DELL'ALTO METAURO (APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO)

PAOLO GRILLI e MARIA BALSAMO (*)

INTRODUZIONE

La conoscenza della diversità dei popolamenti macrozoobentonici nei sistemi lotici rappresenta un tema di grande interesse faunistico, ecologico e biogeografico. Negli ultimi decenni l'attenzione verso queste comunità è andata aumentando in relazione al loro utilizzo per la valutazione della qualità biologica degli ecosistemi acquatici, ad integrazione delle tradizionali analisi chimiche e fisiche (Ghetti 1997; Mandaville 1999).

I macroinvertebrati sono presenti nei sistemi fluviali con popolamenti di diversa composizione in funzione delle esigenze ecologiche delle singole specie e dell'eterogeneità degli habitat disponibili (Allan 1995). Studi recenti dimostrano infatti che l'insediamento e il mantenimento delle comunità bentoniche vengono influenzati, oltre che dalla qualità chimico-fisica dell'acqua, anche da specifiche condizioni idrodinamiche e geomorfologiche, come la presenza di habitat idonei al riparo dalla corrente e dai predatori, nonché di siti adatti alla riproduzione e all'alimentazione (Boyero 2003).

Le ricerche faunistiche condotte sinora sui corsi d'acqua delle Marche sono state mirate al tratto potamale dei principali fiumi, focalizzando per lo più l'attenzione su specifici gruppi animali (Consiglio 1979; Moretti et al. 1997). I corsi d'acqua presenti nella testata dei bacini sono invece generalmente inesplorati, nonostante sia noto che questi ambienti ospitano, in generale, specie ecologicamente esigenti e talora addirittura endemiche (Williams & Feltnate 1992; Tachet et al. 2000). Per la parte alta del fiume Metauro, in particolare, i dati disponibili sono limitati alle indagini faunistiche di Belfiore (1994) sugli Efemerotteri e Cataudella et al. (2006) su *Austropotamobius pallipes*.

(*) Dipartimento di Scienze dell'Uomo, dell'Ambiente e della Natura, Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Via Oddi, 21 - 61029 Urbino (Italia).
E-mail: paolo.grilli@uniurb.it

In questo contesto è stato intrapreso uno studio finalizzato a descrivere la comunità a macroinvertebrati dell'alto Metauro da un punto di vista sia tassonomico sia trofico-funzionale.

MATERIALI E METODI

AREA DI STUDIO. Il bacino idrografico del fiume Metauro (Pesaro-Urbino) si sviluppa sui terreni della formazione Marnoso-Arenacea Tortoniana appartenente alla Successione Umbro-Marchigiana (Nesci & Savelli 1991), e ricopre una superficie complessiva di 1405 km². Il bacino alimenta l'omonimo corso d'acqua che nasce dalla confluenza dei torrenti Meta e Auro e, con un'asta fluviale lunga 83 km circa, è il più esteso delle Marche settentrionali.

Nella zona ritrale del bacino, ad un'altitudine compresa tra 400 e 700 m/slm, sono state istituite quattro stazioni di rilevamento caratterizzate da evidenti differenze per profilo morfologico, tipologia di sedimenti ed entità di copertura vegetale (fig. 1; tab. 1). La stazione sul Torrente Auro (A, località Parchiule) presenta un substrato morfologicamente irregolare, costituito da grossi massi di arenarie della Formazione Marnoso-Arenacea non in posto. La stazione sul Torrente Meta (M, località Lamoli), dalla caratteristica morfologia "rock step pool" presenta strati emergenti e depressioni pavimentate da ciottoli. Le due stazioni sul fiume Metauro (Me1, località Castello della Pieve; Me2, località Persagno) sono caratterizzate da substrati misti impostati prevalentemente su alternanze di arenarie e marne della formazione in posto, e costituiti in prevalenza da ciottoli e ghiaie prodotti dall'erosione di corpi laterali detritici. La vegetazione ripariale dell'area è dominata da *Quercus pubescens* Willdenow, 1805, *Salix* sp., *Corylus avellana* Linnaeus, 1753, *Ostrya carpinifolia* Scopoli, 1772, *Ulmus* sp. e *Carpinus betulus* Linnaeus, 1753.

CAMPIONAMENTI. Nell'anno 2007 sono stati eseguiti stagionalmente, in ciascuna stazione, campionamenti sulle comunità macrozoobentoniche e misurazioni dei principali parametri abiotici. I prelievi sono stati effettuati in triplice replica mediante retino Surber (maglie 0,45 mm) su una superficie pari a 0,09 m², in tre siti rappresentativi dei differenti microhabitat, rispettivamente in corrispondenza di ciascuna riva e del punto di massima corrente. I campioni sono stati fissati in etanolo 70% al momento del prelievo; in laboratorio, gli animali sono stati poi estratti dal sedimento, identificati e conteggiati per la valutazione della ricchez-

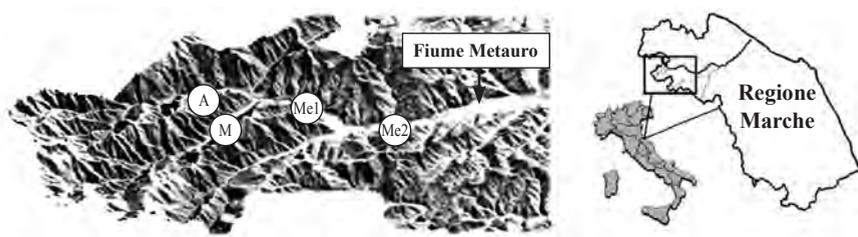


Fig. 1 – Posizione geografica dell’alto bacino del Fiume Metauro (Marche, Italia), con indicazione delle stazioni di campionamento: A, torrente Auro; M, torrente Meta; Me1, Me2, fiume Metauro.

za tassonomica e del taxon dominante. L’identificazione tassonomica si è spinta a livello almeno di famiglia per Trichoptera, Plecoptera e Diptera, mentre per Nematomorpha, Ephemeroptera, Odonata, Heteroptera e Megaloptera è stata portata fino a livello di specie. Ciascun esemplare è stato inoltre assegnato ad uno dei gruppi trofico-funzionali individuati da Merritt & Cummins (1996a, 1996b) (raschiatori, trituratori, raccoglitori, predatori).

RISULTATI

Non sono state individuate differenze significative tra le stazioni per quanto riguarda i parametri chimici e fisici rilevati in ciascuna stagione (tab. 1). La temperatura dell’aria è variata da un minimo invernale di 11°C

Tab. 1 – Caratteristiche ecologiche e parametri fisico-chimici rilevati nel corso del 2007 nelle stazioni di campionamento sui torrenti Auro (A), Meta (M) e sul fiume Metauro (Me1, Me2).

Stazione	Altitudine (m/slm)	Larghezza alveo media (m)	Tipo di substrato	Densità copertura vegetale	T (C°)		PH medio	Conducibilità media (µS/cm)
					max	min		
A	650	4,0 ± 2	massi e ciottoli	alta	22,5	6,9	650	4,0 ± 2
M	700	2,5 ± 1	ciottoli	molto alta	20,5	8,1	700	2,5 ± 1
Me1	450	6,0 ± 4	ciottoli e ghiaia	bassa	23,0	8,8	450	6,0 ± 4
Me2	400	8,0 ± 5	ciottoli e ghiaia	bassa	23,4	8,0	400	8,0 ± 5

ad un massimo estivo di 22°C, e quella dell'acqua da 6°C a 23°C. I valori di conducibilità e pH sono apparsi pressoché costanti durante l'anno.

Sono stati complessivamente raccolti 108 campioni, 27 per stazione, per un totale di 35700 esemplari appartenenti a cinque phyla: Nematoda, Nematomorpha, Annelida, Mollusca, Arthropoda (tab. 2). La classe Hexapoda rappresenta l'84,4% dell'intera comunità (30137 individui, appartenenti a ben 53 famiglie). Gli ordini più numerosi sono Efemerotteri (47,7%), Ditteri (26,7%), Plecotteri (7,2%) e Tricotteri (1,4%). Nel popolamento, caratterizzato da una spiccata presenza di elementi crenali e ritrali, da segnalare è il rinvenimento di specie stenoecie, quali, tra gli Efemerotteri, *Epeorus assimilis* Eaton, 1885, *Ecdyonurus venosus* (Fabricius, 1775), *Acentrella sinaica* Bogoescu, 1931, *Torleya major* (Klápaek, 1905) e *Ephemera danica* Müller, 1764; tra i Plecotteri, *Brachyptera risi* (Monton, 1836) e *Perla marginata* (Panzer, 1799); il Tricottero *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763); gli Odonati *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758) e *Cordulegaster boltoni* (Donovan, 1807). Alcune specie vengono segnalate per la prima volta nelle Marche: *Rhithrogena reatina* Sowa & Belfiore, 1984, *Procloeon pennulatum* (Eaton, 1870), *Oligoneuriella rhenana* (Imhoff, 1852), *Onychogomphus uncatius* (Charpentier, 1840), *Isoperla grammatica* (Poda, 1761), *Isoperla rivulorum* (Pictet, 1841), *Mesovelgia furcata* Mulsant & Rey, 1852, *Plea minutissima* Leach, 1817 e *Mystacides longicornis* Linnaeus, 1758. Inoltre, il rinvenimento del Megalottero *Sialis fuliginosa* Pictet, 1836 conferma l'antica segnalazione della specie nelle Marche (Spada 1891).

La composizione dei popolamenti macrozoobentonici appare differente in relazione alla stazione ed alla stagione, mostrando nel complesso una relazione inversa tra ricchezza tassonomica e abbondanza del taxon dominante (fig. 2). Nell'alveo dei torrenti Auro e Meta, caratterizzato da massi e ciottoli, la comunità macrobentonica è molto diversificata, presumibilmente in relazione all'elevata eterogeneità degli habitat disponibili, alla buona ossigenazione dell'acqua e alla presenza evidente di detrito organico nel substrato (Palmer et al. 2000; Boyero 2003). La ricchezza tassonomica è sensibilmente inferiore nel Metauro: ad esempio, in primavera, sono state rilevate qui soltanto 26 e 27 unità sistematiche (in Me1 e Me2 rispettivamente), contro 31 e 39 osservate invece nelle stazioni A ed M. Ciò è con tutta probabilità imputabile alla diminuzione di eterogeneità del substrato e di velocità della corrente lungo l'asta fluviale. A maggiore altitudine l'alta diversità è soprattutto a carico dei taxa stenoeci che sfruttano la maggiore varietà di habitat disponibili; più a

Tab. 2 – Elenco sistematico, distribuzione nelle stazioni di campionamento e gruppo trofico funzionale (GTF: Ra, raschiatori; Tr, trituratori; Rc, raccoglitori; P, predatori) dei taxa di macroinvertebrati rinvenuti.

Taxon	Stazioni				
	A	M	Me1	Me2	GTF
Nematoda	x	x	-	x	P
Nematomorpha					
Chordodidae					
<i>Paragordius tricuspidatus</i> (Dufour, 1828)	x	x	-	x	P
Mollusca Gastropoda					
Acroloxidae	-	x	-	-	Ra
Lymnaeidae					
<i>Lymnaea</i> sp.	x	-	x	x	Ra
Physidae	-	-	-	x	Ra
Planorbidae	-	x	x	x	Ra
Valvatidae					
<i>Valvata</i> sp.	-	-	x	-	Ra
Annelida Oligochaeta	x	x	x	x	Rc
Arthropoda Chelicerata Arachnida					
Acarina Hydracarina	x	x	x	x	P
Crustacea					
Isopoda Asellida					
<i>Asellus aquaticus</i> (Linné, 1758)	-	-	x	-	Rc
Cladocera	-	-	x	x	Rc
Copepoda	x	x	x	x	Rc
Ostracoda	x	x	x	x	Rc
Uniramia Hexapoda					
Collembola	-	x	x	x	Rc
Ephemeroptera					
Baetidae					
<i>Acentrella sinaica</i> Bogoescu, 1931	-	x	x	-	Rc
<i>Baetis fuscatus</i> (Linné, 1761)	x	x	x	x	Rc
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)	-	-	x	-	Rc
<i>Centroptilum luteolum</i> (Müller, 1776)	x	x	x	-	Rc
<i>Procloeon pennulatum</i> (Eaton, 1870)	-	x	x	x	Rc
Caenidae					
<i>Caenis luctuosa</i> (Burmeister, 1839)	x	x	x	x	Rc
Heptageniidae					
<i>Ecdyonurus venosus</i> (Fabricius, 1775)	x	x	x	x	Ra

continua

Taxon	Stazioni				
	A	M	Me1	Me2	GTF
<i>Epeorus assimilis</i> Eaton, 1885	-	x	-	-	Ra
<i>Rhithrogena reatina</i> Sowa & Belfiore, 1984	-	-	x	-	Ra
Oligoneuriidae					
<i>Oligoneuriella rhenana</i> (Imhoff, 1852)	-	x	-	-	Rc
Ephemeridae					
<i>Ephemera danica</i> Müller, 1764	-	x	-	-	Rc
Ephemerellidae					
<i>Serratella ignita</i> (Poda, 1761)	x	x	x	x	Rc
<i>Torleya major</i> (Klapálek, 1905)	x	x	-	-	Rc
Leptophlebiidae					
<i>Choroterpes picteti</i> (Eaton, 1871)	x	-	-	-	Rc
<i>Habrophlebia eldae</i> Jacob & Sartori, 1984	x	x	x	x	Rc
Odonata					
Calopterygidae					
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	-	P
Gomphidae					
<i>Onychogomphus uncatius</i> (Charpentier, 1840)	x	-	x	x	P
Cordulegastridae					
<i>Cordulegaster boltoni</i> (Donovan, 1807)	x	x	x	-	P
Plecoptera					
Perlidae					
<i>Perla marginata</i> (Panzer, 1799)	-	x	x	-	P
Taeniopterygidae					
<i>Brachyptera risi</i> (Morton, 1836)	-	-	x	-	Tr
Capniidae	x	x	-	-	Tr
Chloroperlidae	x	-	x	x	P
Perlodidae					
<i>Isoperla grammatica</i> (Poda, 1761)	x	x	x	x	P
<i>Isoperla rivulorum</i> (Pictet, 1842)	-	x	-	-	P
<i>Perlodes</i> sp.	-	x	-	-	P
Leuctridae	x	x	x	x	Tr
Heteroptera					
Gerridae					
<i>Gerris</i> sp.	x	-	-	-	P
Corixidae					
<i>Micronecta (Micronecta) minuscula</i> Poisson 1929	x	x	x	-	Tr

continua

Taxon	Stazioni				
	A	M	Me1	Me2	GTF
Mesoveliidae					
<i>Mesovelia furcata</i> Mulsant & Rey, 1852	-	x	-	-	P
Pleidae					
<i>Plea minutissima</i> Leach, 1817	-	-	x	x	P
Veliidae					
<i>Velia</i> sp.	-	x	-	-	P
Coleoptera					
Elmidae					
<i>Elmis</i> sp.	x	x	x	x	Rc
<i>Riolus</i> sp.	-	x	-	-	Rc
Gyrinidae					
<i>Gyrinus</i> sp.	x	x	x	-	P
Hydrophilidae					
<i>Hydrobius</i> sp.	-	x	x	x	P
<i>Laccobius</i> sp.	-	x	-	-	P
Helodidae					
<i>Scirtes</i> sp.	x	x	-	x	Tr
Dytiscidae					
<i>Laccophilus</i> sp.	-	x	-	-	P
Megaloptera					
Sialidae					
<i>Sialis fuliginosa</i> Pictet, 1836	x	x	x	x	P
Diptera					
Athericidae	x	x	x	x	P
Ceratopogonidae	x	x	x	x	P
Chironomidae	x	x	x	x	Rc
Dolichopodidae	-	-	x	-	P
Stratiomyidae					
<i>Oxycera</i> sp.	-	x	-	x	P
Empididae	x	x	x	x	P
Limoniidae	x	x	x	x	P
Psychodidae	x	-	x	x	Rc
Simuliidae	x	x	x	x	Rc
Tipulidae					
<i>Tipula</i> sp.	-	x	-	-	Tr
Tabanidae	-	x	x	x	P

continua

Taxon	Stazioni				
	A	M	Me1	Me2	GTF
Muscidae					
<i>Lispe</i> sp.	-	-	x	-	P
Anthomyiidae	-	-	x	-	P
Trichoptera					
Brachycentridae	x	x	x	x	Tr
Ecnomidae	-	x	-	x	Rc
Glossomatidae	-	x	-	-	Ra
Hydropsychidae					
<i>Hydropsyche</i> sp.	x	x	x	x	Rc
Hydroptilidae					
<i>Hydroptila</i> sp.	x	x	x	x	Tr
Leptoceridae					
<i>Mystacides longicornis</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	Tr
Odontoceridae					
<i>Odontocerum albicorne</i> (Scopoli, 1769)	-	x	-	-	Tr
Polycentropodidae	x	x	x	x	Rc
Rhyacophilidae					
<i>Rhyacophila</i> sp.	x	x	x	x	P
Sericostomatidae					
<i>Sericostoma</i> sp.	x	x	-	-	Tr
Psychomyiidae					
<i>Tinodes</i> sp.	-	x	x	x	Rc
Philiopotamidae					
<i>Wormaldia</i> sp.	x	x	-	x	Rc

valle invece pochi taxa ubiquitari divengono dominanti a discapito della diversità complessiva. Questo fenomeno risulta ancor più evidente al verificarsi di condizioni di stress, quali la ridotta portata o l'aumento eccessivo di produzione primaria, che favoriscono l'abbondanza dei taxa ubiquitari (es. i generi di Efemerotteri *Baetis* ed *Habrophlebia*, e la famiglia di Ditteri Chironomidae) comportando una diminuzione della diversità. Da segnalare, ad esempio, è la situazione rilevata in primavera nel Metauro (Me1), dove i Chironomidi costituivano addirittura il 67% dell'intera comunità (fig. 2).

Le abbondanze delle comunità macrobentoniche hanno mostrato fluttuazioni stagionali in tutte le stazioni, con valori massimi in prima-

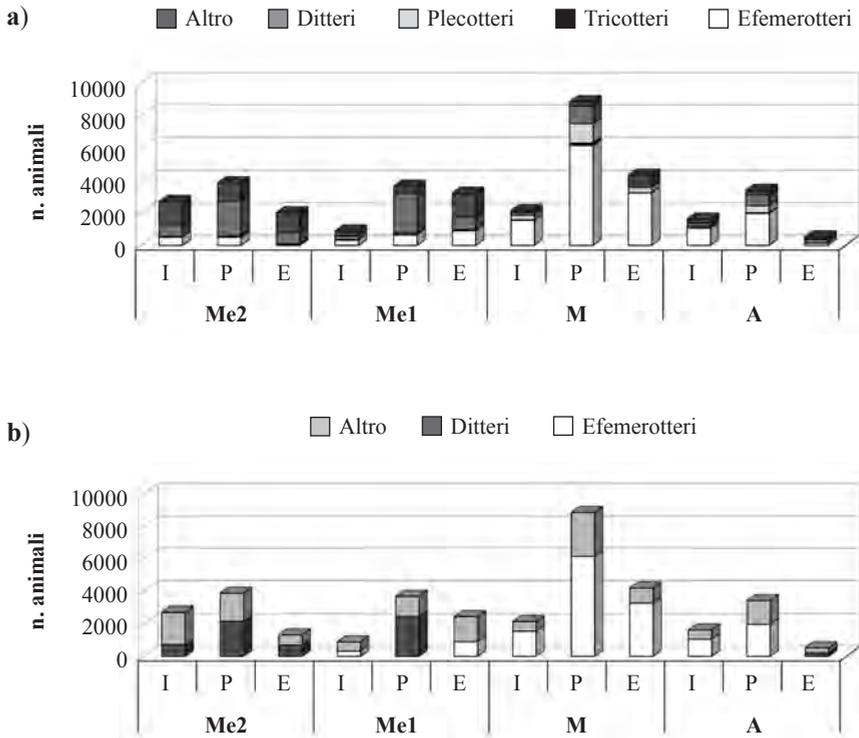


Fig. 2 – Composizione (a) e taxa dominanti (b) della comunità macrobentonica per stazioni di campionamento e per stagione (I, inverno; P, primavera; E, estate).

vera e minimi in inverno e in estate (fig. 3). Nel torrente Auro, ad esempio, la densità media rilevata in inverno è raddoppiata in primavera, da 2001 ± 525 a 4207 ± 1660 ind/m², per poi andare incontro nuovamente ad una drastica riduzione in estate, 974 ± 415 ind/m². La densità media annua della comunità macrobentonica è comparabile nell'Auro e nel Metauro (A, 2483 ± 1694 ; Me1, 3247 ± 2124 ; Me2, 3667 ± 1933 ind/m²), mentre nel Meta è nettamente più elevata (M, 7031 ± 4419 ind/m²), probabilmente in relazione alla presenza di una maggiore quantità di detrito organico prodotto dalla più ricca vegetazione riparia.

La struttura funzionale della comunità macrobentonica appare simile in tutti e tre i corsi d'acqua (fig. 4). I raccoglitori rappresentano ovunque il gruppo trofico dominante, anche se la loro abbondanza media annua aumenta in modo sensibile lungo l'asta fluviale: da $63,5 \pm 4,8\%$ della comunità nel torrente Auro e $70,9 \pm 1,5\%$ nel Meta passa a $77,5 \pm 6,5\%$

○---Eferoterteri — Tricotteri -x-x-Plecotteri -△-Ditteri ■-Altro

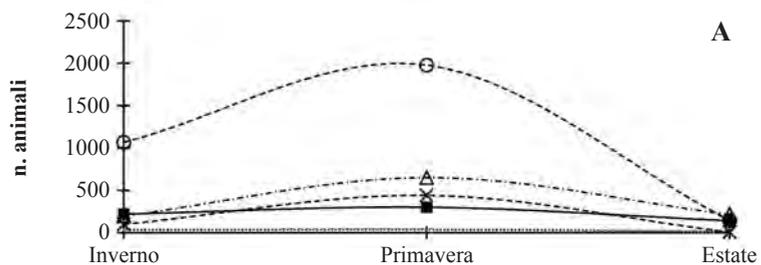
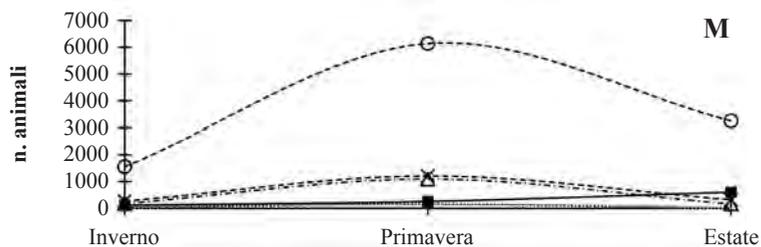
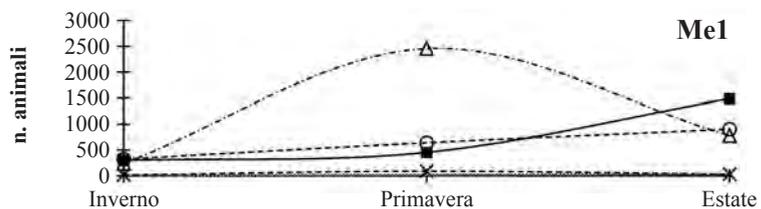
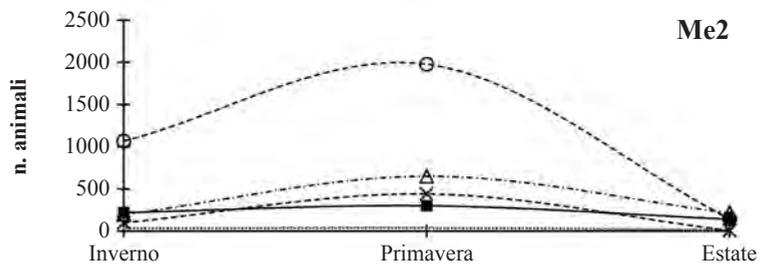


Fig. 3 – Andamento stagionale delle abbondanze dei taxa macrobentonici rinvenuti in ciascuna stazione di campionamento.

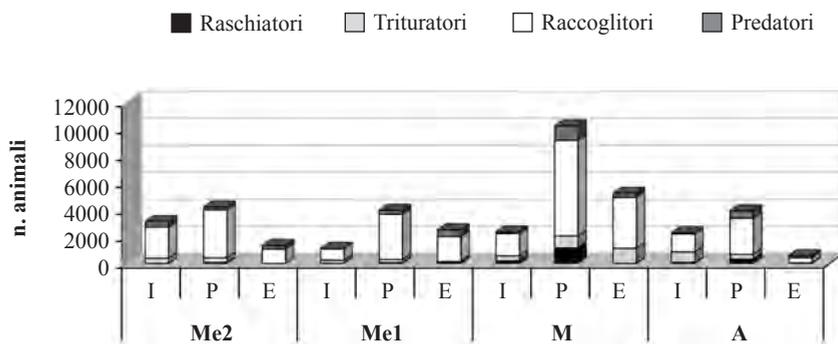


Fig. 4 – Struttura trofico-funzionale della comunità macrobentonica per stazione di campionamento e per stagione (I, inverno; P, primavera; E, estate).

(Me1) ed addirittura a $79,1 \pm 5,3\%$ (Me2) nel Metauro. Tendenza opposta si osserva per raschiatori e trituratori: l'abbondanza dei primi passa da $4,4 \pm 3,7\%$ nell'Auro e $6,8 \pm 5,7\%$ nel Meta, a $2,9 \pm 1,5\%$ (Me1) e $1,2 \pm 0,8\%$ (Me2) nel Metauro mentre il valore massimo ($11,5\%$) si rileva in primavera nel Meta, probabilmente a causa dell'alta produzione primaria in atto. Per quanto riguarda i trituratori, la loro abbondanza lungo l'asta fluviale passa invece da $17,8 \pm 14,2\%$ e $15,2 \pm 6,3\%$, rispettivamente nell'Auro e nel Meta, a $9,5 \pm 10,3\%$ (Me1) e $7,1 \pm 6,4\%$ (Me2) nel Metauro: questo andamento è probabilmente da mettere in relazione al maggiore apporto di materiale organico grossolano reso disponibile, a maggiore altitudine, dalle fasce ripariali meglio conservate. I predatori risultano la componente trofica più omogeneamente distribuita tra le stazioni, con valori medi di abbondanza di $14,2 \pm 11\%$ nell'Auro, $7 \pm 3\%$ nel Meta, e $10 \pm 9\%$ (Me1) - $12,6 \pm 7,5\%$ (Me2) nel Metauro.

CONCLUSIONI

L'Alto Metauro mostra una ricca e diversificata comunità macrozoobentonica, che comprende specie note per il loro valore di bioindicatori e/o per la loro importanza biogeografica in quanto distribuite in areali ristretti e limitati alle parti montane dei bacini (Ruffo et al. 2005). È da segnalare inoltre il rinvenimento di ben 9 specie nuove per le Marche, appartenenti a 5 ordini di Esapodi. Sono state osservate differenze di composizione e struttura tra le comunità macrobentoniche delle 4 stazioni nonostante si tratti in tutti i casi di biotopi pedemontani, e situati a bre-

ve distanza l'uno dall'altro. Poiché le caratteristiche fisiche e chimiche dell'acqua erano simili nelle varie stazioni, le differenze osservate sono con ogni probabilità da ricondurre ai cambiamenti idrogeologici lungo il profilo longitudinale del fiume (Allan 1995).

Densità e struttura delle comunità appaiono modificarsi in relazione a variabili ecologiche, quali altitudine, substrato, velocità della corrente, copertura vegetale e stagione (Lake 2000). La più elevata ricchezza tassonomica si rileva, in particolare in primavera, nei siti a maggiore altitudine, caratterizzati da sedimenti grossolani. L'impoverimento progressivo delle cenosi bentoniche lungo l'asta fluviale, con la scomparsa di alcuni taxa, è probabilmente legato anche alla diminuzione di eterogeneità granulometrica del substrato, dimostrando come la geodiversità, ossia la varietà litologica e morfologica del substrato, sia un'importante fattore di controllo delle biocenosi bentoniche (Townsend & Hildrew 1994, Collier et al. 1998; Boyero 2003). È stata osservata anche un'influenza sulla struttura funzionale della comunità macrobentonica da parte della velocità di corrente e dell'entità di copertura vegetazionale: infatti, pur essendo stati rilevati taxa rappresentanti tutti i diversi ruoli funzionali, è evidente una sostituzione graduale lungo l'asta fluviale dei trituratorini e raschiatori da parte dei raccoglitori, in linea con il concetto di '*continuum fluviale*' descritto da Vannote et al. (1980).

L'esame dell'andamento stagionale ha messo in evidenza una notevole semplificazione della comunità in estate, probabilmente legata sia al completamento del ciclo biologico di molte specie, sia alla diminuzione dell'apporto di acqua che determina una minore disponibilità di microhabitat soprattutto nelle stazioni a maggiore altitudine.

La diversità della comunità macrobentonica osservata dimostra l'importanza faunistica ed ecologica del tratto pedemontano del fiume Metauro, evidenziando l'opportunità di una sua gestione attenta alla tutela e alla conservazione.

RINGRAZIAMENTI. Un vivo ringraziamento è rivolto ai Professori Jean Legrand (Muséum National d'Histoire naturelle, Paris), Michel Sartori (Muséum de Zoologie, Lausanne) ed Agostino Letardi (ENEA, Roma) per il loro fondamentale contributo nella determinazione specifica rispettivamente di Odonati, Efemerotteri e Megalotteri.

RIASSUNTO

La parte alta del bacino idrografico del Fiume Metauro (Appennino Umbro-Marchigiano) è stata oggetto di una campagna di ricerca annuale finalizzata alla caratterizzazio-

ne della comunità macrobentonica. In quattro stazioni di raccolta è stata riscontrata una comunità di elevata ricchezza tassonomica, alla quale contribuivano taxa stenoeici con valore di indicatori e/o di importanza biogeografica. I popolamenti sono apparsi differenti nelle varie stazioni e nelle diverse stagioni, mostrando nel complesso una relazione inversa tra ricchezza tassonomica e abbondanza del taxon dominante. La diversità tassonomica era più elevata nelle stazioni a maggiore altitudine, caratterizzate da sedimenti grossolani, mentre una sensibile riduzione del numero di taxa è stata osservata lungo l'asta fluviale, dove è apparsa evidente la dominanza di taxa eurieci.

La diversità della comunità macrobentonica osservata dimostra l'importanza faunistica ed ecologica del tratto pedemontano del fiume Metauro, evidenziando l'opportunità di una sua gestione attenta alla tutela e alla conservazione.

SUMMARY

The macrobenthic community of the high course of Metauro river (Umbria-Marches Apennine, Italy).

An annual study of macroinvertebrate communities has been carried out in four sites of the upper basin of River Metauro (Umbria-Marche Apennine, Italy). A community of high taxonomical richness has been recorded, including some stenoecious taxa with ecological value and/or biogeographic importance. An inverse correlation between taxonomic richness and abundance of the dominant taxon was observed. A higher biodiversity was observed in the sites with coarse sediments, while a marked decrease in the number of taxa was evident in the sites down the river, in which euryecious taxa were dominant. The diversity of macroinvertebrate communities observed is a measure of the faunistic and ecological importance of the upper part of river Metauro, highlighting the need of a careful management of this area for its protection and conservation.

BIBLIOGRAFIA

- ALLAN, J.D. 1995. Stream ecology. Structure and function of running waters. Chapman & Hall, London, 388 pp.
- BOYERO, L. 2003. The quantification of local substrate heterogeneity in streams and its significance for macroinvertebrate assemblages. *Hydrobiologia*, 499 (1): 161-168.
- BELFIORE, C. 1994. Gli efemerotteri dell'Appennino marchigiano (Insecta, Ephemeroptera). *Biogeographia*, 17 (1993): 173-181.
- CATAUDELLA, R., N. PUILLANDRE & F. GRANDJEAN. 2006. Genetic analysis for conservation of *Austropotamobius italicus* populations in Marches Region (Central Italy). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 380-381: 991-1000.
- CONSIGLIO, C. 1979. La distribuzione dei Plecotteri italiani. *Lavori Società Italiana Biogeografia*, 6 (1976): 383-393.
- COLLIER, K.J., R.J. WILCOCK & A.S. MEREDITH. 1998. Influence of substrate type and physico-chemical condition on macroinvertebrate faunas and biotic indexes of some lowland Waikato, New Zealand, stream. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 32: 1-19.
- 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.
- LAKE, P.S. 2000. Disturbance, patchness, and diversity in streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 19(4): 573-592.
- MANDAVILLE, S.M. 1999. Bioassessment of Freshwaters Using Benthic Macroinvertebra-

- tes - A Primer. First Ed. Project E-1, Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax. Canada: Chebucto Community Net Ed. Chapters I-XXVII, Appendices A-D. 244 pp.
- MERRITT, R.W. & K.W. CUMMINS. 1996a. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, 862 pp.
- MERRITT, R.W. & K.W. CUMMINS. 1996b. Trophic relation of macroinvertebrates. In "Methods in Stream Ecology". Academic Press, San Diego. C.A. Lamberti (ed.): 453-474.
- MORETTI, G.P., M.V. DI GIOVANNI, F.S. GIANOTTI, E. GORETTI & U. CHIAPPAREDDO. 1997. I Tricotteri italiani della collezione G.P. Moretti - Catalogo. Rivista di Idrobiologia, 36, 1/2/3: 1-394.
- NESCI, O. & D. SAVELLI. 1991a. Lineamenti geomorfologici delle unità terrazzate fluviali del "terzo ordine" nel bacino del Metauro (Marche Settentrionali). Atti 2° Convegno "Pianure minori italiane". Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 14: 141-148.
- PALMER, M.A., C.M. SWAN, K. NELSON, P. SILVER & R. ALVESTAD. 2000. Streambed landscapes: evidence that stream invertebrates respond to the type and spatial arrangement of patches. Landscape Ecology, 15: 563-576.
- RUFFO, S. & F. STOCH (eds.) 2005. Checklist e distribuzione della fauna italiana. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2° serie, Sezione Scienze della Vita, 307 pp.
- SPADA, L. 1891. Entomologia osimana. Osimo, Rossi, 96 pp.
- TACHET, H., P. RICHOUX, M. BOURNAUD & P. USSEGLIO-POLATERA. 2000. Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie. CNRS éditions, Paris, 587 pp.
- TOWNSEND C.R. & A.G. HILDREW. 1994. Species traits in relation to a habitat templet for river system. Freshwater Biology, 31: 265-275.
- WILLIAMS D.D. & B.W. FELTMATE. 1992. Aquatic Insects. Division of Life Sciences, Scarborough Campus University of Toronto, Canada, C.A.B. International, 358 pp.
- VANNOTE, R. L., G. W. MINSHALL, K. W. CUMMINS, J. R. SEDELL, & C. E. CUSHING. 1980. The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37: 130-137.