

batterioplancton e microbial loop

Vivia Bruni



Nei mari antartici, come in tutti i mari del mondo, la comunità microbica è abbondante e ricopre un ruolo importante per il funzionamento dell'ecosistema.

In effetti, sino a circa vent'anni fa, si riteneva che nell'Oceano Antartico il trasferimento di materia e di energia avvenisse esclusivamente attraverso una catena alimentare molto semplice e lineare, costituita da diatomee, krill e grossi predatori. Recentemente, con il progredire delle tecniche microbiologiche, questo semplice schema è stato rivisto in quanto è stato dimostrato che gli organismi di dimensioni comprese tra 0,2 e 20 μm sono alla base della catena alimentare antartica.

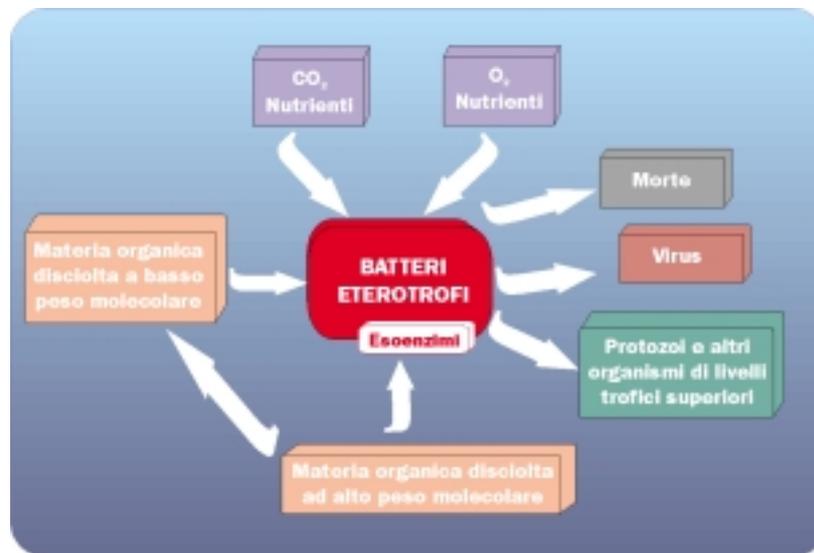
All'interno di questa comunità microbica, i batteri eterotrofi, che costituiscono la popolazione più numerosa, effettuano funzioni di fondamentale importanza, quali la rigenerazione dei nutrienti inorganici e la produzione secondaria di carbonio. Essi sono, infatti, capaci di utilizzare per il loro sviluppo la materia organica disciolta (DOM) che deriva dagli organismi autotrofi e dall'attività metabolica degli altri organismi eterotrofi di più grandi dimensioni presenti nell'ambiente pelagico.

La materia organica biodegradabile è per lo più presente sotto forma di biopolimeri macromolecolari, che non possono essere direttamente assunti dalla cellula microbica. Tali composti complessi, pertanto,

devono essere idrolizzati da esoenzimi che li trasformano in substrati monomerici più semplici. Una volta assunti dai batteri, i substrati possono essere catabolizzati o respirati o usati per la produzione di biomassa batterica. La degradazione di materia organica disciolta (DOM) e particellata (POM) viene effettuata da gruppi fisiologici di microrganismi (batteri, lieviti e funghi) appartenenti a gruppi tassonomici e specie diversi. Il recupero della sostanza organica

disciolta per via batterica costituisce il cosiddetto "microbial loop", del quale fanno parte, oltre ai batteri eterotrofi, i nanoflagellati eterotrofi ed i ciliati.

Variazioni stagionali estreme costituiscono una caratteristica degli ecosistemi marini antartici e condizionano la struttura trofica e l'efficienza ecologica delle catene alimentari. Sono state ipotizzate, di conseguenza, quattro differenti fasi del ciclo della produzione, che si susseguono nel corso dell'anno.

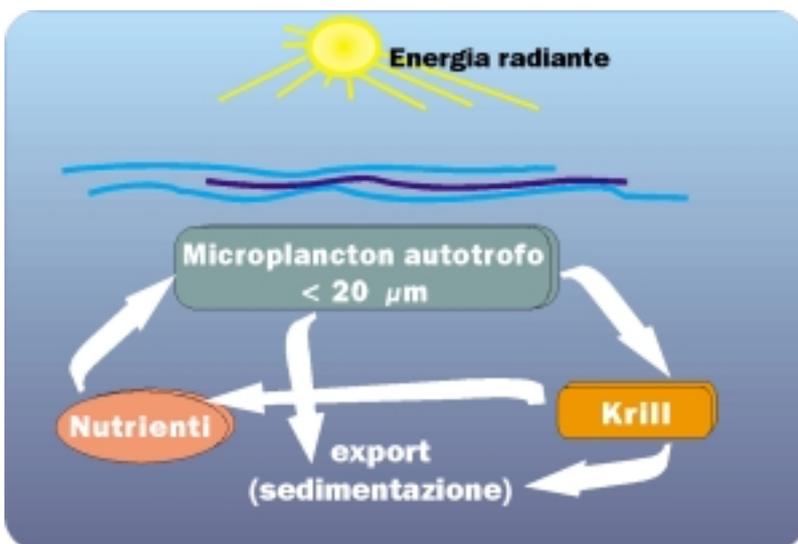
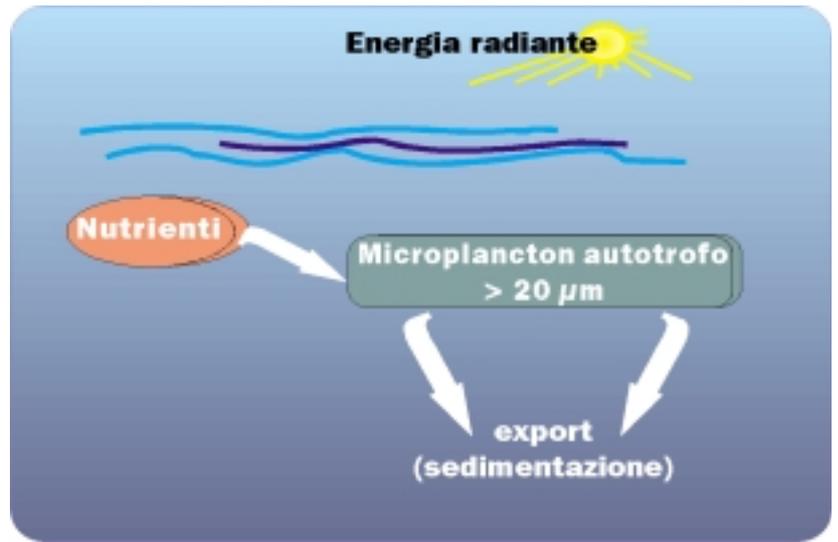


▲ Schema del microbial loop



La fase A (inizio primavera) rappresenta l'inizio della fioritura (bloom) fitoplanctonica. La produzione basata sull'incorporazione del nitrato (NO_3) è dominante, cioè è di "tipo nuovo"; i nutrienti inorganici disciolti (C, N, P, Si) vengono utilizzati e convertiti in biomassa algale, costituita da organismi autotrofi del microplancton (di dimensioni $> 20 \mu\text{m}$, soprattutto diatomee), che si accumula nella zona eufotica; l'escrezione è bassa, il grazing del macrozooplancton è minimo; il microbial loop è assente; l'esportazione (export) del materiale particellato è scarsa e composta da cellule fitoplanctoniche che sedimentano al fondo; i processi bentonici sono dormienti.

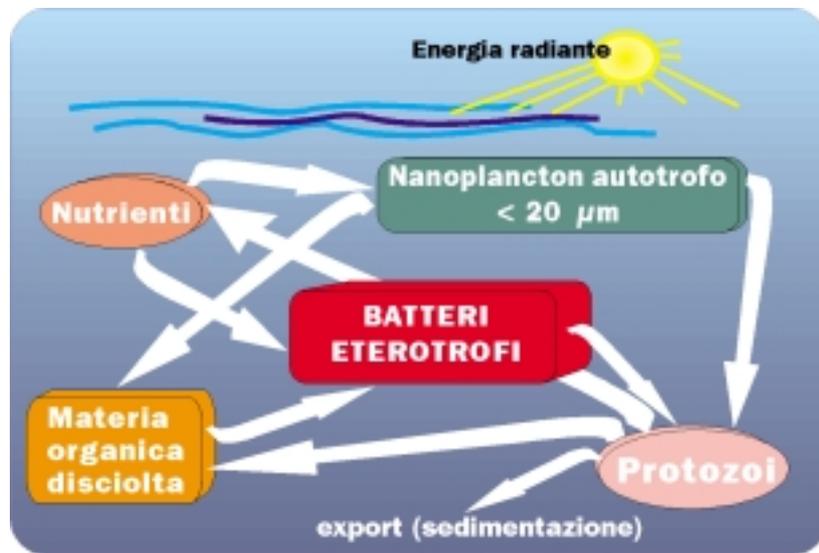
▼ Fase A: inizio primavera



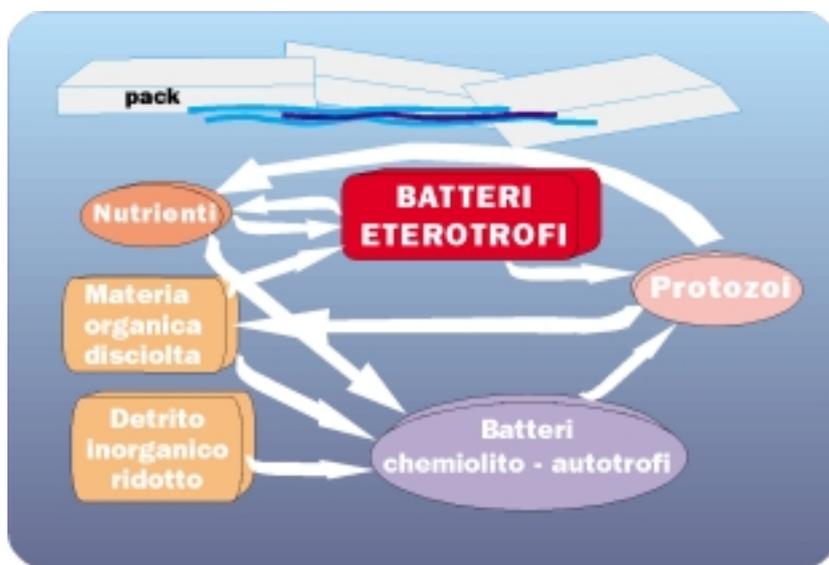
▲ Fase B: inizio estate

La fase B (inizio estate) corrisponde al periodo del massimo grazing del macrozooplancton; la produzione è basata sull'assimilazione dell'ammoniaca (NH_3), cioè è di tipo "rigenerato"; la biomassa algale iniziale viene sostituita con organismi autotrofi di dimensioni cellulari $< 20 \mu\text{m}$ (soprattutto Flagellati); la produzione di sostanza organica disciolta (DOM) da escrezione, grazing, morte o autolisi è elevata. Le popolazioni macrozooplanctoniche e batteriche si accrescono abbondantemente, l'export di materiale particellato è elevato e costituito in prevalenza da residui fecali (fecal pellets) del macrozooplancton (soprattutto krill); il metabolismo degli organismi bentonici è intenso.

Fase C (tarda estate) corrisponde al periodo "post bloom". La biomassa (standing stock) fitoplanctonica e la produzione primaria sono basse, prevalgono gli organismi autotrofi del nanoplancton (di dimensioni $< 20 \mu\text{m}$, soprattutto Flagellati), mentre la produzione secondaria batterica e quella dei protozoi sono elevate, le particelle virali ed il detrito non vivente si accumulano. Il flusso del particolato è scarso e costituito per la maggior parte dai fecal pellets del microzooplancton e da aggregati organici; il metabolismo bentonico continua.



▲ Fase C: tarda estate



▲ Fase D: inverno

La fase D, infine, corrisponde all'inverno. I processi di produzione fotoautotrofa sono molto scarsi ed integrati da quelli chemiolito-autotrofi, che si sviluppano su composti inorganici ridotti (per es. per attività dei batteri autotrofi nitrificanti e solfoossidanti). Le cellule batteriche entrano in una condizione di sopravvivenza e di digiuno (starvation-survival); le popolazioni di microzooplancton sono poco numerose; gli standing stock di materia particolata (vivente e non vivente) sono scarsi; i nutrienti sono elevati; il flusso del particolato e le attività metaboliche sono al loro minimo annuale.

Nelle acque del largo dei mari antartici, le cosiddette "acque blu", dove gli standing stock del fitoplancton sono poco abbondanti durante tutto l'anno (clorofilla $a < 1 \mu\text{g/l}$) e dove i bloom primaverili non si sviluppano, i processi del "microbial loop" possono essere gli unici a verificarsi.

In conseguenza delle estreme variazioni delle condizioni ambientali, nel corso dell'anno si riscontra un'elevata variabilità spaziale e temporale degli organismi appartenenti alla comunità microbica e delle loro attività. La densità del batterioplancton (soprattutto picoplancton, costituito da cellule di dimensioni comprese tra $0,2$ e $2 \mu\text{m}$) nelle acque marine antartiche presenta variazioni dipendenti dalla stagione e dal sito (10^7 - 10^9 cellule per litro).

Nella Baia di Terra Nova (Mare di Ross), i valori, ottenuti mediante conteggi diretti al microscopio ad epifluorescenza, sono stati in media dell'ordine di 10^8 cellule per litro.

Osservate con il microscopio a scansione, le cellule appaiono a forma di bastoncino, di vibrione, di spirillo e di cocco (a sfera); di queste ultime, quelle di dimensioni comprese tra $0,2$ e $2 \mu\text{m}$ e con volume medio di $0,14 \mu\text{m}^3$, sono senza dubbio le più abbondanti.

Gli organismi fotosintetici di piccole dimensioni cellulari (0,2-2 μm) sono presenti in quantità comprese tra 10^4 - 10^7 cellule per litro. Tra tali organismi le cellule algali eucariotiche sono nettamente prevalenti rispetto a quelle cianobatteriche.

I batteri eterotrofi aerobi, coltivabili su Marine Agar (Difco), presenti nelle acque in densità cellulari di 10^2 - 10^4 CFU (Unità Formanti Colonie) per millilitro, formano, sul terreno di coltura in piastra, colonie batteriche per lo più pigmentate, con prevalenza di quelle in giallo-arancio. I ceppi batterici isolati e mantenuti in coltura pura sono per lo più Gram-negativi ed alcuni "psicrotolleranti" (capaci di svilupparsi in un ambito di temperatura compreso tra 4 e 30° C). L'identificazione dei ceppi, effettuata presso i laboratori di microbiologia marina del Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Università degli Studi di Messina, ha dimostrato che in maggior numero essi appartenevano ai generi *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Flavobacterium/Cytophaga*, *Micrococcus*.



▲ Piastra di coltura batterica

Foto al microscopio elettronico a scansione (SEM) delle diverse tipologie di batteri:

A) forme varie (spirilli, cocchi, vibroni, bastoncelli); B) cocchi; C) vibroni



◀ A



B ▶



◀ C

*I testi e le foto sono di Vivia Bruni e Teresa L. Maugeri.
Ha collaborato Concetta Gugliandolo.*

*Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina
Laboratorio di Microbiologia Marina
Università degli Studi di Messina
Salita dello Sperone, 31
98166 - MESSINA*

Per un approfondimento degli argomenti trattati è possibile consultare gli Autori o rivolgersi alla Sezione dell'MNPA di Genova.