

El fitoplàncton del litoral de Menorca com indicador de l'estat ecològic en el context de la Directiva marc de l'aigua (DMA)

Margarita Puigserver, Núria Monerris i Gabriel Moyà

Grup d'Ecologia Interdisciplinària

Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears

Introducció

Les algues, en general, i les microalgues (cianobacteris i algues microscòpiques) en particular, des de fa temps s'utilitzen com indicadors ecològics (Shubert, 1984; Round, 1988). El fitoplàncton, gràcies a les altes taxes de renovació i les reduïdes dimensions que el caracteritzen, és un bon indicador de les variacions en les característiques dels medis aquàtics tant en l'espai com en el temps. L'estudi del fitoplàncton pot ser utilitzat en situacions molt diverses, tant en el camp teòric com en l'aplicat; la Directiva marc de l'aigua (DMA, 2000) estableix, en l'annex V, que un dels bioindicadors per a la classificació de l'estat ecològic de les aigües costaneres és la composició, abundància i biomassa del fitoplàncton. Els resultats que presentem formen part d'un estudi del fitoplàncton, destinat a l'avaluació de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres en el marc de la implantació de la DMA a les Illes Balears.

L'ús del fitoplàncton com indicador ecològic implica l'anàlisi qualitativa i quantitativa de les espècies o dels grups funcionals que integren la comunitat; a més, per poder definir l'estat ecològic, s'ha de comparar l'abundància i la composició del fitoplàncton de cada massa d'aigua amb les dades de referència, que equivalen a unes condicions inalterades.

Les primeres dades sobre microalgues a l'illa de Menorca es remunten a finals del S. XIX (Rodríguez-Femenias, 1888). Posteriorment trobem estudis esporàdics tant pel que fa a aigües dolces com marines (Massutí, 1948; Margalef, 1952; Pretus, 1985). Els estudis en les aigües litorals s'havien restringit fins ara a llocs localitzats, com el

Port de Maó (Massutí, 1948 i Puigserver *et al.*, 2001), o a espècies nocives o tòxiques (Garcés *et al.*, 2000). Els resultats que presentem són part d'un estudi més ampli que continua, i constitueix la primera referència de les comunitats fitoplanctòniques del litoral menorquí i alhora de tot el litoral balear, en diferents moments del cicle anual (Puigserver i Moyà, 2007).

Metodologia

Entre els estius de 2005 i 2006 es feren quatre campanyes de mostreig a 64 punts de 31 masses d'aigua, delimitades segons criteris de la DMA, basats en el tipus de costa, dels quals 11 punts repartits en 5 masses d'aigua corresponen a l'illa de Menorca. Es recollien mostres a 1 i 15 m de profunditat utilitzant una botella *Niskin*. Les mostres eren fixades amb unes gotes de lugol acètic i guardades per ser estudiades posteriorment. La identificació i el recompte del fitoplàncton es realitzà seguint la tècnica d'Utermöhl (Margalef, 1974). Per a l'observació de les mostres s'emprà un microscopi invertit ZEISS Axiovert equipat per a la presa d'imatges digitals.

La complexitat de les comunitats fitoplanctòniques fa que no hi hagi un sol indicador vàlid per definir l'estat ecològic d'una massa d'aigua; per tant hem abordat l'estudi del fitoplàncton des d'una perspectiva que inclou tant la concentració total de cèl·lules de les diferents poblacions presents com la que correspon a dinoflagel·lades, diatomees, prymnesiòfites, euglenòfites, suma de dinoflagel·lades-prasinòfites-criptòfites, i la de les principals espècies formadores de *blooms* o proliferacions de fitoplàncton: *Pseudo-nitzschia* grup *delicatissima* i grup *seriata*, *Alexandrium*, *Prorocentrum balticum*, *P. minimum*, *Karenia* i el grup *Karlodinium*.

Seguint la DMA hem agafat com a zona de referència, o no alterada, la massa d'aigua del Parc nacional de l'arxipèlag de Cabrera, prescindint de l'estació des Castell per la influència que rep del port. S'han considerat com a proliferacions les concentracions de fitoplàncton amb un valor superior al doble de la màxima abundància cel·lular trobada en les estacions de referència per a cadascuna de les campanyes de mostreig. Per tant, les concentracions cel·lulars que destaquem són diferents en cada campanya. En el cas de les espècies nocives o tòxiques els nivells d'alerta segueixen l'actual consens científic (Fernández *et al.*, 2008). Cada punt de mostreig agafa un valor d'impacte que augmenta com més s'allunyen els descriptors fitoplanctònics dels valors de referència.



Figura 1. Concentracions fitoplanctòniques totals destacades

Resultats

Les condicions meteorològiques desfavorables no permeteren obtenir mostres durant la campanya d'estiu de 2005; d'altra banda les mostres recollides a la primavera de 2006 tenen un desfasament temporal massa gran com per poder ser comparades amb les mostres de referència. És per això que els resultats que presentem corresponen bàsicament a les campanyes d'hivern i estiu de 2006.

A) Abundància i composició general de les comunitats fitoplanctòniques

Les concentracions fitoplanctòniques totals han oscil·lat entre 139-843 cèl/mL i 34-682 cèl/mL a les respectives campanyes d'hivern i estiu de 2006. Aquests valors inferiors a 1.000 cèl/mL indiquen una producció primària baixa d'aquestes aigües. Tot i això, les concentracions fitoplanctòniques es consideren destacades en cinc punts de mostreig, on presenten valors superiors al doble dels de les mostres de referència (Figura 1).

Les ultraflagel·lades dominaren les comunitats fitoplanctòniques, i entre elles les haptòfites i concretament els gèneres *Phaeocystis* i *Chrysochromulina*. El gènere *Phaeocystis* s'ha associat anteriorment a aigües oligotròfiques del litoral balear amb influència oceànica (Puigserver, 2003), i en el present estudi també ha dominat a les comunitats de referència de Cabrera, per això associem les seves proliferacions a factors naturals. Cal recordar, però, que el gènere *Phaeocystis* pot formar grans proliferacions amb producció d'escumes (Green i Leadbeater, 1994) i està inclòs en la

l·lista de referència d'algues tòxiques de la IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission). Així mateix, existeixen referències anteriors d'altres concentracions de *Phaeocystis* a l'illa de Menorca, concretament en el port de Maó (Puigserver i Moyà, 2000), coincidint amb unes feines de dragatge que es realitzaren entre febrer i agost de l'any 2000. Per tant, recomanem mantenir un seguiment de les seves concentracions per detectar possibles proliferacions futures associades a causes antròpiques.

El segon grup en abundància han estat les diatomees, que han proliferat a la campanya d'hivern de forma general a tot el litoral menorquí. És un grup amb elevades taxes de multiplicació, afavorit per condicions de turbulència, altes concentracions de nutrients i aportats continuats (Carrada *et al.*, 1981; Duarte *et al.*, 2000). Les espècies dominants han estat *Pseudo-nitzschia* grup *delicatissima*, amb màxims de 416 cèl/ml a Biniancolla, i concentracions altes des del Port de Maó fins a cala Galdana (Figura 2). El gènere *Pseudo-nitzschia* inclou espècies que proliferen i potencialment són productores de toxines ASP i àcid domoic (Hallegraeff *et al.*, 1995).

Finalment, a la campanya d'estiu cal destacar les concentracions mesurades a Fornells, amb domini d'haptòfites i altres ultraflagel·lades, i coincidint amb un creixement de la criptòfita *Plagioselmis prolunga* (Figura 1).

B) Altres indicadors ecològics

Entre les altres espècies potencialment nocives, emprades com a indicadors, destaca per l'abundància la dinoflagel·lada *Prorocentrum balticum*, amb 1,36 cèl/ml al cap de ses Penyes a la campanya d'hivern (Figura 2); és una espècie que, tot i no produir toxines, ha estat descrita com a formadora de proliferacions (Fukuyo *et al.*, 1990).

Les euglenòfites es relacionen amb concentracions altes de nutrients i presència de matèria orgànica (Okaichi, 1980; Rosen, 1981; Romo i Miracle, 1995); són un grup d'algues amb pocs representants al mar, i per tant amb un alt valor com a indicadors de qualitat ecològica. Durant les campanyes d'hivern i estiu de 2006 no s'han observat euglenòfites en tot el litoral de Menorca. Ara bé, s'han trobat poblacions en dues localitats a la campanya de primavera 2006: al cap de ses Penyes amb una concentració màxima de 5 cèl/ml, i a cala Blanca amb 3 cèl/ml. La presència d'euglenòfites en aquests llocs pot indicar aportacions de matèria orgànica que s'haurien de vigilar i controlar.

L'índex suma de dinoflagel·lades, prasinòfits i criptòfits varia principalment associat a creixements de criptòfits, en particular de l'espècie *Plagioselmis prolunga*. Destaquen

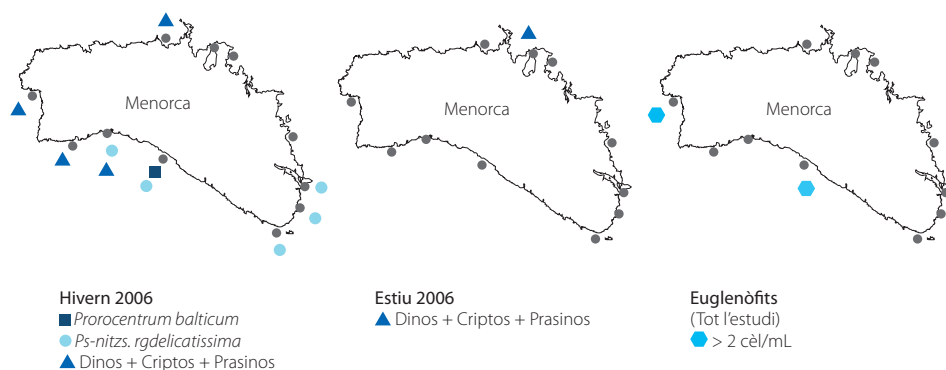


Figura 2. Concentracions destacades d'altres indicadors ecològics

els valors mesurats a les illes Bledes, l'arenal de son Saura, cala Galdana i cala Blanca durant la campanya d'hivern, i a Fornells a l'estiu de 2006 (Figura 2). És un grup afavorit per les baixes temperatures (Lee, 1999) i per condicions eutròfiques (Rosén, 1981; Puigserver, 2003).

Conclusions

Aquests resultats constitueixen la primera descripció general de les comunitats fitoplànctòniques costaneres de l'illa de Menorca i, alhora, han servit com a indicadors per a la determinació de l'estat ecològic de les aigües. D'acord amb l'estudi del fitoplàncton, les masses d'aigua del litoral de Menorca han quedat catalogades en dos grups: les aigües compreses entre l'arenal de son Saura i la cala des Grau queden classificades amb un molt bon estat ecològic, mentre que les aigües compreses entre el Port de Maó i cala Galdana queden classificades amb un bon estat ecològic.

Tot i el bon estat ecològic general de les aigües del litoral de Menorca, s'han detectat de forma puntual proliferacions fitoplànctòniques i la presència d'algunes espècies indicadores d'alteracions del sistema.

D'acord amb els criteris de catalogació que s'estableixen a la DMA, la informació sobre el fitoplàncton s'ha de complementar amb la corresponent a altres variables físicoquímiques i biològiques, com són les concentracions de clorofil·la *a* i de nutrients, per establir l'estat ecològic definitiu de les diferents masses d'aigua.

Agraïments

Agraïm al Consell Insular de Menorca i a l'Institut Menorquí d'Estudis la invitació a participar a les Jornades sobre els 15 anys de la declaració de Menorca com a reserva de biosfera. L'estudi ha estat subvencionat pel Conveni de col·laboració entre l'Institut Balear de l'Aigua del Govern de les Illes Balears i la Universitat de les Illes Balears, per a l'*Estudi d'implementació de la DMA a les Balears*; el nostre agraïment al Sr. Alfredo Barrón i al Sr. Fernando Orozco, que feren possible aquesta col·laboració. Agraïm també al personal dels Serveis Científicotècnics de la UIB la participació en la presa de les mostres, en especial al Dr. Josep Pablo i al director, Dr. Sebastià Albertí.

Bibliografia

- CARRADA, G.C.; FRESI, E.; MARINO, D.; MODIGH, M. i RIBERA D'ALCALÀ, M. 1981. Structural analysis of winter phytoplankton in the Gulf of Naples. *J. Plankton Res.*, 3(2): 289-314
- DIRECTIVA MARCO EUROPEA DEL AGUA 2000. DIRECTIVA 2000/60/C DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 23 de octubre de 2000. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 22.12.2000, l. 327/1-72
- DUARTE, C.M.; AGUSTÍ, S. i AGAWIN, N.S.R. 2000. Response of a Mediterranean phytoplankton community to increased nutrient inputs: a mesocosm experiment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 195: 61-70
- FERNÁNDEZ, M.; DELGADO, M.; VILA, M.; SAMPEDRO, N.; CAMP, J.; FURONES, D. i DIOGÈNE, J. 2008. Resultados del programa de seguimiento de fitoplancton tóxico y biotoxinas en las zonas de producción de bivalvos de Cataluña: años 2003-2006 y primer trimestre del 2007. A: GILABERT, J. (ed.) *Avances y tendencias en fitoplancton tóxico y biotoxinas*, Univ. Politécnica Cartagena, 37-46 pp
- FUKUYO, Y.; TAKANO, H.; SHIARA, M. i MATSUOKA, K. (eds.) 1990. *Red tide organisms in Japan - An illustrated taxonomic guide*. Uchida Rokakuho, Tokio, 430 pp
- GARCÉS, E.; MASÓ, M.; DELGADO, M.; VILA, M. i CAMP, J. 2000. Actualización de los resultados de las proliferaciones del dioflagelado *Alexandrium taylori* (Balech). A: Márquez, I. (coord.) *VI Reunión Ibérica sobre Fitoplancton Tóxico y Biotoxinas*. Congresos y Jornadas Nº 55/00, Junta de Andalucía, Sevilla, 215-218
- GREEN, J.C. i LEADBEATER, B.S.C. (eds.) 1994. *The haptophyte algae*. The systematics Association Special Volume nº51, clarendon Press, Oxford, 446pp
- HALLEGRAEFF, G.M.; ANDERSON, D.M. i CEMBELLA, A.D. 1995. Manual on harmful marine microalgae. *IOC Manuals and Guides Nº 33*. UNESCO, Paris, 551 pp
- LEE, R.E. 1999. *Phycology*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 614pp
- MARGALEF, R. 1952. Materiales para la hidrobiología de la isla de Menorca. *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 11: 5-112
- MARGALEF, R. 1974. Counting. A: Vollenweider, R.A. (ed.) *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 7-14
- MASSUTÍ, M. 1948. Estudio del plancton del puerto de Mahón en el curso de un año (1946). *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, 2: 1-29

- OKAICHI, T. 1980. Soluble organic substances in bottom of the Seto Inland Sea and their physiological effects on *Eutreptiella* sp. *Umi To Sora*, 56: 93-105
- PRETUS, J.L. 1985. *Limnología de l'Albufera des Grau (Menorca). Aportacions a l'estudi del cicle anual*. Tesis de Licenciatura, Univ. Barcelona, 85 pp
- PUIGSERVER, M. 2003. *Aspectes ecològics i taxonòmics del fitoplàncton a zones costaneres de la Mediterrània*. Tesis Doctoral, Univ. Illes Balears, 235pp
- PUIGSERVER, M. i MOYÀ, G. 2000. Observacions de *Phaeocystis cordata* (Prymnesiophyceae) en el Port de Maó (Illes Balears, Mediterrani Occidental). *Boll Soc. Hist. Nat. Balears*, 43: 77-80
- PUIGSERVER, M.; MOYÀ, G. i VALENCIA, J.M. 2001. Seguiment del fitoplàncton tòxic a zones de recollida de marisc de les Balears durant els anys 1999 i 2000. A: Pons, G.X. (ed.) *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears*. SHNB, Palma de Mallorca, 183-184
- PUIGSERVER, M. i MOYÀ, G. 2007. Estudi de la composició i abundància del fitoplàncton, destinat a l'avaluació de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de les Illes Balears, en el marc de la implantació de la Directiva marc europea de l'aigua. Dept. Biologia (Ecologia), Univ. Illes Balears, 24 pp. + Annexes I-IV
- RODRÍGUEZ-FEMENÍAS, J.J. 1888. Algas de las Baleares. *Anales de Historia Natural*, 18: 199-274
- ROMO, S. & MIRACLE M.R. 1995. Diversity of the phytoplankton assemblages of a polymictic hypertrophic lake. *Arch. Hydrobiol.*, 132 (3): 363-384
- ROSÉN, G. 1981. Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors. *Limnologica*, 13(2): 263-290
- ROUND, F.E. (ed.) 1988. *Algae and the aquatic environment*. Biopress Ltd., Bristol, 460 pp
- SHUBERT, L.E. 1984. *Algae as ecological indicators*. Academic Press, London, 434 pp