

## 12. CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA DINAMICA DEL FITOPLANCTON NEL TRIENNIO 2013-2015

Giuseppe Morabito

Data la natura silicea del suo bacino imbrifero, il Lago Maggiore si caratterizza come un “lago a diatomee”: questi organismi hanno sempre rappresentato la classe dominante, in termini di biovolume, all'interno delle associazioni fitoplanctoniche. Le fluttuazioni stagionali, interannuali e pluriennali delle diatomee del Maggiore sono state spesso prese a modello per tracciare gli eventi peculiari dell'evoluzione trofica dell'ecosistema e analizzare la sua risposta ai cambiamenti climatici (Marchetto *et al.*, 2004; Morabito *et al.*, 2012).

In questo senso, possiamo dire che la dinamica stagionale e pluriennale delle diatomee ben si presta ad analizzare la risposta della biocenosi fitoplanctonica nel suo complesso: variazioni nella dominanza di alcune specie, così come il declino o l'accresciuta importanza di altre, sono elementi che consentono di delineare un quadro di sintesi dell'evoluzione recente dell'ecosistema e di focalizzare l'attenzione su alcuni potenziali fattori che controllano lo sviluppo del fitoplancton.

E' importante sottolineare che le possibili modificazioni a carico della biocenosi fitoplanctonica vanno analizzate nel quadro dell'evoluzione a lungo termine e che, quindi, le valutazioni che si possono trarre dalle dinamiche osservate nell'arco del triennio 2013-2015 devono considerarsi come la naturale prosecuzione di fenomeni già osservati negli anni precedenti: la storia evolutiva del Lago Maggiore, infatti, mostra che il sistema è caratterizzato da una certa resilienza, tale per cui è lecito attendersi che i cambiamenti delle comunità biotiche si sviluppino nel corso di più anni ed in modo graduale.

Questo vale, in generale, per i cambiamenti ambientali indotti da modificazioni delle caratteristiche chimiche del sistema, cui vanno a sovrapporsi gli effetti delle forzanti climatiche, che possono aiutare a spiegare eventuali differenze tra un anno e l'altro. Negli anni più recenti, le dinamiche del fitoplancton appaiono fortemente condizionate dalla variabilità meteo-climatica, che regola, in particolare, la fase primaverile della successione fitoplanctonica, essendo le diatomee molto sensibili alle dinamiche dei parametri fisici della colonna d'acqua, soprattutto intensità e profondità del mescolamento tardo invernale, a sua volta condizionato dalla temperatura atmosferica e dal regime dei venti. A questo proposito, gli ultimi anni sono stati caratterizzati da inverni piuttosto miti e da un ridotto mescolamento della colonna d'acqua: tale situazione potrebbe spiegare il declino, a partire dal 2012, di *Tabellaria flocculosa*, specie fortemente silicizzata e di grandi dimensioni, che necessita di un intenso mescolamento per rimanere in sospensione negli strati d'acqua illuminati. Viceversa, altre specie sembra siano risultate avvantaggiate da questa situazione climatica, in particolare *Fragilaria crotonensis*, risultata assolutamente dominante in tutte le primavere del triennio 2013-2015. Nel 2013, inoltre, si è verificata una costante dominanza delle diatomee durante l'intero arco dell'anno, analogamente a quanto si era verificato nel 2002: una successione con queste caratteristiche è alquanto anomala nel Lago Maggiore poiché usualmente altri gruppi, quali i cianobatteri o le cloroficee hanno sempre dato, in certi momenti stagionali, un contributo significativo al biovolume della comunità. E' rilevante sottolineare come la concausa di questa costante dominanza nel 2013 potrebbe essere dovuta, ancora una volta, a eventi

meteorologici eccezionali. Infatti, i mesi primaverili sono stati caratterizzati da precipitazioni molto abbondanti, che, probabilmente, hanno portato al lago notevoli quantità di silice. Situazione analoga si è verificata nel 2015, con i mesi di gennaio e febbraio caratterizzati da precipitazioni al di sopra della media pluriennale. La silice, il cui esaurimento durante lo sviluppo primaverile rappresenta di solito il principale fattore limitante per il proseguimento della crescita delle diatomee, sarebbe risultata quindi presente in concentrazioni tali da sostenere la produzione di diatomee fino alla tarda estate, sia nel 2013 che nel 2015. Il fenomeno è stato ben documentato anche in altri laghi (Leitao *et al.*, 2003; Anneville *et al.*, 2004; Znachor *et al.*, 2008), dove, a seguito di forti eventi di precipitazione, si erano sviluppate abbondanti popolazioni di *Fragilaria crotonensis*, analogamente a quanto osservato sul Lago Maggiore. Inoltre, il periodo tardo invernale del 2013 è stato caratterizzato da temperature atmosferiche superiori alla norma, evento che ha permesso un leggero anticipo della prima fase di crescita delle diatomee.

La dominanza di *Fragilaria crotonensis* da gennaio fino al mese di luglio ha caratterizzato anche il 2014 ed il 2015, sebbene i livelli quantitativi raggiunti nel 2014 non siano stati paragonabili a quelli misurati negli altri due anni: tra le possibili concause del minore sviluppo potrebbe esserci la ridotta profondità di mescolamento dell'inverno 2013-2014.

Accanto al ruolo decisivo, assunto dai fattori meteorologici, nel controllare le dinamiche del fitoplancton nel periodo più recente, gli anni 2013-2015 hanno confermato anche altri cambiamenti già manifestatisi nel quinquennio precedente, ovvero la riduzione di alcune specie tipiche di ambienti oligotrofi e la tendenza all'aumento di altre, indicatrici di condizioni di mesotrofia. Tale fenomeno è evidente, soprattutto, tra i cianobatteri e le diatomee, che sono i gruppi più rappresentati nella flora pelagica del Lago Maggiore. Tra le diatomee, per esempio, si sta verificando la sostituzione di *Cyclotella* da parte di *Stephanodiscus*, che non è un segnale positivo in termini di qualità ecologica, in quanto quest'ultima specie è solitamente indicatrice di acque a maggiore trofia. Peraltro, i dati fino ad ora disponibili non sono tali da indicare un evidente peggioramento dello stato trofico: anche i parametri che sintetizzano lo stato della comunità fitoplanctonica, ovvero clorofilla e biovolume totale medi annui, si mantengono su valori da lago oligotrofo. Tuttavia, la presenza di *Stephanodiscus alpinus* nel gruppo delle dominanti dal 2009 al 2013, deve indurre a mantenere sotto continua sorveglianza l'evoluzione dell'ambiente. Altre conferme, in questo senso, osservate nel corso del triennio, riguardano la presenza, nel gruppo delle dominanti, di *Aulacoseira* spp. e *Diatoma tenuis* entrambi organismi che privilegiano acque più ricche di nutrienti.

Tra i cianobatteri, è da segnalare l'accresciuta importanza di *Apahnizomenon flos-aquae*, già classificata tra le dominanti nel quinquennio precedente: questa specie potrebbe essere stata favorita dal leggero, ma costante, aumento delle concentrazioni di fosforo totale a partire dal 2010. Infatti, la letteratura scientifica descrive *A. flos-aquae* come una specie tipica di ambienti eutrofi (Hörnström, 1981; Reynolds *et al.*, 2002) e particolarmente sensibile alla carenza di fosforo.

Altri fenomeni, caratterizzanti il decennio appena trascorso e manifestatisi anche nel periodo 2013-'15, fanno ipotizzare un aumento della disponibilità dei nutrienti algali nel Lago Maggiore, pur, come già osservato, in un quadro di sostanziale stabilità degli indicatori di stato trofico attualmente utilizzati per la valutazione (numero di specie, clorofilla e biovolume medi annui). Ci si riferisce, in particolare, agli episodi

di fioritura che hanno interessato il bacino lacustre nella sua storia più recente. Ricordiamo che il quinquennio 2003-2007 si era chiuso segnalando le massicce fioriture cianobatteriche (*Dolichospermum lemmermanni*) degli anni 2005-2007. Questo cianobatterio è sempre stato tra le specie dominanti anche negli anni successivi, facendo anche registrare alcuni eventi di fioritura, peraltro modesti, come quelli osservati nel 2010, nel 2011 e nel 2014.

Accanto alle fioriture di cianobatteri, sono sicuramente da menzionare quelle imputabili alla cloroficea *Mougeotia* sp.: questo organismo è un componente tipico della flora pelagica del Lago Maggiore ed è estremamente comune in tutti i laghi profondi subalpini, sia a nord che a sud delle Alpi: per esempio, fioriture di *Mougeotia* hanno avuto luogo anche nel Lago di Lugano e nel Lago di Garda e sono state interpretate come segnale di peggioramento dello stato trofico (Salmaso, 2002; Simona, 2002). Nel Lago Maggiore, dopo l'impressionante fioritura occorsa nel 2011, si è avuto un altro evento di rilievo durante l'estate del 2015, sebbene con una estensione temporale decisamente più ridotta: un studio recente (Tapolczai *et al.*, 2015), condotto su diversi laghi profondi, europei e non, ha tentato di far luce sui possibili fattori ambientali che controllano lo sviluppo di *Mougeotia*, peraltro, senza che siano emerse evidenze decisive. Tra le ipotesi plausibili, almeno per quanto riguarda i fenomeni occorsi nel Lago Maggiore, vi è quella che assegna un ruolo significativo al controllo esercitato dai fattori climatici. In particolare, sia nel 2011 che nel 2015, la fioritura di *Mougeotia* si è verificata durante un periodo di anomalia climatica positiva, che nel 2011 si era manifestata già nel mese di Aprile, mentre nel 2015 ha interessato l'inizio dell'estate. E', dunque, lecito ipotizzare che un anomalo riscaldamento delle acque, indotto da temperature atmosferiche massime, che si mantengono superiori a 30° C per più giorni consecutivi, possa avere favorito la proliferazione di questa specie. La dinamica delle fioriture di *Mougeotia* sp. merita ulteriori indagini: tra l'altro, è da chiarire quale possa essere la fonte di nutrienti algali tale da poter sostenere una fioritura, in un ambiente attualmente oligotrofo, come il Lago Maggiore. Tra le ipotesi da esaminare, vi potrebbe essere quella secondo la quale significativi apporti di nutrienti potrebbero giungere al lago attraverso il dilavamento dei suoli, in occasione di eventi di precipitazione brevi ed intensi.

In conclusione, le dinamiche della successione fitoplanctonica osservate nel triennio 2013-'15, sembrano confermare la tendenza evidenziata negli ultimi anni, secondo cui gli eventi meteo-climatici hanno assunto un ruolo preponderante nel controllare lo sviluppo del fitoplancton e la dominanza di alcune specie. Dall'esame dei risultati ottenuti nell'ultimo decennio, sembra plausibile ritenere che, a fronte di uno stretto controllo sui carichi puntiformi di nutrienti, sia divenuto sempre più importante il ruolo degli apporti da fonti diffuse, soprattutto in relazione all'azione di eventi meteorologici estremi. Accanto a questi, il riscaldamento delle acque lacustri e le modificazioni del regime di mescolamento, in parte influenzati dalle fluttuazioni climatiche a scala continentale, come ampiamente descritto nei capitoli precedenti, possono determinare alterazioni nella fenologia del fitoplancton e favorire lo sviluppo di organismi ben adattati a queste nuove condizioni ambientali. Sul lungo termine, potremmo assistere ad eventi simili a quelli prodotti dal processo di eutrofizzazione sperimentato dal lago negli anni '60-'70, anche se le specie coinvolte potrebbero essere diverse: si può ipotizzare che le fioriture del periodo 2005-2015 siano segnali dell'evoluzione dell'ecosistema in questa direzione.

## Bibliografia

- Anneville, O., S. Souissi, S. Gammeter & D. Straile, 2004. Seasonal and inter-annual scales of variability in phytoplankton assemblages: comparison of phytoplankton dynamics in three peri-alpine lakes over a period of 28 years. *Freshwater Biology* 49: 98-115.
- Hörnström, E. 1981. Trophic characterization of lakes by means of qualitative phytoplankton analysis. *Limnologica*, 13: 249-261.
- Leitao M., S. Morata, S. Rodriguez & J. Vergon, 2003. The Effect of perturbations on phytoplankton assemblages in a deep reservoir (Vouglans, France). *Hydrobiologia* 502: 73-83.
- Marchetto, A., A. Lami, S. Musazzi, J. Massaferrò, L. Langone & P. Guilizzoni, 2004. Lake Maggiore (N. Italy) trophic history: fossil diatom, plant pigments, and chironomids, and comparison with long-term limnological data. *Quaternary International*, 113: 97–110.
- Morabito, G., A. Oggioni & M. Austoni. 2012. Resource ratio and human impact: how diatom assemblages in Lake Maggiore responded to oligotrophication and climatic variability. *Hydrobiologia*, 698: 47-60.
- Pearl, H.W. 1988. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (cyanobacteria). In: C.D. Sandgren (Ed.), *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press: 261-315.
- Reynolds, C.S., V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores & S. Melo. 2002. Towards a functional classification of freshwater phytoplankton. *J. Plankton Res.*, 24: 417-428.
- Salmaso, N. 2002. Ecological patterns of phytoplankton assemblages in Lake Garda: seasonal, spatial and historical features. *J.Limnol.*, 61(1): 95-115.
- Simona, M. 2002. Winter and spring mixing depths affect the trophic status and composition of phytoplankton in the northern meromictic basin of Lake Lugano. *J.Limnol.*, 62(2):190-206.
- Tapolczai K., O. Anneville, J. Padisák, N. Salmaso N, G. Morabito, T. Zohary, R. D. Tadolnéké, F. Rimet. 2015. Occurrence and mass development of *Mougeotia* spp. (Zygnemataceae) in large, deep lakes. *Hydrobiologia*; 745 (1): 17-29.
- Znachor, P., E. Zapomelova, K. Rehakova, J. Nedoma, & K. Simek, K., 2008. The effect of extreme rainfall on summer succession and vertical distribution of phytoplankton in a lacustrine part of a eutrophic reservoir. *Aquatic Sciences*, 70: 77-86.