

3. INDAGINI SULL'EVOLUZIONE DEL POPOLAMENTO ZOOPLANCTONICO: CONFRONTO CON I DATI PREGRESSI ANCHE ALLA LUCE DELLE MUTATE CONDIZIONI METEO-CLIMATICHE.

Roberta Piscia, Marina Manca

Nel corso del 2013 sono stati prelevati campioni zooplanctonici nella stazione posta lungo il transetto Ghiffa-Caldè in corrispondenza del punto di massima profondità del lago e sito del monitoraggio a lungo termine. I campioni zooplanctonici sono stati raccolti mensilmente con le metodologie usuali, ovvero tramite due plankton sampler di Clarke-Bumpus armati di rete a maglie da 76 e 126 μm rispettivamente, trascinati lungo una traiettoria sinusoidale entro lo strato d'acqua 0-50 m, nel quale lo zooplancton risulta principalmente distribuito. L'analisi microscopica ha consentito di quantificare il contributo dei diversi *taxa* zooplanctonici alla densità di popolazione e di stimare la biomassa.

I valori della biomassa calcolati a partire dalle regressioni lunghezza/peso sono risultati, così come atteso, ben rispondenti a quelli di misura diretta (cfr. Rapporto CIP AIS DDT, 2013).

La densità numerica del popolamento zooplanctonico di rete (Fig. 3.1) è stata nel 2013 caratterizzata da un precoce incremento già nel mese di Aprile, determinato dalle due componenti predominanti, quella dei naupli di copepodi e quella dei rotiferi zooplanctonici (Fig. 3.2 A e B).

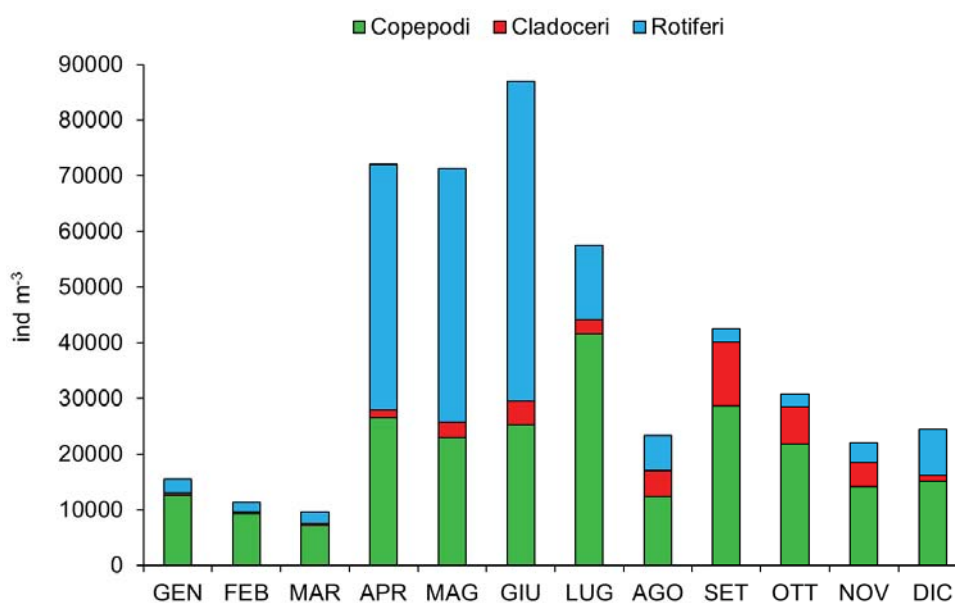


Fig. 3.1. Densità di popolazione dello zooplancton di rete nel corso del 2013 nel Lago Maggiore.

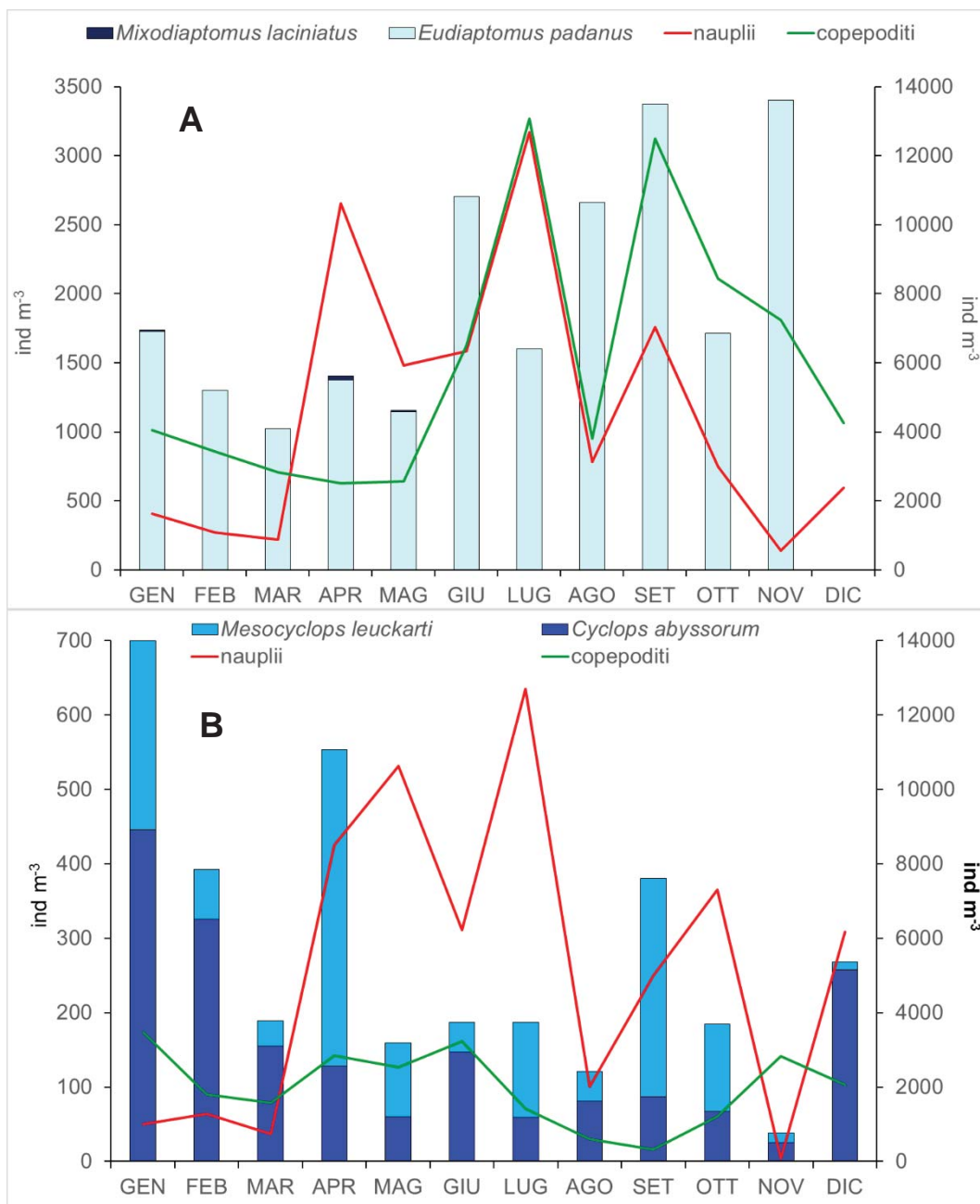


Fig. 3.2. Densità di popolazione degli stadi adulti di diaptomidi (A) e ciclopidi (B) e dei relativi nauplii e copepoditi (riferiti all'asse di destra) nel corso del 2013 nel Lago Maggiore.

I valori osservati ad Aprile, più elevati rispetto a quelli rinvenuti nel quinquennio precedente, si sono mantenuti, praticamente inalterati, anche nel mese di Maggio, mese nel quale solitamente veniva osservato il picco massimo di densità numerica del popolamento. Quest'ultimo, rispetto a quanto rinvenuto nel quinquennio passato è risultato ridimensionato di circa il 30%. Con tutta probabilità, a determinare questo peculiare andamento può aver contribuito l'elevata piovosità dei mesi di Aprile e Maggio, durante i quali i millimetri di pioggia caduti sono stati sostanzialmente gli stessi. Il successivo incremento, osservato a Giugno, non è stato tale da determinare il raggiungimento di valori di densità numerica in linea con quelli

del periodo più recente. Il successivo declino numerico osservato, come di consueto in Agosto, è stato accompagnato da una seconda fase di incremento nella densità di popolazione autunnale, durante la quale è stato raggiunto un secondo ridotto picco in densità a Settembre.

La componente più persistente del popolamento zooplanctonico di rete è risultata, come di consueto, quella dei copepodi (Fig. 3.1). Nell'anno 2013 valori di densità abbastanza simili sono stati rinvenuti nei mesi Marzo-Giugno, mentre un picco numerico è stato registrato abbastanza tardivamente, a Luglio, con un valore paragonabile a quello rinvenibile negli anni passati. La presenza numerica dei copepodi è stata molto contenuta in Agosto, per poi crescere nuovamente a Settembre, quando i valori sono risultati più elevati di quelli dei primi mesi dell'anno.

I copepodi sono caratterizzati dall'aver ruoli piuttosto differenti in dipendenza dallo stadio di sviluppo. I naupli, siano essi di diaptomidi oppure di ciclopidi, sono infatti *particle feeders* che utilizzano come base alimentare materiale sestonico di dimensioni abbastanza modeste, fino a circa 25-30 μm . Sono gli organismi in questi iniziali stadi di sviluppo a determinare il primo incremento numerico in primavera (Fig. 3.2 A e B); così è stato anche nel 2013, quando è stato registrato un primo picco in Aprile, sia pure di entità modesta rispetto a quelli degli anni passati. Gli stadi successivi, quelli a copepodite, hanno ruoli diversi, con il crescere dell'età sempre più assimilabili a quelli degli adulti. Questi ultimi, come di consueto, sono stati distinti nei diversi taxa a diaptomidi e a ciclopidi. Tra i primi, la specie quasi esclusivamente presente è stata *Eudiaptomus padanus*, con tutta probabilità da tempo ibridato con la specie invasiva *Eudiaptomus gracilis*. L'anno 2013 ha anche visto la ricomparsa di *Mixodiaptomus laciniatus*, specie che, successivamente all'invasione dell'alieno *Eudiaptomus gracilis*, non era più stata rinvenuta nel plancton lacustre d'acque libere. Tra i ciclopidi degli stadi adulti ha prevalso, nei mesi invernali, *Cyclops abyssorum*, mentre *Mesocyclops leukarti* ha avuto il massimo sviluppo numerico in due momenti dell'anno, vale a dire in Aprile e in Settembre. In generale comunque la presenza numerica dei ciclopidi è stata molto inferiore a quella dei diaptomidi.

L'andamento generale della densità numerica del popolamento zooplanctonico è stato fortemente influenzato dalla componente a rotiferi che, come si può evincere dalla figura 3.3, ha presentato nei mesi di Aprile e Maggio valori stabili, relativamente modesti se comparati con quelli di altri anni, ma elevati rispetto a quelli del periodo invernale 2013. Il picco in densità a Giugno ha evidenziato una situazione chiaramente anomala per l'anno 2013, in quanto solitamente il picco massimo veniva rinvenuto a Maggio. La presenza modesta del gruppo nel resto dell'anno ha fatto sì che, soprattutto da Settembre a Dicembre, il popolamento zooplanctonico sia stato dominato dai copepodi (Fig. 3.1). Da notare l'elevata presenza numerica delle specie di *Synchaeta* nel mese di Aprile e di *Conochilus unicornis-hippocrepis* gr. nel mese di Giugno.

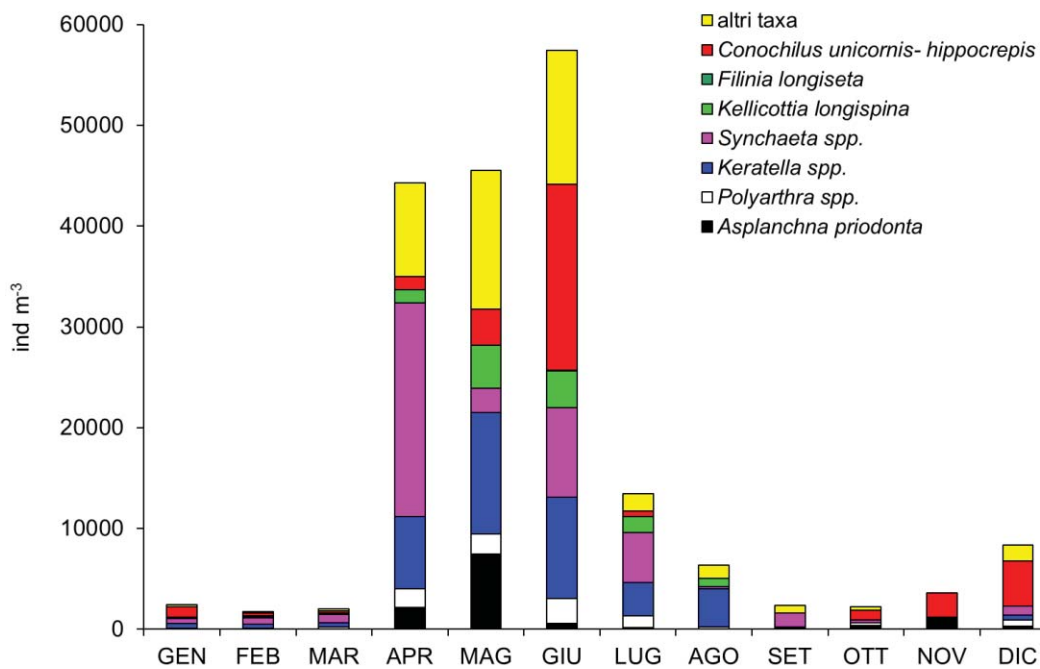


Fig. 3.3. Densità di popolazione dei rotiferi appartenenti allo zooplancton di rete del Lago Maggiore nel corso del 2013.

Lo sviluppo numerico dei cladoceri zooplanctonici (Fig. 3.4.) nel Lago Maggiore è stato caratterizzato da valori piuttosto modesti fino al mese di Luglio, con una presenza massima di *Daphnia* praticamente trascurabile, pari a quella che veniva rinvenuta nel periodo durante il quale si era osservato l'incremento esponenziale della densità di popolazione del predatore *Bythotrephes longimanus* (Manca *et al.* 1997). Diversa è stata la situazione nella seconda parte dell'anno, quando il picco in densità di *Diaphanosoma brachyurum* è risultato in linea con quanto tipicamente osservato per questa specie. Notevole è stata anche la presenza numerica dei due predatori *Bythotrephes longimanus* e *Leptodora kindtii*, il primo presente con valori non nulli in tutti i mesi dell'anno fatta eccezione per Marzo, Aprile e Dicembre; la seconda caratterizzata da un periodo di presenza più ristretto, da Aprile a Dicembre. Da notare come il picco in densità di *Leptodora*, in concomitanza con l'iniziale sviluppo numerico di *Diaphanosoma* in Agosto, sia stato accompagnato da un lieve decremento nella densità numerica di *Bythotrephes*, quasi a suggerire una competizione tra i due. I dati del 2013 hanno anche confermato il ritorno di *Eubosmina*, per lungo tempo presenza effimera nello zooplancton di rete del Lago Maggiore (Manca *et al.* 2008; Piscia e Manca 2013).

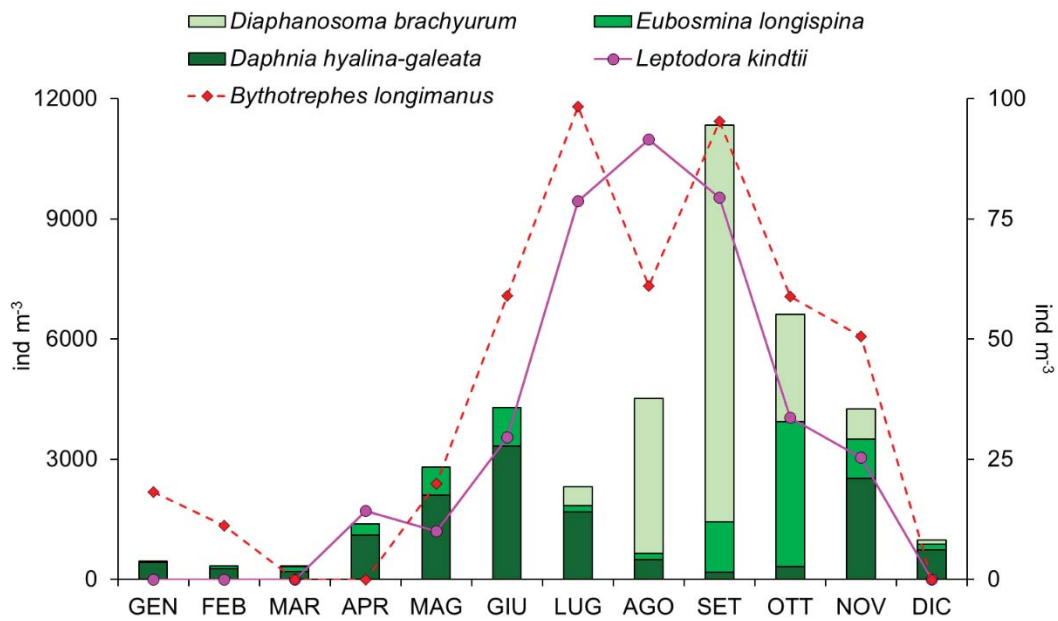


Fig. 3.4. Densità di popolazione dei cladoceri del Lago Maggiore nel corso del 2013. I valori di *B. longimanus* e *L. kindtii* vanno riferiti all'asse di destra.

Il grafico trofochimico in figura 3.5 ha confermato alcuni importanti tratti dell'impronta isotopica delle componenti del popolamento zooplanctonico lacustre oggetto della nostra indagine. *In primis*, il fondamentale arricchimento isotopico dell'azoto nei mesi invernali rispetto a quelli primaverili ed estivi. L'intervallo di variazione non è stato trascurabile: lo stesso organismo infatti, (e.g. *Bythotrephes*) è risultato variare nell'arco dell'anno da un valore massimo di 17 $\delta^{15}\text{N}$ ‰ (in inverno) a un valore minimo di 7 $\delta^{15}\text{N}$ ‰ (in primavera). La variazione osservata nei diversi *taxa* è risultata parallela a quella della linea di base rappresentata da *Daphnia*, per la quale il range variava tra un massimo invernale di 14 $\delta^{15}\text{N}$ ‰ e un minimo estivo di 2 $\delta^{15}\text{N}$ ‰, con un valore primaverile pari a 4 $\delta^{15}\text{N}$ ‰. Un altro elemento che ha trovato conferma nei dati del 2013 è stata la vicarianza di ruolo di *Daphnia* e *Diaphanosoma*.

Diversa è stata la situazione di *Eubosmina*, meno arricchita nell'isotopo pesante in primavera e in autunno differenziata per il segnale del carbonio, più basso rispetto a quello di *Daphnia*. Il dato relativo al minore arricchimento di *Eubosmina* è spesso attribuito alla sua capacità di utilizzare cianobatteri filamentosi o comunque materiale sestonico meno arricchito in $\delta^{15}\text{N}$.

Rispetto all'altro cladocero predatore, *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora* è risultata meno impoverita nell'isotopo pesante del carbonio e meno arricchita in quello pesante dell'azoto.

Come già osservato nel quinquennio precedente, il segnale isotopico dei ciclopidi, solidale con la linea di base del pelago in inverno e autunno, si è da questa discostato in primavera ed estate, suggerendo l'utilizzo di fonti alimentari differenti da quelle da noi analizzate. Le differenze osservate rispetto alla linea di base del pelago possono essere attribuite anche alle variazioni nella composizione specifica

del popolamento a ciclopidi, quantomeno nel periodo primaverile, quando esso è risultato principalmente composto da *Mesocyclops leukarti*.

Simile separazione, ma con valori decisamente più arricchiti nell'isotopo pesante dell'azoto, è stata osservata anche a carico della componente a diaptomidi, nettamente differenziati in inverno dagli altri organismi prelevati, alla pari di essi, nel pelago del lago. La loro nota, spiccata selettività nei confronti del detrito fresco potrebbe essere alla base di questo tratto puntualmente osservato, non solamente nel Lago Maggiore ma anche negli altri laghi nei quali è stato misurato il *fingerprint* isotopico di questi organismi (Boggio, 2013).

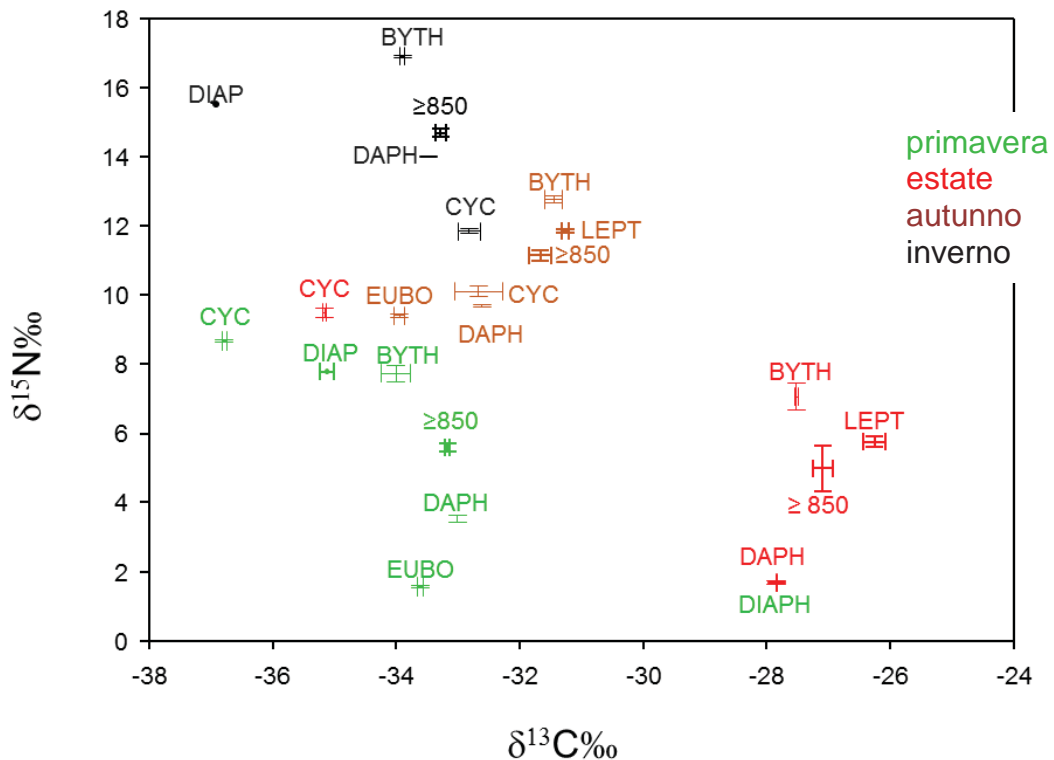


Fig. 3.5. Segnali isotopici di carbonio e azoto dei diversi taxa zooplanctonici e nella frazione dimensionale $\geq 850 \mu\text{m}$ nei 4 momenti stagionali. BYTH: *Bythotrephes longimanus*; DIAP: diaptomidi; DAPH: *Daphnia hyalina-galeata*; CYC: ciclopidi; EUBO: *Eubosmina longispina*; LEPT: *Leptodora kindtii*; DIAPH: *Diaphanosoma brachyurum*; ≥ 850 : pool zooplancton $\geq 850 \mu\text{m}$.

Al fine di dare un quadro sintetico della valenza del popolamento zooplanctonico, quale base alimentare per le diverse specie di pesci, sono stati qui riportati anche i dati relativi alla frazione dimensionale del materiale zooplanctonico utilizzate per la determinazione dei POPs (cfr., Rapporto CIP AIS DDT 2013).

Di particolare rilievo, a tale proposito, è stato l'andamento stagionale della frazione dimensionale $\geq 850 \mu\text{m}$, quella sulla quale, in base alla letteratura, dovrebbe essere maggiormente rivolta l'azione predatoria dei pesci. Relativamente a tale componente è stato possibile osservare come il segnale isotopico dell'azoto sia risultato variare tra un minimo di circa $6 \delta^{15}\text{N}\text{‰}$, in primavera e in estate, ad un massimo di $15 \delta^{15}\text{N}\text{‰}$ in inverno. Il *fingerprint* isotopico della frazione $\geq 850 \mu\text{m}$ si è collocato al di sopra della linea di base pelagica, rappresentata da *Daphnia*, in misura

maggiore o minore a seconda di quanto quest'ultima contribuisse al raggiungimento della biomassa complessiva di detta frazione. Sostanzialmente, il livello trofico di appartenenza dello zooplancton di dimensioni $\geq 850 \mu\text{m}$ è risultato essere vicino a quello dei consumatori primari, oppure discostarsene in maniera significativa, avvicinandosi a quello dei consumatori secondari, laddove questi ultimi fossero ben rappresentati in termini di biomassa. Nel periodo estivo, il segnale isotopico di C e N di detta frazione dimensionale è stato solidale con quello dei cladoceri predatori, mentre non ha mostrato alcuna relazione con quello dei ciclopidi, suggerendo come il contributo potenziale di questi ultimi alla dieta dei pesci sia da considerare, con tutta probabilità, trascurabile. Diversa è stata la situazione nel periodo autunnale e in quello invernale, quando il segnale isotopico dello zooplancton $\geq 850 \mu\text{m}$ è risultato essere intermedio tra quello dei cladoceri e dei ciclopidi.

In generale, così come osservato nel quinquennio precedente, durante il quale le analisi isotopiche sono state effettuate con grande dettaglio, anche nel 2013 le variazioni stagionali dei *taxa* zooplanctonici analizzati sono state influenzate dallo sviluppo della stratificazione termica (Visconti e Manca 2011; Caroni *et al.* 2012.) con la chiara tendenza, puntualmente seguita dai diversi *taxa*, a spostarsi da valori più impoveriti a valori meno impoveriti in $\delta^{13}\text{C}\%$, con il progredire del riscaldamento. L'intervallo di variazione dei valori misurati è stato in linea con quanto osservato nel quinquennio precedente, confermando come esso rifletta la distribuzione verticale entro lo strato da noi campionato, con valori meno negativi per i *taxa* che tendono a distribuirsi in strati meno profondi del pelago (Visconti e Manca 2011; Caroni *et al.* 2012).

Parimenti, le variazioni stagionali nel *fingerprint* isotopico dell'azoto osservate nel 2013 sono, con tutta probabilità, interpretabili come conseguenti alle variazioni nella pressione di predazione da parte dei pesci (Visconti *et al.* 2014). In inverno, quando verosimilmente i pesci non si nutrono nel pelago, i cladoceri e in particolare *Bythotrephes*, sembrano occupare un livello paragonabile a quello che, successivamente, verrà occupato dai predatori vertebrati.

Bibliografia

- Boggio E., Bettinetti R., Manca M. 2013. Estimating functional diversity of zooplankton taxa: comparison of C, N isotopic signatures of organisms along lake morpho-edaphic gradient. In: SEFS 8 - VIII Symposium for European Freshwater Sciences (Muenster, Germania, 1-5 July 2013), oral presentation.
- Caroni R., Free G., Visconti A., Manca M. 2012. Phytoplankton functional traits and seston stable isotopes signature: a functional-based approach in a deep, subalpine lake, Lake Maggiore (N. Italy). *Journal of Limnology*, 71(1),
- Manca M., Beltrami M., Comoli P., Cavicchioni N., de Bernardi R. 1998. Indagini sullo zooplancton. In: Istituto Italiano di Idrobiologia - C.N.R. Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici. Campagna 1997. Relazione finale per il quinquennio. Commissione Internazionale per la Protezione delle acque italo-svizzere (Ed.): 51-52 pp.
- Manca M., Visconti A., de Bernardi R. 2008. Zooplancton. In C.N.R. – I.S.E. Sede di Verbania. Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici.

- Programma quinquennale 2003-2007. Campagna 2007 e Rapporto quinquennale 2003-2007. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (Ed.): 60-66 pp.
- Piscia R., Manca M. 2013. Indagini sullo zooplancton e sulla rete trofica pelagica. In C.N.R. – I.S.E. Sede di Verbania. Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici. Programma quinquennale 2008-2012. Campagna 2012 e Rapporto quinquennale 2008-2012. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (Ed.):23-29 pp.
- Visconti A., Manca M. 2011. Seasonal changes in the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ signatures of the Lago Maggiore pelagic food web. *Journal of Limnology* 70(2): 263-271.
- Visconti A., Volta P., Fadda A., Di Guardo A., Manca M. 2014. Seasonality, littoral vs. pelagic carbon sources and stepwise ^{15}N -enrichment of pelagic food web in a deep subalpine lake: the role of planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71(3): 436-446.