

Influenza sul ciclo del Carbonio della variabilità spazio-temporale della biomassa e della attività microbica nel Mare di Ross (Antartide)

R. La Ferla, F. Azzaro, M. Azzaro, G. Maimone, L.S. Monticelli

Istituto per l'Ambiente Marino e Costiero, CNR, Messina, Italia

rosabruna.laferla@iamc.cnr.it

SOMMARIO: Il contributo microbico alla biogeochimica del sistema Terra riveste un'importanza fondamentale per il mantenimento dell' equilibrio della ecosfera ed, in particolare, nell'Oceano Antartico che rappresenta un ecosistema chiave per la variabilità del clima terrestre. In questo lavoro vengono riportati contestualmente i risultati ottenuti nel Mare di Ross dal 1990 al 2005 sulla variabilità biomassa e le attività eterotrofiche del batterioplancton. Sono state indagate diverse zone (costiere e pelagiche, marginali e/o libere dai ghiacci) in diversi periodi (primavera e estate australe). Scopo della ricerca è definire i trends microbici, indicatori di tendenze ecosistemiche, in relazione alla variabilità interstagionale ed interannuale.

1 RUOLO DEI MICROORGANISMI NEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Microorganismi e clima

Il contributo microbico alla biogeochimica del sistema Terra riveste un'importanza fondamentale per il mantenimento dell'equilibrio della ecosfera e, in particolare modo, negli oceani che sono tra i primari controllori del clima e, nel contempo, costituiscono un serbatoio naturale per la CO₂ atmosferica.

I microorganismi sono infatti i principali attori della pompa biologica nel mare, attraverso i processi fotosintetici di assimilazione di CO₂ nella zona eufotica e respiratori nell'intera colonna d'acqua, consentendone il sequestro nelle profondità oceaniche. L'interesse scientifico verso i cambiamenti climatici e le interrelazioni con le biocenosi microbiche marine si è sviluppato solo recentemente. Poche conoscenze esistono ancora sulla variabilità dei flussi di C a diverse scale spaziali e temporali. Tale esigenza è particolarmente urgente nell'Oceano Antartico che rappresenta un ecosistema chiave per la conoscenza globale del clima terrestre, in

quanto funge da “pozzo freddo” e motore delle correnti oceaniche di tutto il Pianeta.

L'Oceano Antartico nel clima globale

L'Oceano Antartico, pur rappresentando solo il 10 % della superficie oceanica dell'idrosfera, è responsabile dell'uptake di circa un terzo di tutta la CO₂ di origine antropica assorbita dagli oceani (Lancelot 2007). L'estrema variabilità stagionale (basti pensare alle implicazioni dovute all'alternanza luce-buio nell'arco dell'anno) fa sì che l'Antartide oscilli tra fasi di assorbimento e rilascio di CO₂, costituendone alternativamente un serbatoio o una sorgente. Nel Mare di Ross, a tale variabilità temporale va ad aggiungersi nel periodo primaverile-estivo, un peculiare dinamismo trofico dovuto allo scioglimento dei ghiacci a partire dalla polynia della Ross Ice Shelf, che ne aumenta la variabilità anche su scala spaziale.

Nell'ambito del PNRA, sono stati condotti numerosi progetti nel mare di Ross, area strategicamente importante sia per le dinamiche circolatorie che per le dinamiche trofiche a livello globale. In tale zona si formano masse

d'acqua che diffondono nell'Oceano Pacifico e avvengono bloom fitoplanctonici tra i più estesi e sviluppati del pianeta (Di Tullio et al. 2000, Ducklow et al. 2001).

In questo lavoro vengono riportati i risultati sulla biomassa e le attività eterotrofiche del batterioplancton ottenuti nel Mare di Ross nell'ultimo decennio, in diversi periodi (primavera e estate australe) e zone (costiere e pelagiche, marginali e/o libere dai ghiacci). Scopo della ricerca è quello di definire i *trends* microbici, indicatori di tendenze ecosistemiche in relazione alla variabilità interstagionale ed interannuale.

2 ATTIVITÀ DI RICERCA NEL MARE DI ROSS

2.1 Progetti e Metodologie

Nell'ambito di numerosi progetti del PNRA (Area Marina Protetta Baia Terra Nova, Bioseso 2, Abioclear, Victoria Land, Rossmize, etc) è stato acquisito un importante data set sulla biomassa microbica e sulle attività metaboliche degradative della sostanza organica nel Mare di Ross dal 1990 al 2005. Lo studio della biomassa batterioplanctonica è stata effettuata mediante analisi d'immagine (La Ferla et al. 2005); la biomassa totale e frazionata, nelle categorie dimensionali pico-, nano- e micro-planctoniche, mediante quantificazione dell'ATP (adenosin-tri-fosfato); i tassi respiratori mediante lo studio dell'attività ETS (*Electron Transport System*); i tassi di idrolisi enzimatica mediante la stima della leucina aminopeptidasi (LAP), β -glucosidasi (β -GLU) e fosfatasi alcalina (AP); la produzione batterica secondaria mediante incorporazione di ^3H -leucina utilizzando parametri cinetici determinati *in situ*.

I dettagli metodologici sono riportati in La Ferla *et al.* (in stampa), Monticelli *et al.* (2003), Azzaro *et al.* (2006).

3 RISULTATI RILEVANTI

Studi condotti nella zone marginali dei ghiacci (MIZ) e nelle zone coperte dal pack (PIZ) hanno mostrato rispettivamente alti e bassi

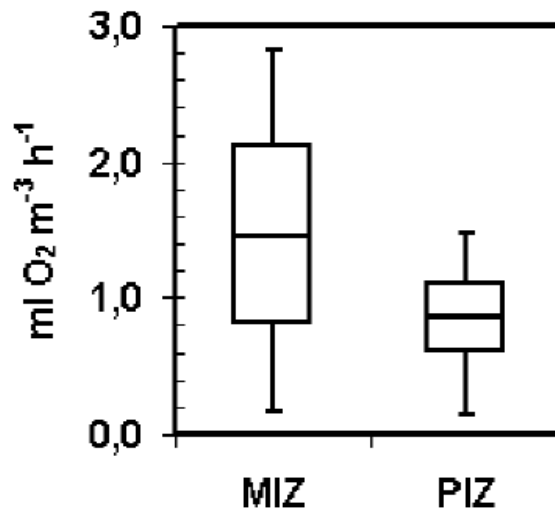


Fig. 1: Box-plot che mostra i ranges e le mediane della attività respiratoria (ETS) nella zona di scioglimento del ghiaccio (MIZ) e nella zona coperta dal ghiaccio (PIZ).

livelli respiratori nelle due aree (Fig.1), rispecchiando la variabilità dello *standing stock* e la produttività fitoplanctonica (Azzaro *et al.* 2004). Inoltre, i rapporti metabolici tra Produzione Primaria e Respirazione (PP/R) hanno mostrato che la zona libera dai ghiacci è un sistema produttivo ($\text{PP/R} > 1$) mentre la zona coperta dai ghiacci è nettamente consumatore ($\text{PP/R} < 1$). Tale variabilità interstagionale estesa su scala annuale fa ipotizzare che

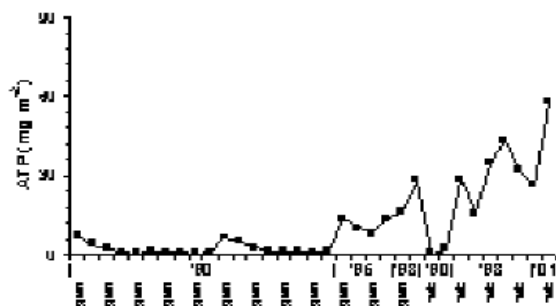


Fig 2: Andamento delle biomasse totali nella zona costiera.

nel Mare di Ross i microrganismi agiscono come *sink* di CO_2 nei periodi primaverili-estivi e come *source* nei periodi invernali. Infatti in questo periodo il bilancio di C è preminentemente modulato dai processi eterotrofici (Karl 1993).

L'andamento delle biomasse microbiche totali, relativo al periodo primaverile-estivo nell'arco di 11 anni, mostra diversi trends nella zona

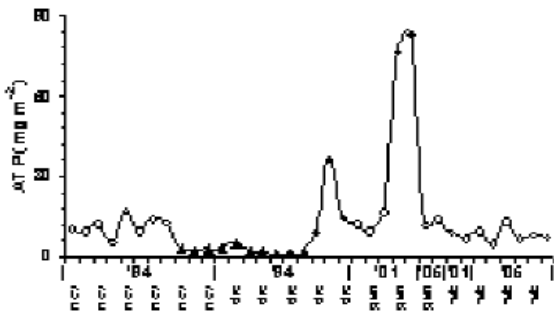


Fig 3: Andamento delle biomasse totali nella zona pelagica. (●: aree marginali o libere dai ghiacci; ●: aree coperte dai ghiacci; ▲: aree di polynia e del mooring A).

costiera e pelagica. Nella zona costiera (Fig. 2) è evidente un incremento interannuale che va delineandosi nell'arco di una decina d'anni. L'andamento dei dati nelle aree pelagiche (Fig. 3) mette in rilievo una scarsa variabilità interannuale mostrando invece differenti livelli di biomassa in base alla copertura dei ghiacci.

Gli sporadici eventi fuori tendenza sono leggibili nell'ambito di condizioni a microscala (massivo *bloom* algale nella polynia nel Dic. '94 e nel sito del *mooring* A nel Gen. 2001). Una comparazione tra dati microbiologici, biochimici e sedimentologici (Catalano *et al.*, 2006), ha messo in luce che la sostanza organica riciclata nella piattaforma continentale è significativamente maggiore di quella scambiata con l'oceano, nonostante Sorokin (1971) avesse già ipotizzato che l'elevata produzione fitoplancton, spesso disaccoppiata dalla utilizzazione batterica, fosse esportata attraverso le dinamiche circolatorie antartiche e utilizzata in ecosistemi temperati e subtropicali.

4 PROSPETTIVE FUTURE

Questo lavoro vuole contribuire non solo alla conoscenza dell'ecosistema antartico ma anche alla comprensione delle sue dinamiche evolutive per accrescere la significatività dei modelli revisionali. Infatti, comparando le simulazioni modellistiche con i dati sperimentalmente collezionati in campo su lunghe scale temporali si potranno testare sia la performance che la reale significatività dei modelli stessi. In tale ambito il progetto

“Vulnerabilità delle Coste e degli ecosistemi marini italiani ai cambiamenti climatici e loro ruolo nei cicli del carbonio mediterraneo” (VECTOR), ha aperto una linea di ricerca per sviluppare una banca dati in cui raccogliere le attività finora svolte in ambiente antartico da istituti di ricerca italiani.

La mancanza di conoscenze sinottiche dell'Oceano Antartico è legata alle peculiarità stesse di questo ecosistema, che aggravano le difficoltà logistiche per il recupero di dati sperimentali. La cooperazione a livello internazionale potrebbe costituire un importante complemento alle nostre conoscenze e di conseguenza nelle predizioni future. La formulazione di clusters specifici realizzatasi nell'ambito dell'International Polar Year (IPY) poteva essere un'opportunità per colmare le lacune esistenti a livello di cooperazione internazionale.

5 BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Azzaro, M., La Ferla R., Azzaro F. 2006. Microbial respiration in the aphotic zone of the Ross Sea (Antarctica). *Mar. Chem.*, 99: 199-209
- Azzaro, M., La Ferla R., Ribera d'Alcalá M. 2004. Spatial variability of microplankton respiration in the Ross Sea (Antarctica) during austral spring. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 37.
- Catalano G., Budillon G., La Ferla R., Povero P., Ravaioli M., Saggiomo V., Accorsero A., Azzaro M., Carrada G.C., Giglio F., Langone L., Mangoni O., Mistic C., Modigh M. 2006. A global budget of carbon and nitrogen in the Ross Sea (Southern Ocean). In: Liu KK, Atkinson L, Quiñones R, Talaue-McManus L, Eds, Carbon and Nutrient Fluxes in Continental Margins: A Global Synthesis, 450 pp, Global Change, The IGBP Series, Springer, Berlin.
- Di Tullio, G.R., Grebmeier J.M., Arrigo K.R., Lizotte M.P., Robinson D.H., Leventer A., Barry J.P., VanWoert M.L., Dunbar R.B. 2000. Rapid and early export of

- Phaeocystis antarctica* blooms in the Ross Sea, Antarctica. *Nature* 404: 595-598.
- Ducklow, H., Carlson C., Church M., Kirchman D., Smith D., Steward G. 2001. The seasonal development of the bacterioplankton bloom in the Ross Sea, Antarctica, 1994-1997. *Deep-Sea Res. II* 48: 4199-4221.
- Karl, D.M. 1993. Microbial processes in the southern oceans. In: Friedman EI (ed) *Antarctic Microbiology*. Wiley & sons, New York, pp:1-63.
- La Ferla, R., Azzaro F., Azzaro M., Lo Giudice A., Maimone G. (in stampa). Locally derived carbon conversion factors for the estimation of bacterioplankton biomass in the Ross Sea (Antarctica). *J. Mar.Sys.*
- Lancelot, C. 2007. Southern Ocean ecosystem: key for global climate. *Science & Technologies, Climate Change*. www.sciencepoles.org
- Monticelli, L.S., La Ferla R., Maimone G. 2003. Dynamics of bacterioplankton activities after a summer phytoplankton bloom period in Terra Nova Bay. *Antarctic Science* 15 (1): 85-93.
- Sorokin, Y.I. 1971 Bacterial populations as components of oceanic ecosystem. *Mar Biol* 11: 101-105.