

Biol. Mar. Medit. (2003), 10 (2), 1086-1092

VARIAZIONI SPAZIO-TEMPORALI DELLE CARATTERISTICHE BIOCHIMICHE
NEL NORD ADRIATICO NELL'ESTATE 2001
SPATIAL AND TEMPORAL BIOCHEMICAL VARIATION IN THE NORTHERN
ADRIATIC SEA DURING SUMMER 2001

Running head: Variazioni biochimiche nel nord Adriatico durante l'estate 2001

P. Fornasiero, A. Campanelli, F. Grilli, M. Marini

Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima - CNR, Largo Fiera della Pesca, 60125 Ancona

Abstract

*Nel giugno e nel settembre del 2001 sono state effettuate due crociere oceanografiche nel nord Adriatico, da Numana (An) a Chioggia (Ve), dall'Italia alla Croazia, con misurazioni di temperatura, salinità, fluorescenza, irradianza, ossigeno disciolto e nutrienti. Nel lavoro vengono posti in relazione tra loro l'ossigeno disciolto, la fluorescenza, i nutrienti, l'irradianza e le portate del Po, con lo scopo di osservare le loro variazioni biochimiche nello spazio e nel tempo. Dallo studio risulta che gli inputs del Po e l'irradianza sono fattori importanti nella distribuzione della clorofilla *a* e dell'ossigeno disciolto in superficie, e che i processi di mineralizzazione determinano una marcata ipossia in un'ampia area al largo della foce del Po.*

Key-words

Dissolved oxygen, fluorescence, chlorophyll *a*, irradiance, river outflow

Introduzione

Il nord Adriatico riceve notevoli apporti dal Po, per un totale pari al 50% delle acque dolci (UNESCO, 1978), le quali tendono ad incrementare lo stato trofico del sistema (Zoppini *et al.*, 1995).

Durante l'estate tra i fattori fisici e biogeochimici che determinano la distribuzione della clorofilla *a*, dell'ossigeno e dei nutrienti sono da considerare fondamentali la stratificazione della colonna d'acqua, le portate del Po, l'irradianza, il consumo biologico di nutrienti, la mineralizzazione, sia nello strato superficiale sia sul fondo (Degobbis, 1990; Zoppini *et al.*, 1995; Zavatarelli *et al.*, 1998; Degobbis *et al.*, 2000).

In questo lavoro vengono posti in relazione tra loro l'ossigeno disciolto, la fluorescenza *in situ* e quella misurata dal satellite, l'irradianza, le portate del Po e le concentrazioni di nutrienti con lo scopo di osservare l'ecosistema del nord Adriatico (profondità < 80m) e le sue variazioni biochimiche spazio-temporali.

Materiali e metodi

Le due crociere oceanografiche, denominate JOINT1 (22-28/06/01) e JOINT2 (25/09-03/10/01), si sono svolte lungo 9 transetti posti nell'area settentrionale dell'Adriatico, da Numana (An) a Chioggia (Ve), dall'Italia alla Croazia, per un totale di circa 130 stazioni (CTD), di cui circa 75 con campionamento d'acqua. In entrambe le crociere sono stati misurati diversi parametri: temperatura, salinità, clorofilla *a* (fluorescenza *in situ*), irradianza (PAR), ossigeno disciolto e nutrienti.

La temperatura e salinità sono state misurate su tutta la colonna d'acqua, con sonda CTD (SBE9/11plus), la fluorescenza con un fluorimetro della Sea Tech (modello LS6000), i campioni per le analisi chimiche sono stati prelevati da bottiglie Niskin a quote opportune. L'ossigeno disciolto è stato direttamente determinato a bordo secondo il metodo Winkler (1888), con metodo potenziometrico, i nutrienti (silicati, nitrati, nitriti, ammonio, ortofosfati) sono stati analizzati con Autoanalyzer secondo la metodologia di Strickland e Parsons (1968).

Risultati

Durante la prima crociera, effettuata all'inizio dell'estate, il bacino del nord Adriatico presenta uno strato superficiale saturo d'ossigeno, con massimi di percentuale di saturazione intorno al 120% nel versante italiano, tra il transetto di Po di Goro e quello di Cesenatico. L'area compresa tra questi due transetti è attraversata da una massa d'acqua più

calda (23,5-24°C), meno salata (33psu) e meno densa (22,5kg/m³) rispetto al resto del bacino, con un valore medio di clorofilla *a* pari a 3µg/l. I minimi di saturazione (82-88%) si registrano nelle stazioni costiere di Fano ed Ancona (povere d'ossigeno anche sul fondo). Nello strato superficiale del versante croato, a sud della penisola istriana, si nota invece una massa d'acqua più fredda (22,2-23,3°C), più salata (37-38psu), meno satura d'ossigeno (98-107%), particolarmente povera sia di clorofilla *a* (0,1-0,2µg/l) sia di nutrienti (nitrati <1,5µmol/l; ortofosfati <0,14µmol/l; silicati <5µmol/l).

I nitrati (<3,7µmol/l) e la clorofilla *a* (<2µg/l) mostrano incrementi (fino a raggiungere le 5µmol/l e 8,4µg/l rispettivamente) solo nell'area sottostante il Po, dovuti alle abbondanti portate del fiume, confermate sia dai dati di salinità delle stazioni più costiere sia dai dati delle portate del Po (Magistrato del Po). Le scarse concentrazioni di nitrati e silicati in tutto il bacino rispecchiano una tipica oligotrofia estiva, sebbene esse siano più elevate rispetto ai dati del Dataset ABCD.2 (Zavatarelli *et al.*, 1998). In superficie i nutrienti, a causa della loro variabilità, dovuta ad un bilancio tra l'immissione fluviale ed il consumo biologico, non si correlano significativamente con la salinità.

In superficie è evidente invece come la clorofilla *a* diminuisca all'aumentare della salinità secondo un modello esponenziale ($r=0.87$, $n=64$, $P<0.001$, fig. 1), confermando l'influenza degli apporti fluviali nello stato trofico nel sistema Adriatico (Zoppini *et al.*, 1995).

Inoltre, sempre in superficie, l'ossigeno disciolto è correlato positivamente con la clorofilla *a*, secondo un modello esponenziale ($r=0.61$; $n=58$, $P<0.001$).

Nello strato di fondo si osserva un naturale decremento della saturazione d'ossigeno rispetto alla superficie, dovuto alla stratificazione termica: esso è marcato solo nelle stazioni costiere di Fano (50%) ed in quelle del largo di Po di Goro e Cesenatico (57-70%). In quest'area è stata riscontrata una relazione lineare positiva tra AOU (utilizzo apparente di ossigeno) e i silicati ($r=0.91$, $n=9$, $P<0.001$, fig. 2). Nella colonna d'acqua e sul fondo la clorofilla *a* non è più in relazione né con la saturazione d'ossigeno né con la salinità.

Durante la seconda crociera, alla fine dell'estate, si osserva una diminuzione della saturazione d'ossigeno e della clorofilla *a* superficiali, in particolare nell'area sottostante la foce del Po, fino al transetto di Cesenatico. La diminuzione d'ossigeno lungo la colonna d'acqua può essere interpretata come un effetto di una circolazione semi-chiusa e di un'alta stabilità verticale della colonna d'acqua fortemente stratificata durante l'estate (Franco *et al.*, 1982). Inoltre tali decrementi possono essere giustificati da una generale diminuzione dell'irradianza, mediamente del 77% lungo tutta la colonna d'acqua.

La diminuzione della clorofilla *a* nel sistema è legata anche alla diminuzione delle portate del Po rispetto all'inizio dell'estate: tra il 20 e il 26/06 la portata media è stata di 1603m³/sec, tra il 24 e il 30/09 è stata di 1239m³/sec. Nello strato superficiale si osserva una correlazione lineare negativa tra la clorofilla *a* e la salinità ($r=0.93$, $n=88$, $P<0.001$, fig. 1).

Il decremento della saturazione d'ossigeno al fondo, evidente al largo di fronte alla foce del Po (tra il transetto dell'Adige e di Ravenna), è stato correlato con l'aumento dei silicati e di sali d'azoto, determinato dall'intensa attività di mineralizzazione ($r=0.94$, $n=10$, $P<0.001$ per i silicati; $r=0.75$, $n=10$, $P<0.005$ per i sali d'azoto, fig. 2). Inoltre, sempre in quest'area, il decremento d'ossigeno risulta correlato con l'incremento dei silicati tra giugno e settembre ($r=0.96$, $n=10$, $P<0.001$).

Per rendere più complete le informazioni riguardo alla distribuzione della clorofilla *a* nel nord Adriatico si sono confrontati i dati di clorofilla *a* registrati dal satellite (www.me.sai.jrc.it) con quelli della clorofilla *a* misurati *in situ* con il fluorimetro, sia nel

mese di giugno sia nel mese di settembre 2001. Lo studio ha rivelato una correlazione lineare positiva ($r=0.91$, $n=59$, $P<0,001$, fig. 3), con un coefficiente angolare pari a 1,38.

Conclusioni

L'analisi dei dati raccolti nel nord Adriatico nell'estate 2001 conferma l'importanza delle portate del Po e dell'irradianza nella regolazione delle concentrazioni superficiali di clorofilla *a*.

Dai risultati ottenuti si ritiene utile integrare lo studio della variabilità biochimica nel bacino Adriatico con i dati di clorofilla *a* da satellite, in quanto essi sono dello stesso ordine di grandezza delle misure *in situ*.

Sul fondo la diminuzione dell'ossigeno durante l'estate è risultata più evidente al largo della foce del Po (trassetto Adige-Ravenna), in correlazione con un aumento di nutrienti.

Bibliografia

DEGOBBIS D. (1990) - A stoichiometric model of nutrient cycling in the northern Adriatic Sea and its relation to regeneration processes, *Marine Chemistry*, 29: 235-253.

DEGOBBIS D., PRECALI R., IVANCIC I., SMODLAKA N., FUKS D. & KVEDER S. (2000) - Long-term changes in the northern Adriatic ecosystem related to anthropogenic eutrophication. *Int. J. Environment and Pollution*, 13 (1-6): 495-533.

FRANCO P., JEFTIC Lj., MALANOTTE-RIZZOLI P., MICHELATO A. & ORLIC M. (1982). Descriptive model of the northern Adriatic. *Oceanologica Acta* 5: 379-389.

STRICKLAND J.D.H. & PARSONS T.R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Bullettin Fisheries Research Board of Canada*, 167: 1-312.

UNESCO 1978 – Meeting of National Committee for the International Hydrobiological Programme of mediterranean Countries, Rome 9-12/10/78. IMP/MED/1.

ZAVATARELLI M., RAICICH F., BREGANT D., ARTEGIANI A., RUSSO (1998) - A Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic. *Journal of marine sistem*, 18: 227-263.

ZOPPINI A., PETTINE M., TOTTI C., PUDDU A., ARTEGIANI A., PAGNOTTA R. (1995) - Nutrients, standing crop and primary production in western coastal waters of the Adriatic sea. *Estuarine, Coastal and shelf science* 41: 493-513.

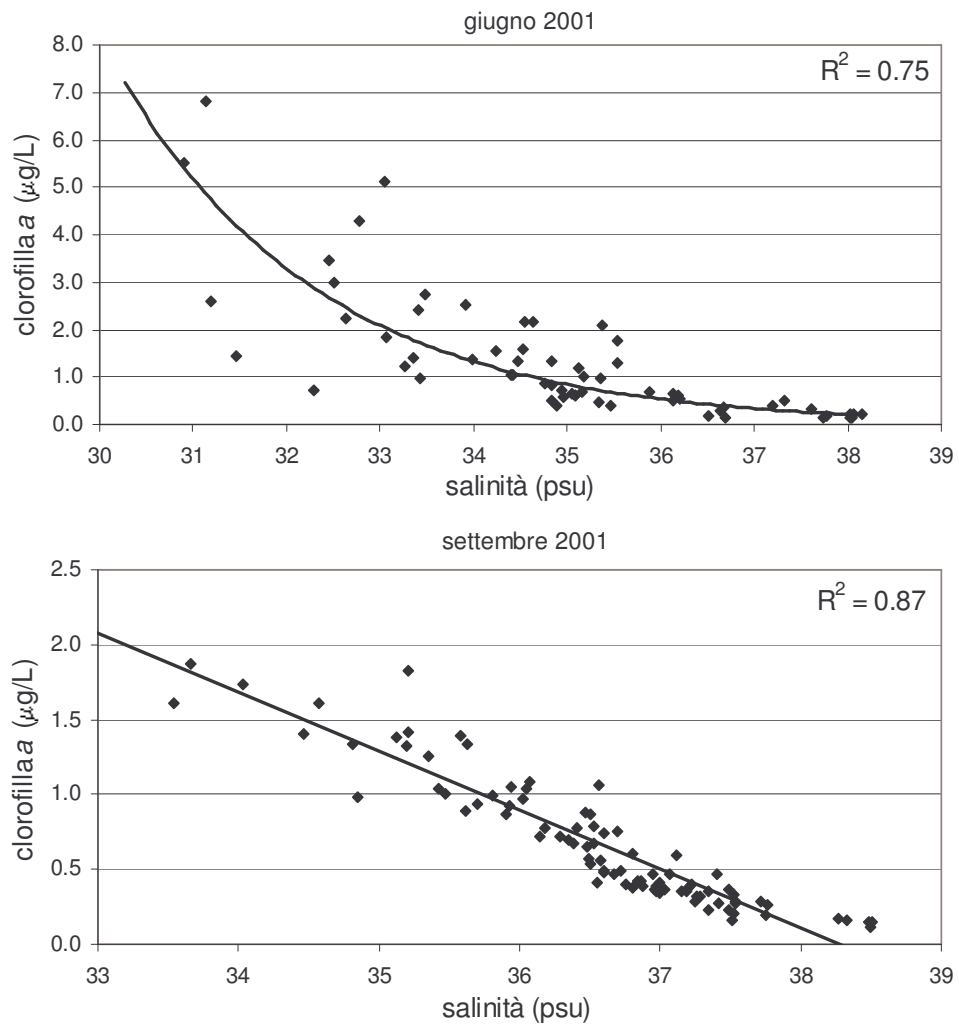


Fig.1 Correlazione tra la salinità (psu) e la clorofilla *a* (fluorescenza *in situ*) nello strato superficiale del nord Adriatico, nel giugno 2001 (in alto) e nel settembre 2001 (in basso)

Fig.1 Correlation between salinity (psu) and chlorophyll *a* (fluorescence *in situ*) in the surface layer, in the Northern Adriatic Sea, in June 2001 (up) and September 2001 (down)

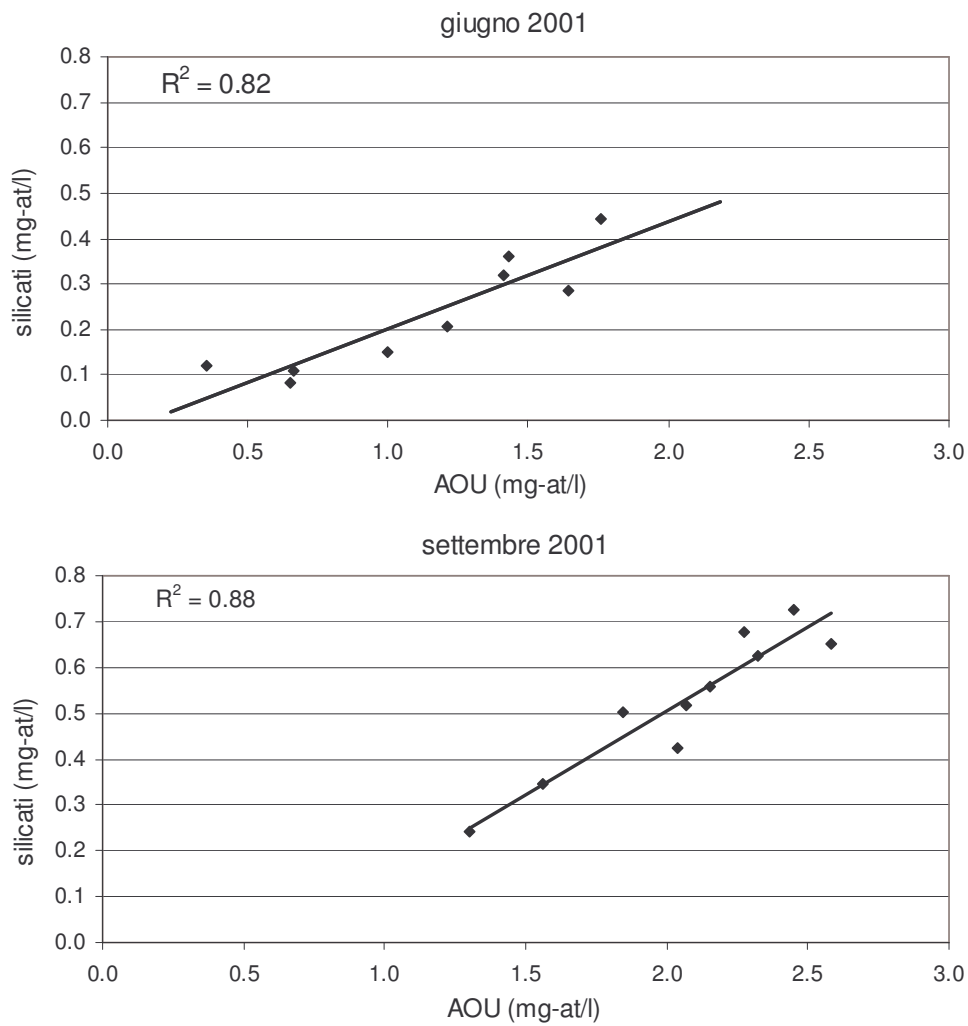


Fig. 2 Correlazione tra AOU e silicati sul fondo delle stazioni ipossiche (al largo della foce del Po) nelle due crociere

Fig. 2 Correlation between AOU and silicates in the hypoxic stations (offshore the Po estuary) in both cruises.

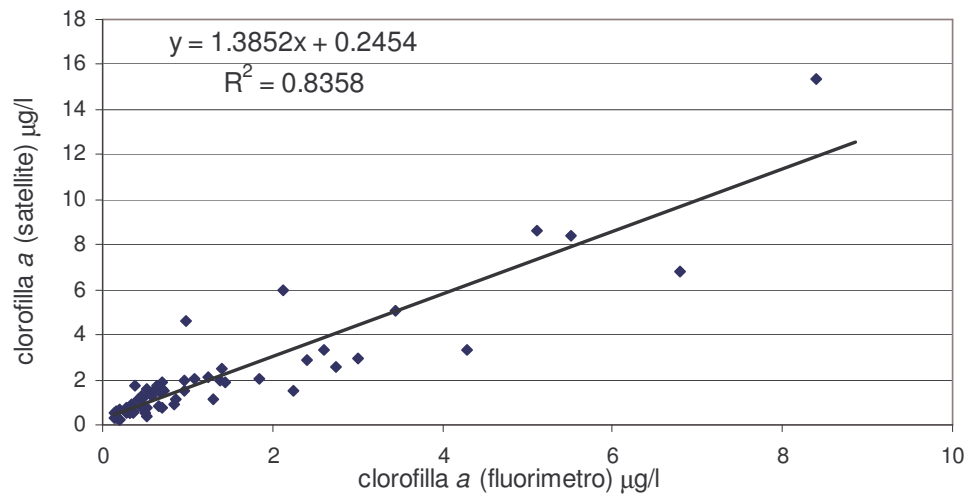


Fig. 3 Correlazione tra la clorofilla *a*, registrata dal satellite e misurata *in situ*, su 37 stazioni (giugno e settembre 2001)

Fig. 3. Correlation between chlorophyll *a*, recorded by satellite and by fluorimeter *in situ*, on 37 stations (June and September 2001)