

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

ARXIU DE LES SECCIONS DE CIÈNCIES, CXXXI  
SECCIÓ DE CIÈNCIES BIOLÒGIQUES



**EL DELTA DE L'EBRE:  
ESTUDI MULTIDISCIPLINARI**





EL DELTA DE L'EBRE  
ESTUDI MULTIDISCIPLINARI



INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS  
ARXIU DE LES SECCIONS DE CIÈNCIES, CXXXI  
SECCIÓ DE CIÈNCIES BIOLÒGIQUES

# EL DELTA DE L'EBRE

ESTUDI MULTIDISCIPLINARI

BARCELONA  
2005

Biblioteca de Catalunya. Dades CIP

**El Delta de l'Ebre** : estudi multidisciplinari. — (Arxius de les seccions de ciències ; 131)  
Textos en català i castellà. — Edició dels textos, parcialment actualitzats,  
presentats a la reunió conjunta de la Institució Catalana d'Història Natural  
i de la Societat Catalana de Biologia del 18 al 20 de març de 1992  
ISBN 84-7283-613-4  
I. Institut d'Estudis Catalans. Secció de Ciències Biològiques  
II. Col·lecció: Arxius de les seccions de ciències ; 131  
1. Natura — Protecció — Ebre (Delta) — Congressos 2. Ebre (Delta) — Congressos  
502 (467.1:282.246.11Ebre.05)

Disseny de la sobrecoberta: Maria Casassas

© els autors de les ponències

© 2001, Institut d'Estudis Catalans, per a aquesta edició

Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: desembre de 2001

Primera reimpressió: juny de 2005

Tiratge: 400 exemplars

Text revisat lingüísticament pel Servei de Correcció de l'IEC

Compost per ATM producció, SL

Gran Via de Carles III, 86, Torre Est. Local 11. Edificis Trade. 08036 Barcelona

Imprès a ALTÉS arts gràfiques, SL

Carrer de Cobalt, 160. 08907 L'Hospitalet de Llobregat

ISBN: 84-7283-613-4

Dipòsit Legal: B. 28766-2005

Són rigorosament prohibides, sense l'autorització escrita dels titulars del *copyright*, la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol procediment i suport, incloent-hi la reprografia i el tractament informàtic, la distribució d'exemplars mitjançant lloguer o préstec comercial, la inclusió total o parcial en bases de dades i la consulta a través de xarxa telemàtica o d'Internet. Les infraccions d'aquests drets estan sotmeses a les sancions establertes per les lleis.

## TAULA

Introducció, <i>per Mercè Dufort i Coll</i>	7
La problemàtica actual del delta de l'Ebre: possibles actuacions, <i>per Oriol Riba i Arderiu</i>	9
Dinàmica litoral del delta de l'Ebre, <i>per Marc A. García, Agustín S. Arcilla i José A. Jiménez</i>	15
Caracterització i quantificació dels moviments de l'aigua a la badia dels Alfacs: modelització bidimensional, <i>per Josep Vila Codina</i>	19
Els altres estuaris de l'Ebre: pautes de funcionament i possibilitats de regulació, <i>per Jordi Camp</i>	21
Els placers litorals del delta de l'Ebre, <i>per Manuel Viladevall i Solé i Jordi Serra i Raventós</i>	23
Trets fonamentals del riu Ebre que afecten l'ecologia del Delta, <i>per Narcís Prat</i>	27
Ecofisiologia i distribució dels mantells microbians del delta de l'Ebre, <i>per Isabel Esteve</i>	29
Interaccions entre els cicles del sofre i del carboni en ambients aquàtics, <i>per Carles Pedrós-Alió</i>	35
El bentos en los flujos de materia y enegía de la bahía de els Alfacs, <i>per Javier Romero</i>	37
Importància del delta de l'Ebre per a la conservació als Països Catalans de les espècies psammòfiles i halòfiles (II), <i>per Antoni Curcó i Masip</i>	41

Contaminació ambiental per virus entèrics al delta de l'Ebre, <i>per Albert Bosch</i>	51
Els bacteris heterotròfics de bivalves i peixos en el delta de l'Ebre, <i>per Miquel Viñas, M. Carme Fusté i Rafael Montilla</i>	55
Estudi de PCB i pesticides organoclorats en mostres de bivalves del delta de l'Ebre, <i>per M. T. Galceran, F. J. Santos, J. Rivera i J. Caixach</i>	57
Cicles del nitrogen i fòsfor en arrossars i llacunes costaneres del delta de l'Ebre, <i>per Francisco A. Comín i Margarita Menéndez</i>	59
Evolució de la concentració dels compostos organoclorats en bivalves de la badia del delta de l'Ebre, <i>per M. Solé, C. Porté, D. Astor, J. Sánchez, D. Barceló i J. Albaigés</i>	63
Seguiment de les alteracions tissulars dels mol·luscs bivalves del delta de l'Ebre, <i>per Mercè Dufort i Coll</i>	67
Prevalença de la intoxicació per plom en ocells del delta de l'Ebre, <i>per Raimon Guitart, Rafael Mateo, Silveri Cerradelo i Jordi To-Figueras</i>	77
Estudis sobre biologia, ecologia i contaminació en els vertebrats del delta de l'Ebre, <i>per Gustavo A. Llorente, Xavier Ruiz, Miguel Ángel Carretero i Xavier Santos</i>	81
Anàlisi faunística i ecològica dels helmints parasitaris dels petits mamífers del delta de l'Ebre, <i>per Jordi Torres i Carles Feliu</i>	87
Estudi de les patologies de peixos d'interès comercial cultivats al delta de l'Ebre, <i>per Silvia Crespo</i>	89
Evolució recent del poblament d'ocells aquàtics del delta de l'Ebre com a resposta als canvis ambientals, <i>per Albert Martínez i Vilalta</i>	95
Relacions entre explotació i conservació al delta de l'Ebre, <i>per Francisco A. Comín i Margarita Menéndez</i>	97
Els aspectes del poblament en el delta de l'Ebre, <i>per Manuel Ribas i Piera</i>	101
L'ordenació del territori en el delta d'Ebre, <i>per Lluís Casassas i Simó (†)</i>	103
Addenda Centre d'Aqüicultura de l'IRTA, <i>per Dolors Furones</i>	109



# INTRODUCCIÓ

Mercè Durfort i Coll  
*Coordinadora de la reunió*

Des de 1974, any en què es van iniciar les reunions conjuntes de la Institució Catalana d'Història Natural (ICHN) i de la Societat Catalana de Biologia (SCB), els temes seleccionats com a àrees d'interès per debatre han estat molt diferents. Des de problemes d'ordenació del territori, contaminació ambiental, biologia de la reproducció, fins a qüestions lingüístiques. En tots els casos han estat debats que han intentat ser interdisciplinaris.

Els indrets escollits per fer aquestes trobades han estat força diversificats al llarg i ample dels Països Catalans: des de Banyuls sur Mer (1975), Andorra (1979), Blanes (1980), Tarragona (1981), Castelló (1984) fins a Ciutat de Palma (1982), entre altres punts de la geografia del nostre país.

L'edició de 1992, celebrada a Barcelona, en el marc de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona, i intitulada *El delta de l'Ebre: estudi interdisciplinari* (del 18 al 20 de març), va reunir estudiosos d'aquesta àrea geogràfica i hom va constatar que es tracta d'un estudi multidisciplinari, en el qual aportaren dades valuoses els geòlegs i també els biòlegs. A més dels veterinaris, farmacèutics, geògrafs i arquitectes.

Cal recordar, pel seu interès i pel fet que encara no ha perdut vigència, la publicació *Els sistemes naturals del delta de l'Ebre*, que la ICHN edità el 1977, i on es feia palès aquest interès multidisciplinari per la zona deltaica de Tarragona. Els autors de l'obra oferien les seves aportacions científiques al Congrés de Cultura Catalana i era una manera de complementar els dossiers fets amb motiu de la campanya per la salvaguarda del patrimoni natural.

En aquella ocasió, com en aquesta, es van reunir treballs procedents del món dels geòlegs i també dels ecòlegs, dels botànics i dels zòlegs. Al llarg dels anys, aquests professionals han continuat esmerçant esforços en la problemàtica deltaica, tan específica. Però s'hi han afegit altres col·lectius professionals que tracten altres

aspectes, i complementen aquesta informació de conjunt de què es disposava fins al moment.

Així doncs, la contaminació biològica, centrada principalment en els aspectes del parasitisme en espècies d'interès en aqüicultura; la contaminació química, derivada principalment dels tractaments obligats pel conreu de les terres, i la repercussió dels canvis de la fisonomia paisatgística sobre la flora i la fauna, han contribuït a donar una visió heterogènia de tot el conjunt deltaic. Agraïm molt sincerament la col·laboració de tots els ponents per les seves aportacions escrites, que permeten deixar un testimoni de la feina feta i un missatge a l'Administració.

Diversos motius, dels quals únicament n'esmentaré dos: l'existència de nombroses publicacions pendents i les qüestions pressupostàries de la Secció de Ciències Biològiques, van motivar que aquest treball, que hauria hagut de ser publicat per la SCB i per la ICHN, quedés en l'espera de temps millors.

En tenir actualment les publicacions al dia i en deixar, després de sis anys, la presidència de la Secció de Ciències Biològiques, he cregut que era el moment oportú per donar a llum aquesta miscel·lània, ja que molts dels temes tractats són encara del tot vigents, tal com els diferents autors m'han comentat. Cal indicar, però, que alguns treballs s'han actualitzat, mentre que d'altres no s'han modificat. És per aquest motiu que al final de cada article hi ha la data corresponent al moment de la darrera redacció.

En aquests moments en què el Pla Hidrològic s'està discutint i s'han creat plataformes per debatre i aconseguir que no es dugui a terme el transvasament de l'aigua de l'Ebre, els autors se sumen a aquesta petició.

Gener de 2001

# LA PROBLEMÀTICA ACTUAL DEL DELTA DE L'EBRE: POSSIBLES ACTUACIONS

Oriol Riba i Arderiu

*Departament d'Estratigrafia i Paleontologia  
Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona*

Deixeu-me fer, prèviament, un plany sobre el tema que se'ns ha proposat, el qual hauria de presidir l'ànim de tothom assistent ací.

Fa anys que cada cop que, en voler dialogar sobre coses de la nostra professió, goso dir, m'he vist coaccionat a afirmar que els geòlegs som uns incompresos per part de molta gent no iniciada en aquesta ciència de la terra que és la geologia. El qui us parla, al llarg de la vida professional, ha tingut desenganys i nul·litats jurídiques per defensar aspectes o danys geològics de fenòmens que han colpit el nostre país. I això és degut a la manca de cultura tel·lúrica de la nostra societat, en general i, particularment, d'alguns jutges. Puc dir, però, que, en geologia, aquesta manca de comprensió no només és a causa del desenvolupament defectuós del llenguatge especialitzat que fem servir, sinó també, dels paràmetres en què ens movem en fer la recerca dels fenòmens de la Terra. Em refereixo al factor temps i a la mesura, o millor, desmesura, dels objectes que estudiem, que ultrapassen ordinàriament els dels sistemes ecològics dels biòlegs. Renovem la vella discussió entre uniformitaristes i catastrofistes, que tant va costar d'admetre als nostres ascendents, cap a la fi del segle XVIII, amb els anomenats «fundadors de la geologia».

A continuació, vull fer un clam davant la manca de claror dels nostres conceptes geològics i cosmològics; d'una manera molt particular en els conceptes bàsics relacionats amb la cronologia.

El desenvolupament recent dels mètodes de datació radiomètrics ha permès de fer un pas endavant en el coneixement dels terrenys més recents. La darrera divisió de l'escala dels temps geològics, l'Holocè, a la qual se li atorguen només des dels darrers deu mil anys fins als nostres dies. Hom l'estudia mitjançant l'arqueologia, la paleobotànica (palinologia), la micropaleontologia, la sedimentologia, la geoquímica, l'astronomia i la geofísica amb l'oceanografia i la climatologia. Totes les recerques que hom fa a l'escala global del fenomen d'El Niño.

Cal recordar que la nostra escala dels temps geològics és presa sempre en sentit negatiu, llevat, és clar, de l'escala històrica presa tradicionalment com a referència, el naixement de Crist. Totes les edats són causades *before the present* (BP), és a dir, abans del present (present que cal fixar l'any 1950, però que no trigarem gaire a fixar-lo l'any 2000). Les datacions absolutes se'ns compliquen molt quan hom s'ha adonat que cal corregir alguns mètodes, especialment el del carboni 14, perquè el carboni  $C_{14}$  del  $CO_2$  atmosfèric és d'activitat més alta que la del carboni en formar-se la matèria orgànica. Això dóna unes edats aparents que cal corregir. És l'anomenat *calibratge*, que tots els laboratoris de datació per radiocarboni fan servir mitjançant unes corbes, causades per una anàlisi dendrocronològica. Allò que encara no sabem bé és si d'aquí a uns anys de perfeccionament hi haurà noves corbes que eliminin la que fem servir actualment.

El nostre delta de l'Ebre, avui a debat, com tots els deltes marins arreu del món, constitueix una formació emergent, efímera, blana, mudable i desenvolupada com una pellofa holocena al desguàs d'un riu important, és clar. Té un gruix decamètric, insignificant, en relació amb les grans masses terrestres que conformen el nostre país. Es troba en la convergència de les interfícies de la terra amb l'aigua, amb l'aire i amb l'hàbitat humà. Pel que fa a la vida humana, comprèn tots els temps prehistòrics postglacials, o una part de la transgressió flandriana. El nivell del mar es va establir en temps de l'edat del bronze, i és durant aquest període que els deltes marins d'arreu del món es varen desenvolupar.

Malgrat això, hi ha qui afirma que l'estabilització del nivell eustàtic de la mar no s'ha assolit, i que amb l'anomenat *canvi climàtic*, amb escalfament generalitzat, molta de l'aigua continental congelada anirà fosa a les nostres mars i n'apujarà el nivell eustàtic. I això es complicarà amb l'anomenat *rebound isostàtic* i les zones perifèriques de submergència.

Cal recordar l'exposició feta per l'autor sobre «La crisi geològica del delta de l'Ebre». És quasi segur que entre els presents a la sessió conjunta (Societat Catalana de Biologia i Institució Catalana d'Història Natural), el dia 18 de març de 1992, hi ha hagut algú que ha posat en dubte que el delta de l'Ebre ha entrat en crisi, una crisi destructiva i que dins d'algunes dècades, i no diem segles, la crisi ja s'haurà deixat sentir profundament. S'hi varen presentar les causes, les quals resumidament són de dues categories, unes de naturals i les altres d'humanes.

Entre les causes naturals, hi ha les que tenen conseqüències a mitjana escala. Per exemple, les modificacions geogràfiques produïdes per l'abandonament d'un lòbul deltaic, les quals no afecten l'equilibri global de la formació. Per contra, les causes a gran escala són la subsidència i els moviments eustàtics. Aquests dos factors tenen una gran transcendència a llarg termini. La subsidència afecta el sòcol del Delta mitjançant un descens generalitzat que només es compensa pel rebliment i recobriment sedimentari. Els moviments eustàtics fan referència a l'ascensió o al descens del nivell de la mar per causes globals terrestres. La tendència actual és

d'ascensió. De tal manera que els dos efectes se sumen vectorialment amb una clara tendència al negament i la destrucció de l'àrea deltaica. Al delta holandès del Rin és de prop de 30 o 40 cm/segle i al del Nil és de 55 cm en 110 anys, segons Stanley (1992).

Els factors de creixement dels deltes són: l'estabilitat del nivell del mar, l'alimentació fluvial de l'àrea deltaica, mitjançant grans aportacions de sediments detrítics (càrrega de fons, suspensions). El creixement té en compte la progradació i l'acomodament dels dipòsits al delta.

Els factors destructius d'un delta, en primer lloc, són l'onatge i les marees astronòmiques i no astronòmiques (seixes, plenes, rissagues), ajudats pels corrents de deriva litoral i el vent. Les marees pròpiament dites són de poc abast a la Mediterrània; les no astronòmiques, per contra, al delta de l'Ebre, adquireixen una importància poc valorada fins fa poc, les quals poden atènyer valors d'1,35 m.

Els factors no naturals o d'antropització són els més preocupants i esdevenen cada cop més comuns arreu dels deltes de tot el món. Es poden resumir en: *a*) una minva dels cabals sòlids, causada per les grans preses (a l'Ebre són Riba-roja, Mequinensa i Flix), de manera que és del 97 % per a l'Ebre i d'un 95 % per al Roine; *b*) una disminució del flux líquid per extraccions per als abastiments urbans i els regadius de terra endins, cosa que comporta una baixa de les aportacions en suspensió i una ascensió de la salinització deltaica; *c*) laminació de les riuades, cosa que comporta una rebaixa de la competència fluvial; *d*) l'endegament del riu i la laminació de les riuades impedeixen les inundacions periòdiques de la plataforma deltaica i el dipòsit d'una capa de llims i sorra fins que, a la llarga, compensa els efectes devastadors de la subsidència, i *e*) a tots aquests factors cal afegir-hi les conseqüències negatives dels canvis dels usos agrícoles (per exemple, la desforestació a partir del Neolític), que comporten uns dessecaments de grans àrees humides (arrossars) amb la compactació dels dipòsits superficials, les urbanitzacions i els ports esportius. La construcció d'aquests darrers pot provocar unes alteracions profundes a l'equilibri dinàmic costaner, quan es procedeixi a la construcció de dics normals (espigons) a la platja i de marines a l'interior de la plana del Delta.

## POSSIBLES ACTUACIONS

Hom no dubta que el delta de l'Ebre ha començat a sentir els efectes de l'erosió costanera. Diversos equips d'investigació hi treballen. El 75 % de la costa enfrontada a les tempestes marines està en retrogradació, és a dir, que s'erosiona, que el Delta disminueix de superfície i que els extrems de les fletxes (la punta del Fangar i la Banya dels Alfacs) s'escurcen i els sediments són redistribuïts en altres àrees costaneres o als fons marins.

Han estat proposades diverses solucions pràctiques per a aquesta erosió. Per exemple, la construcció d'una escullera al llarg de la costa del Delta, la instal·lació

d'unes comportes a les goles del riu, la regeneració de les platges amb sorra (per exemple, a la barra del Trabucador). Són remeis cars i, sens dubte, poc eficaços i amb una durada breu. A la platja del Maresme, n'hi ha bons exemples.

Cal dir que els efectes negatius a llarg termini són molt difícils de preveure i de combatre. No es pot posar fre a l'ascensió del nivell del mar ni a la subsidència, cosa que, com ha estat dit, té com solució la compensació sedimentària. Abans de la colonització del Delta a final del segle XIX, les inundacions consuetudinàries sobre un delta verge frenaven aquesta evolució negativa, mitjançant sediments que es dipositaven en condicions subaèries al damunt de la plataforma emergida. Holanda és el millor exemple de l'antropització i de la degradació d'un delta amb la inversió del relleu que ha comportat. L'esforç i les despeses de tota una nació en són un bon exemple; cosa que altres països no ofereixen. Vegeu Bangla Desh, al delta del Ganges; o la ciutat de Venècia, al delta del Po, amenaçada per les inundacions incontenibles.

Malgrat tot, la causa de la degradació actual del delta de l'Ebre rau en el desequilibri dinàmic costaner, produït per les retencions de sediments als embassaments. Seria factible retornar-los al flum aigües avall de les preses, cosa que provocaria, deliberadament, petites avingudes per mantenir la competència del corrent.

Voldríem afegir, per finir, que, si totes aquestes consideracions sobre la crisi del Delta fossin escoltades i cregudes, podríem progressar en el debat i reeixir. Malgrat tot, sabem per experiència que hom ni les vol debatre. És una manera d'amagar el cap sota l'ala. Com hem dit, la flaqueza de molts geòlegs potser és la de raonar a una escala temporal que ultrapassa el termini de la vida humana.

Hi ha, a més a més, els interessos creats. Va sorprendre realment el fet que hi hagués un assistent a la reunió conjunta que va dir que «no sabia on podien haver anat a raure els sediments retinguts en els embassaments de Mequinensa i Ribarroja». Després va aclarir que «hi ha autoritats responsables que no volen reconèixer la retenció sedimentària en aquestes grans obres públiques». Sembla que sigui una ignorància calculada. Una afirmació tan contundent invalida el nostre raonament i les dades exposades en nombrosos documents, editats i inèdits! Volem recordar (realment cal?) que la retenció dels sediments que afluïxen a qualsevol massa d'aigua estancada, estany o embassament es produeix, en primer lloc, a l'indret on hi ha l'influx fluvial, a les capçaleres, on es forma un con de dejecció o petit delta. En segon lloc, hi poden haver uns sediments que, en ésser aportats per l'aigua tèrbola d'una avinguda, provoquin un corrent de turbiditat que, empès per la gravetat, pot atènyer el mur de la presa. En tercer lloc, hi ha els sediments que, per decantació, es dipositen a qualsevol banda sota l'aigua embassada.

## BIBLIOGRAFIA

- ALOÏSI, J. C.; GOT, H. «The holocene sedimentation on the Gulf of Lions margin: a quantitative approach». *Continental Shelf Research*, 10 (9-11) (1990), p. 841-855.
- ASCE, M.; JIMÉNEZ, J. A.; SÁNCHEZ, A.; GARCÍA, M. A.; VAN OVEREEM, J.; MALDONADO, A. «The Ebro Project: a first sediment budget». *Coastal sediments*. Seattle: Publ. Am. Soc. Civil Eng., 1991, p. 6-91.
- CAMP, J.; DÍAZ, J. L.; GUILLÉN, J. *Análisis y propuesta de soluciones para estabilizar el delta del Ebro. Resultados preliminares sobre la valoración del transporte de sedimentos como carga de fondo en el curso del Bajo Ebro a partir de la utilización de ecuaciones empíricas*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Laboratori d'Enginyeria Marítima, 1989.
- CAMP, J.; DÍAZ, J. L.; PALANQUES, A. «The effects of damming and recent climatic changes on sediment and water discharge of the Ebro River. Northwestern Mediterranean». *XXXII Congress and Plenary Assembly of ICSEM*. Perpinyà, 1990.
- CANALS, M.; SERRA, J.; VERDAGUER, A. «L'interaction fluviale et marine dans le cours inférieur de l'Ebre». *Rapp. Comm. Int. Mer Mediterranenne*, (1985). 29 p.
- CIRIT. *Programa integrat de recerca i desenvolupament del delta de l'Ebre: Piride*. Barcelona, 1991. 42 p.
- DÍAZ, J.; GUILLÉN, J. «Elementos morfológicos en la zona litoral. Ejemplos en el delta del Ebro». *Sci. Mar*, 54 (4), p. 359-373.
- DÍAZ, J.; GUILLÉN, J.; PALANQUES, A. «Cuantificación y evolución durante el s. XX de los portes de sedimentos transportados como carga de fondo por el río Ebro al medio marino». *Análisis y propuesta de soluciones para estabilizar el delta del Ebro*. Generalitat de Catalunya. Direcció General de Ports i Costes. [En premsa]
- FLETCHER, Ch. H. «Sea-level trends and physical consequences: applications to U. S. shore». *Earth Science Reviews* [Amsterdam: Elsevier Sci. Publ.], 33 (1992), p. 73-109.
- GALLARDO, A.; LÓPEZ, A.; VARELA, J. M. «Retención de sólidos por los embalses de Mequinenza y Ribarroja: efectos sobre los aportes del Delta del Ebro». A: *El sistema integrado del Ebro: cuenca, delta y medio marino*. Madrid: Gráficas Hermes, 1986.
- MALDONADO, A. «Sedimentary environments and evolution of the Ebro Delta». *Thalassos*, 4 (1) (1986), p. 151-161.
- MALDONADO, A.; PLANA, A.; PALANQUES, A. «Recent influence of man on the Ebro margin sedimentation system, north-western Mediterranean Sea». *Marine Geology*, 95 (1990), p. 247-263.
- MARIÑAS, J.; TEJEDOR, L. «Dinámica sedimentaria y evolución litoral reciente por los embalses de Mequinenza y Ribarroja: efectos sobre los aportes del delta del Ebro». A: *El sistema integrado del Ebro. Cuenca delta y medio marino*. Madrid: Gráficas Hermes, 1986.
- RIBA i ARDERIU, O. «Dinàmica de les costes i actuació antròpica». *Treballs de la Soc. Catalana de Geografia* [Barcelona], 8 (36) (1993), p. 229-247.
- «Canvis de nivell i de salinitat de la Mediterrània occidental durant el Neogen i el Quaternari». *Treb. Inst. Cat Hist. Nat.* [Barcelona], 9, p. 45-62.

- «Estructura geomorfològica del delta de l'Ebre». *Mem. R. Ac. Cienc. i Arts* [Barcelona], IV (3) (1993), p. 7-20. [Conferència feta al simposi «El delta de l'Ebre i la seva problemàtica»]
- RIBA i ARDERIU, O.; SERRA RAVENTÓS, J. «El delta de l'Ebre una àrea geològica amenaçada» («SOS, SOS»). *Butlletí de la Inst. Cat. d'Història Natural* [Barcelona], 61 (1993), p. 117-133.
- RIERA i MORA, G. *Evolució recent de la desembocadura de l'Ebre a partir de l'anàlisi batimorfològica*. Barcelona: Facultat de Geologia, 1991. [Tesi de llicenciatura]
- ROBERTS, N. *The Holocene. An environmental history*. Oxford: Blackwell Publ. Publ., 1989. 227 p.
- *The Holocene. An environmental history*. 2a ed. Oxford: Blackwell Publ. Publ., 1998. 316 p.
- STANLEY, D. J. «Will the Nile Delta sink into the sea?». *National Geographic*, 181 (2) (febrer 1992).
- STANLEY, D. J.; WARME, A. G. «Sea level and initiation of Predynastic culture in the Nile delta». *Nature*, 363 (1993), p. 435-443.
- TERS, M. «Les variations du niveau marin depuis 10.000 ans, le long du littoral atlantique français». *9ème Congr. Int. INQUA*. 1993, p. 114-135. 1 v.
- VESICA, P. L.; TUCCIMEI, P.; TURI, B.; FORNÁS, J. J.; GINÉS, A.; GINÉS, J. «Late pleistocene paleoclimates and sea level change in the Mediterranean as inferred from stable isotopes and U-series studies of overgrowths on speleothems, Mallorca, Spain». *Quaternary Science Reviews* [Pergamon], (2000). 16 p.



# DINÀMICA LITORAL DEL DELTA DE L'EBRE<sup>1</sup>

Marc A. García, Agustín S. Arcilla i José A. Jiménez  
*Laboratori de l'Enginyeria Marítima. Universitat Politècnica de Catalunya*

És prou conegut el fet que, durant els darrers quaranta anys, la costa sorrenca del delta de l'Ebre ha sofert una erosió aguda i molt generalitzada. L'origen d'aquesta situació és la minva en les aportacions sòlides d'origen continental, la qual cosa ha fet que la capacitat de transport dels diferents agents dinàmics, que actuen sobre el litoral, no pugui ser compensada per un cabal sòlid equivalent. Així les coses, el lòbul central del delta està retrocedint actualment a una velocitat d'uns 20 m/any, tot i que aquest ritme havia arribat a superar els 50 m/any fa tres dècades (Callís, 1988; Jiménez i García, 1991).

La reproducció del transport sòlid per via fluvial és conseqüència, en primer lloc, de l'efecte trampa del sistema Flix/Riba-roja/Mequinensa. El corrent fluvial, en perdre intensitat, deixa anar la seva càrrega sedimentària; primerament, a les cues dels embassaments, el sediment més groller; i més endavant, el sediment fi. Només una fracció dels llims i una mínima part de la sorra més fina en suspensió pot superar aquest parany, a través de les turbines, els sobreexidors o els desguassos de fons. Palanques (1987) estima, comparant dades de concentració obtingudes aigües amunt de Mequinensa i Riba-roja amb d'altres enregistrades a Ascó, que aquests embassaments retenen avui dia, en conjunt, el 72 % dels sòlids en suspensió que reben.

Però el factor que més determina la minva en l'aportació de sorra a la costa deltaica és la *regulació del cabal fluvial*. La desaparició de les aigües dels embassaments esmentats fa que el riu sigui incapaç d'arrencar de la llera els materials que perd aigües amunt. D'altra banda, l'anàlisi estadística de les aportacions hídriques

1. Aquest treball forma part del projecte *Anàlisi i proposta de solucions per estabilitzar el delta de l'Ebre*, promogut i finançat per la Direcció General de Ports i Costes de la Generalitat de Catalunya.

dels darrers vint-i-cinc anys revela que el cabal de mitjana tendeix a reduir-se en el curs baix del riu, la qual cosa pot ésser atribuïda a un augment del reg i dels usos de boca i industrial de l'aigua a la conca. La reducció del cabal afavoreix la penetració estauàrica, aigües amunt, de la falca salina. Per tant, la deposició d'agregats de partícules en el tram anterior a la desembocadura. La regulació limita les possibilitats d'incorporar a la costa l'estoc de sediment que queda dipositat a la llera.

En aquestes condicions, hom calcula que a la costa no arriben més de 65.000 m<sup>3</sup>/any de sediment (partícules + agregats) amb D<sub>50</sub> superior a les 63 µm, i que l'aportació anual de sorres no supera els 50.000 m<sup>3</sup> (Jiménez i Garcia, 1991). Així doncs, la costa sorrenca del delta de l'Ebre es comporta com un litoral amb aportacions continentals molt migrades, l'evolució del qual és governada, gairebé de manera exclusiva, pels mecanismes de transport associats a la meteorologia i a la hidrodinàmica marina locals.

L'efecte de la meteorologia és doble. D'una banda, hi ha unes accions directes, com ara la pluja, que resta mobilitat al sediment de la platja seca, o la més important: la del vent, que produeix un transport eòlic apreciable als camps de dunes del Fangar i a labarra del Trabucador. El transport associat als vents predominants de mestral pot compensar, a la primera àrea, una certa part del transport litoral; per contra, l'acció del mestral sobre el Trabucador és negativa, a la vegada que s'afavoreix la migració transversal de sorra de la platja, emergida cap a la vora costanera. De tota manera, l'acció indirecta dels agents meteorològics, en tant que impulsors o influenciadors de la dinàmica marina, és més rellevant que altres mecanismes d'acció directa.

Si entenem la dinàmica del medi marí com la superposició d'oscil·lacions de diferent període i amplitud, en primer lloc, trobarem l'onatge generat pel vent. Les ones del vent i la circulació associada a la zona de trencants constitueixen l'agent impulsor principal pel transport litoral de sediment al delta de l'Ebre. Les dades disponibles d'onatge direccional mostren que els estats del mar de llevant són els més energètics i, per tant, els que més condicionen la direcció del transport longitudinal de sorra (Gómez i Sospedra, 1991; García, 1993).

Les mareas no tenen un efecte important sobre l'evolució de la costa deltaica. Les dades obtingudes confirmen que el rang de la marea astronòmica local és de prop de 20 cm (López, 1991). Per contra, les sublevacions d'origen meteorològic que es produeixen coincidint amb temporals de llevant, i que són degudes a l'acció combinada de la pressió atmosfèrica i del vent, poden superar els 50 cm i transportar, perfil de platja amunt, l'efecte erosiu de les onades.

Els moviments de baixa freqüència només afecten el transport del sediment més fi; a l'entorn de la desembocadura, on aquest és en suspensió, i també a zones més profundes, quan l'onatge n'ocasiona la resuspensió (aquest darrer procés no es produeix per sota dels 20 cm de fondària, segons Cacchione (1990)). Si considerem els corrents residuals gairebé estacionaris, el transport de sediment associat pot seguir una direcció diferent de la de la circulació general cap al sud-oest, entre altres raons,

perquè els fluxos sobre la plataforma continental estan afectats per fenòmens de mesoescala, com ara, intercanvis episòdics de masses d'aigua a través del talús continental (Tintoré, Wang, La Violette, 1990), o bé, variacions espacials en la tensió del vent (García, Arcilla i Espino, 1992).

La mesura continuada de la resposta costanera a l'acció de tots aquests agents mena a l'ajust d'un balanç sedimentari específic per a la costa del delta de l'Ebre (Jiménez i García, 1991). Els resultats obtinguts indiquen que entre el far de la punta de la Banya i l'illa de Sant Antoni, la costa perd entre 200.000 i 300.000 m<sup>3</sup>/any de sorra, i que entre Riumar i el far de Fangar es perden 150.000 m<sup>3</sup>/any. Les dades disponibles suggereixen que aquest sediment no surt del «sistema delta», sinó que s'incorpora a tres àrees de deposició: les dues puntes de les fletxes i la desembocadura (en aquest darrer cas, formant una barra litoral). Vegeu Jiménez, Guillen *et al.*, 1999.

Si es particularitza el balanç sedimentari, és possible deduir taxes de transport longitudinal net (Jiménez, 1992). Hom conclou que:

- A la costa de l'illa de Sant Antoni, el transport és cap al nord i té un valor màxim d'uns 120.000 m<sup>3</sup>/any.
- Des de l'antiga Gola Nord (cap de Tortosa) fins a la Banya, el transport net es dirigeix cap al sud. Les taxes de transport són variables segons l'orientació de la costa i de la batimetria, i el seu valor màxim és d'uns 120.000 a 150.000 m<sup>3</sup>/any.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

- CALLÍS, L. M.; ARCILLA, A.; GARCÍA, M. A.; MONSO, J. L.; COLLADO, F.; ÁLVAREZ, E.; LO-PRESTI, A. *Anàlisi i proposta de solucions per estabilitzar el delta de l'Ebre: Estudi morfològic*. Generalitat de Catalunya. Direcció General de Ports i Costes, 1988. 2 v.
- GARCÍA, M. A.; ARCILLA, A.; ESPINO, M. «Numerical modelling of mesoscale wind-driven distortions of the water circulation on the Ebro delta continental shelf». *Annales geophysicae*, part II (1992), x, p. 183.
- GARCÍA, M. A.; ARCILLA, A.; SIERRA, J. P.; SOSPEDRA, J.; GÓMEZ, J. J. «Wind waves off the Ebro delta». *Journal of Marine Systems*, 4 (1993), p. 235-252.
- GÓMEZ, J. J.; SOSPEDRA, J. *Anàlisi i proposta de solucions per a estabilitzar el delta de l'Ebre. Boia d'onatge direccional (cap de Tortosa). Dades obtingudes del 16/6/1990 al 30/6/1991*. Generalitat de Catalunya. Direcció General de Ports i Costes, 1991.
- JIMÉNEZ, J. A.; GARCÍA, M. A. *Anàlisi i proposta de solucions per a estabilitzar el delta de l'Ebre. Balance sedimentario a partir de las tendencias evolutivas de la línea de orilla*. Generalitat de Catalunya. Direcció General de Ports i Costes, 1991.

- JIMÉNEZ, J. A.; GARCÍA, M. A.; VALDEMORO, H.; GRACIA, V. Y. S.; ARCILLA, A. «The Ebro delta project: a first sediment budget». A: *Proceed of the Coast Sediments'91 Conference*. Estats Units, 1991, p. 2323-2334.
- JIMÉNEZ, J. A.; GUILLEN, J.; GRACIA, V.; PALANQUES, A.; GARCÍA, M. A.; ARCILLA, A.; PUIG, P.; PUIGDEFABREGAS, J.; RODRÍGUEZ, G. «Water and sediments fluxes on the Ebro delta shoreface on the role of low frequency currents». *Marine Geology* [Holanda], 157 (1999), p. 219-239.
- LÓPEZ, O. «Estudio de las variaciones del nivel medio del mar». *Anàlisi i proposta de solucions per a estabilitzar el delta de l'Ebre*. Generalitat de Catalunya. Direcció General de Ports i Costes, 1991.
- PALANQUES, A. *Dinámica sedimentaria, mineralogía y microcontaminantes inorgánicos de las suspensiones y de los sedimentos superficiales en el margen continental del Ebro*. 1987. [Tesi doctoral]
- TINTORÉ, J.; WANG, D. P.; LA VIOLETTE, P. E. «Eddies and thermohaline intrusions off the shelf/slope front off the northeast spanish coast». *Journal of Geophysical research*, 95 (1990), p. 1627-1633.

# CARACTERITZACIÓ I QUANTIFICACIÓ DELS MOVIMENTS DE L'AIGUA A LA BADIA DELS ALFACS: MODELITZACIÓ BIDIMENSIONAL

Josep Vila Codina

*Laboratori d'Estudis Geofísics Eduard Fontserè. Institut d'Estudis Catalans*

A la badia dels Alfacs, s'hi troben instal·lats quatre correntòmetres que proporcionen mesures de temperatura i velocitat (mòdul i direcció) en intervals de temps preestablerts. En aquest treball s'ha dut a terme un estudi de les dades obtingudes durant tres anys, amb la finalitat de contribuir, amb un apartat d'oceanografia física, a l'estudi de la qualitat de les aigües del delta de l'Ebre per a la cria de bivalves. El treball està dividit en dues parts: primera, una anàlisi individual correntòmetre per correntòmetre, que aporta les dades variables enregistrades durant els períodes de funcionament, i segona, una anàlisi conjunta, que utilitza les dades comparables de diferents aparells, és a dir, que estiguin enregistrades al mateix temps en diferents llocs.

Els resultats de l'anàlisi individual, encaminats a caracteritzar l'evolució de les diferents variables a cada punt de la mostra, reflecteixen, en el cas de la temperatura, un caràcter totalment d'acord amb l'època de l'any quan s'han pres, i en el cas del vector velocitat, també mostren una rotació continuada en sentit antihorari, que presenta fluctuacions del mòdul d'una amplitud considerable, que apunta cap a una influència de la mar Mediterrània en els seus moviments.

L'anàlisi conjunta de les variables permet comparar, en un instant de temps determinat, els valors en els diferents punts. Si es té en compte la ubicació dels aparells, es pot comprovar que aquesta és fortament determinant. Els resultats de l'estudi de les diferents variables mostren que la temperatura és més alta a mesura que ens endinsem a la badia. El ritme de rotació dels aparells és més gran si està proper a la bocana d'entrada; el mòdul del vector velocitat assoleix els valors màxims a l'interior, fet que s'explica per la disminució de profunditat que, segons el teorema de Bernoulli, provoca una acceleració de les partícules d'aigua. Aquest comportament es fa més evident si es construeix un mapa d'isolínies, si es fa servir com a variables el mòdul i la fase escombrada del vector velocitat, i s'imposa com a condició de contorn la línia de costa de valor zero.

Després d'unir les anàlisis de les dades obtingudes durant tres anys, dur a terme un estudi matemàtic de les possibles circulacions i confrontar els resultats amb informacions provinents d'altres disciplines (comunicacions personals de la gent que viu i treballa al lloc d'estudi, treballs en altres camps, com la biologia, etc.), s'arriba a la conclusió que la circulació general a l'interior de la badia es fa en sentit horari.

Finalment, i en previsió de a fer una estimació del tipus de règim dels corrents interns, es du a terme una anàlisi espectral de les variables mesurades en totes les èpoques de l'any, incloent-hi la possibilitat de filtrar els valors experimentals. D'aquesta manera, s'obté com a resultat unes freqüències predominants que corresponen als períodes de mareas astronòmiques. Aquesta situació suggereix la conclusió que el règim és obert i fortament correlacionat amb el cicle de mareas del mar exterior, fins al punt que l'amplitud d'aquestes és superior a qualsevol altra influència, com podria ser, en el cas de la temperatura, l'aportació calorífica de període diari, que prové de la radiació solar.

Gener de 1993

# ELS ALTRES ESTUARIS DE L'EBRE: PAUTES DE FUNCIONAMENT I POSSIBILITATS DE REGULACIÓ

Jordi Camp  
*Institut de Ciències del Mar (CSIC)*

Dels, aproximadament,  $15.000 \text{ hm}^3/\text{any}^{-1}$  que el riu Ebre aporta al mar, la major part surt de la desembocadura natural. No obstant això, una petita part de l'aigua deriva més amunt de Tortosa i circula per dos canals que corren paral·lels al riu, però a un nivell molt més alt. Aquests cabals són els que s'utilitzen per regar la planta deltaica i una part d'aquests, després de complir la seva funció, va a parar a les badies del Delta, cosa que dona lloc a una dinàmica estuariana típica.

Si ens fixem, per exemple, en la badia dels Alfacs, els cabals aportats són de prop de  $250 \text{ hm}^3/\text{any}^{-1}$ . Aquesta aigua arriba de manera més o menys fraccionada per tota la part nord de la badia en una zona d'aigües molt somes, la qual cosa en facilita la barreja a l'aigua marina. El resultat és: quan els excedents d'aigua surten per la boca de la badia ho fan molt mesclats, de manera que la salinitat de sortida és normalment superior a 30. Això representa una pèrdua d'aigua salada que és compensada per l'entrada d'aigua de mar pel fons de la badia. S'estableix, doncs, el tipus de circulació en dues capes, propi dels estuaris positius estratificats. Si tenim en compte que la salinitat mitjana de l'aigua superficial que surt és de 34, la de la marina que entra pel fons és pròxima a 38 i el consum de la badia roman aproximadament constant, podem deduir que els fluxos establerts entre la badia i el mar són d'una magnitud superior als d'aigua dolça.

En situacions de calma o vents fluixos, la massa d'aigua superficial s'acumula a una banda o a l'altra de la badia. Però el mecanisme d'intercanvi funciona igualment. En cas de vents forts, es trenca l'estructura vertical i, per tant, el mecanisme de circulació es recupera, no obstant això, dies després.

Aquest mecanisme de circulació, que ha estat descrit inicialment a partir de mesures estructurals i comprovat posteriorment amb l'ajut de correntòmetres, es mostra fonamental per al manteniment de les condicions ambientals de la badia, controla llurs mecanismes de producció primària i secundària i condiciona el destí

d'aquesta producció. Com que actua sobre els cabals d'entrada d'aigua dolça de la badia, es deuen regular els fluxos d'intercanvi i els temps de renovació de les aigües i, per tant, en certa manera les condicions ambientals i la capacitat productiva de la badia.

En cas de l'altra badia, el Fangar, la situació sembla encara més senzilla de regular, ja que la relació entre volum de badia i cabal d'entrada és favorable. Encara que ha estat menys estudiada per nosaltres, sembla que la seva distribució espacial en aquests moments propicia un estancament de les aigües de la part oest de la badia i una exportació de la capacitat productiva cap a l'exterior.

En resum, podem dir que les condicions ambientals i la capacitat productiva de les badies del Delta depenen estretament dels cabals d'aigua dolça que reben dels camps de conreu, no només pels nutrients que aporten, sinó també per la circulació que indueixen. Qualsevol reducció en aquests cabals repercuteix fortament en el conjunt, en multiplicar-se llurs efectes per un factor pròxim a deu.

Gener de 1993



# ELS PLACERS LITORALS DEL DELTA DE L'EBRE

Manuel Viladevall i Solé

*Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica  
Universitat de Barcelona*

Jordi Serra i Raventós

*Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia  
Universitat de Barcelona*

Tot delta està constituït pels materials aportats per un riu i dipositats a la desembocadura, i es distribueixen segons les característiques físiques dels sediments i la dinàmica del medi receptor. Les parts en què es pot dividir un delta són: plana deltaica, front deltaic i prodelta. Aquestes parts estan condicionades pels factors fluvials, fluviomarins i marins, respectivament, i presenten unes característiques sedimentàries força diferents.

L'estabilitat o continuïtat del procés de creixement deltaic estan condicionades pel manteniment de les funcions d'equilibri, que es produiran sempre que tinguem un balanç sedimentari positiu i un nivell de mar estable.

L'evolució del delta de l'Ebre en els darrers segles ha viscut una sèrie d'esdeveniments lligats a l'acció antròpica. Tots de signe molt divers, amb vista a l'evolució creixent del Delta (desforestació al llarg del segle XV al XVII) i a la construcció d'una sèrie de barreres hidràuliques i de regadiu, que ens ha conduït a una retenció de més del 90 % de les aportacions sòlides (signe negatiu). Aquest darrer signe ha produït l'inici d'un intens retrocés de la línia de costa, a causa de la capacitat tractiva dels corrents de la deriva litoral i de la manca d'aportacions sedimentàries.

Els materials, aportats pel riu o erosionats i distribuïts per la dinàmica litoral a la desembocadura, són molt diversos: sorres riques en minerals lleugers, com quars, feldespatos i materials calcaris s. l., procedents d'una diversitat diferenciada d'àrees font i, tanmateix, materials de densitat superior a les sorres s. l. o minerals pesants com l'or, monazites, zircons, magnetites, rútils, ilmenites, etc., que indiquen, també, la diversitat de procedències.

La franja litoral externa del Delta presenta un clàssic dipòsit de tipus placer litoral, on es troben tots els minerals pesants esmentats. Principalment, or, originari del sistema Segre (Pirineus) i d'alguns rius com el Jalón, de la Serralada Ibèrica.

Aquests minerals, juntament amb lleugers, es troben dins de les sorres negres (*black sands*) que s'acumulen a les zones de llongada o *swash*. Els continguts dels diferents elements que componen aquests minerals són variables, tal com es veu en algunes mostres de la taula 1. No obstant això, dins de les sorres s. l. (*beach sands*) les composicions dels diferents elements són més homogènies.

Tot i l'homogeneïtat observada, trobem una certa dispersió al llarg de la costa del delta de l'Ebre (figures 1 i 2), en direcció NE-SW, a causa de l'acció de la deriva litoral i de les llevantades. Existeix una classificació dels diferents minerals, des dels més densos, com l'or (prop de la desembocadura), fins als menys densos (monazites i zircons) cap al Trabucador.

TAULA 1. Sorres negres (lantànids, actinids i or en ppm).

Mostra	La	Yb	Eu	Ce	Nd	Lu	Au	U	Th	Hf
D1	1.260	30,0	23,5	2.210	1.025	8,6	1,05	3	160	317
Pb 21 bs	1.000	25,0	20,8	1.900	863	5,8	3,14	31	172	410
P23 (1/2A)	486	10,1	11,0	999	438	3,2	1,35	8	70	120
Pb22 (91)	1.700	46,9	34,2	2.600	950	9,4	15,00	59	260	890
P6B1	1.240	23,4	28,4	2.360	1.180	5,5	2,02	—	165	280

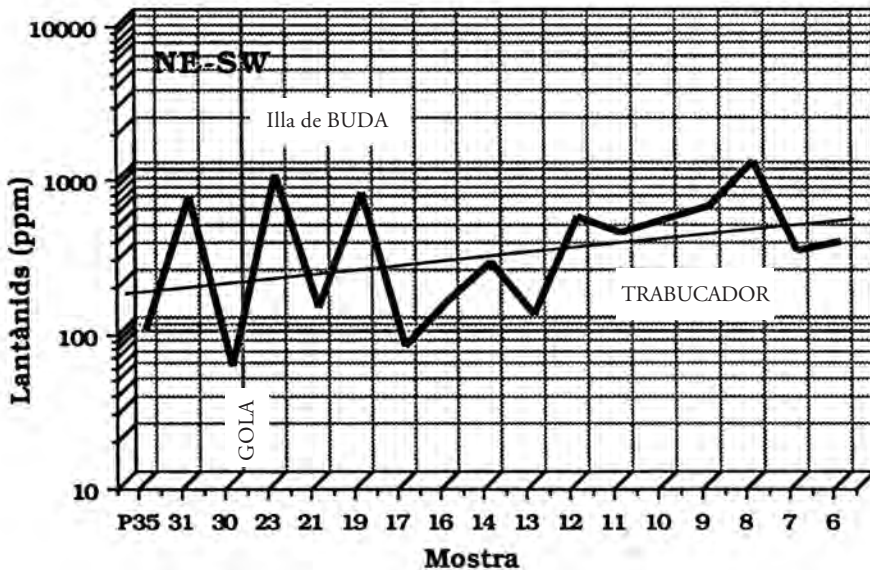


FIGURA 1

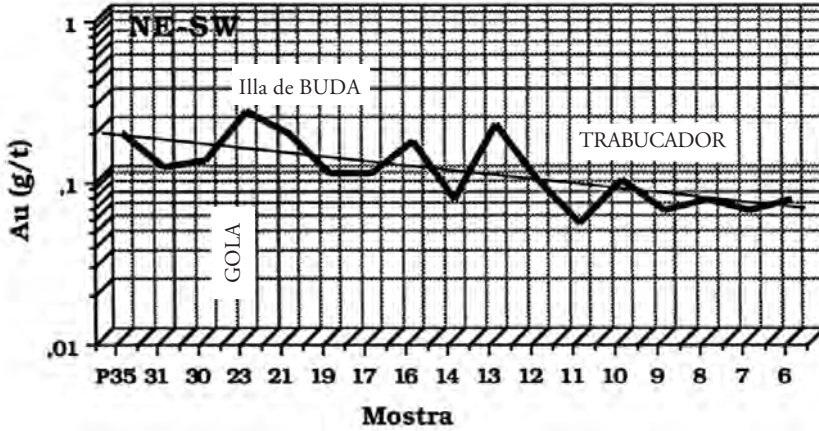


FIGURA 2

L'empobriment en or, o l'enriquiment en altres minerals pesants, segons una direcció SW, indicada en les figures 1 i 2, és degut al component principal de la deriva, en aquesta direcció, que arrossega les partícules que aporta el riu durant les crescudes o represes per l'erosió litoral en període normal. Les partícules d'or es dipositen en la zona pròxima, enriqueixen les sorres s. l. prop de la gola, on les velocitats mitjanes dels corrents litorals no ultrapassen els límits de mobilització i transport, fora dels períodes de vents marins forts. Els temporals de llevant poden reprendre de nou els materials i dipositar-los a la platja superior o, també, a la rereplatja, si formen els nivells de sorres negres, tal com s'il·lustra a la figura 3.

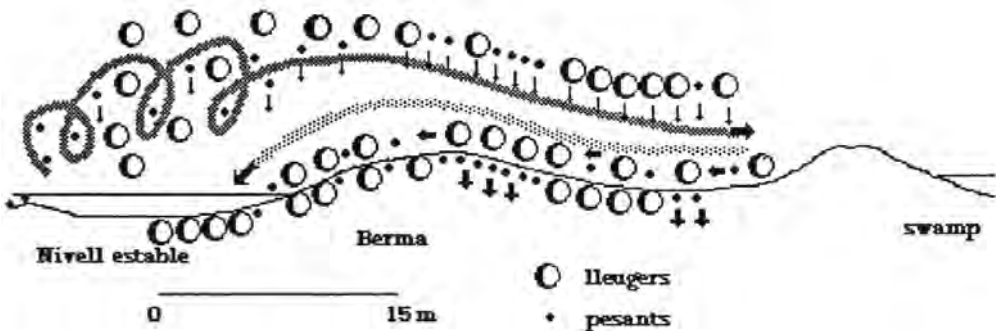


FIGURA 3. Esquema de la formació de les sorres negres.

La sedimentació de minerals pesants es realitza de la manera següent: les ones carregades amb diferents partícules, les transporten fins a la zona superior de la berma, on el corrent de reflux no és capaç de transportar les partícules més pesants, fet que forma i enriqueix un placer típic per acumulacions successives.

Gener de 2001

# TRETS FONAMENTALS DEL RIU EBRE QUE AFECTEN L'ECOLOGIA DEL DELTA

Narcís Prat

*Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona*

El riu Ebre és l'artèria que aporta l'aigua dolça necessària per mantenir el funcionament de la majoria dels ecosistemes del Delta. La qualitat i la quantitat de les aigües afecten de manera directa o indirecta tots els organismes que hi viuen, incloent-hi l'home.

El cabal del riu ha minvat molt els darrers anys a causa de la construcció d'embassaments. Això ha comportat la presència, al llarg de molts mesos (de vegades tot l'any), d'una falca d'aigua salada a la part baixa del riu que s'endinsa fins a 30 km de la desembocadura. En el seu règim natural, aquesta falca es trobava en el riu només dos o tres mesos a l'estiu. Amb cabals inferiors a 150 m<sup>3</sup>/s, la falca persisteix des de Deltebre fins al mar tot l'any.

D'altra banda, la qualitat de les aigües també ha canviat els darrers anys, tant per la construcció dels embassaments (i sobretot des que es va construir Mequinensa als anys seixanta), com per l'augment dels abocaments i l'ús més intensiu de l'aigua lligat al creixement de la població. Els sòlids en suspensió han disminuït des de valors propers a 100 ppm fins a valors de 13 ppm de mitjana anual. La major transparència de l'aigua permet el desenvolupament de quantitats importants de fitoplàncton al riu (fins a 50 mg/m<sup>3</sup> de clorofil·la) i la presència de moltes algues filamentoses sobre les pedres (especialment *Cladophora*) o alguns macròfits, com *Potamogeton pectinatus*. Aquesta proliferació es veu afavorida per la gran quantitat de nutrients que porta el riu de fòsfor (5 µmol/l) i de nitrogen (170 µmol/l). Aquests nutrients provenen de la degradació de la matèria orgànica dels embassaments (sobretot a l'hipolimnion de Mequinensa), així com dels aportaments diversos, tant urbans (Lleida) com agrícoles de tota la zona del Pla d'Urgell i del Baix Cinca.

L'alta producció primària afavoreix la presència d'abundant material en suspensió en forma particulada orgànica (6 ppm). El riu transporta al mar una mitjana anual de 300.000 tm de carbó (10 en forma particulada orgànica), 1.500 de nitrogen (un en forma particulada orgànica) i 1,5 de fòsfor (0,75, com a partícules orgàniques).

Aquest elevat contingut de material en suspensió i algues afavoreix la presència d'una nombrosa comunitat d'animals en el riu, que totalitza fins a 34 tàxons de macroinvertebrats a la zona reòfila, zona on mai es produeix la falca salina i mai hi ha problemes d'oxigen. Les zones amb pedres són més riques en espècies que les zones de grava i les zones amb poc corrent són més pobres que les zones amb més corrent. Cal destacar la presència de l'efemeròpter *Ephoron virgo* (la palometa), molt característic dels grans rius europeus.

A la zona estuàriana (on es produeix la falca salina), hom ha detectat zones profundes sense oxigen, després d'un període de dos o tres mesos de falca. La putrefacció origina al fons del riu la presència de molt d'amoni i fòsfor, i aigües amb pudor de sulfhídric i sense macroinvertebrats.

L'aigua del riu, que passa als canals de regar i d'allà als camps d'arròs, llacunes i badies, es transforma profundament. A la sortida dels canals que desemboquen a la badia dels Alfacs, les aigües són més pobres en formes oxidades de nitrogen i més riques en amoníac. La quantitat relativa de nutrients en forma particulada augmenta. Si, després de passar pels arrossars, les aigües van a parar a les llacunes (Encanyissada, Tancada), arriben al mar més pobres en materials particulats i elements nutritius, fet que mostra clarament l'efecte de filtre que fan les llacunes i la raó de la seva forta eutrofització. L'aigua del riu i les activitats humanes en condicionen fortament la qualitat quan arriben al mar.

Sense un canvi de la gestió dels embassaments i una bona depuració terciària de les clavagueres de Saragossa i de Lleida, no cal esperar que la qualitat de les aigües de l'Ebre millori en el futur. Però si tot continua igual, amb el creixement de les ciutats, les pràctiques associades al regadiu i la gestió que es fa dels arrossars, hom pot preveure fàcilment que la qualitat de les aigües del riu Ebre disminuirà encara més en els propers anys. Les palometes en seran el més fidel testimoni: el dia que desapareguin hauré perdut definitivament l'Ebre com a gran riu característic d'Europa.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

- MUÑOZ, I.; PRAT, N. «Effects of river regulation on the lower Ebro river». *Regulated Rivers*, 3 (1989), p. 345-354.
- IBÁÑEZ, C.; PONT, D.; PRAT, N. «Characterization of the Ebre and Rhône estuaries. A basis for defining and classifying salt-wedge estuaries». *Limnol. Oceanogr.*, 42 (1) (1997), p. 89-101.
- IBÁÑEZ, C.; PRAT, N.; CANICIO, A.; CURCÓ, A. (1999). *El delta del Ebro, un sistema amenazado*. Bilbao: Bakeaz ed. Bilbao. 109 p.

# ECOFISIOLOGIA I DISTRIBUCIÓ DELS MANTELLS MICROBIANS DEL DELTA DE L'EBRE

Isabel Esteve

*Unitat de Microbiologia. Facultat de Ciències  
Universitat Autònoma de Barcelona*

Els mantells microbians són estructures organosedimentàries constituïdes per la interacció entre microorganismes i sediment.

Els seus homòlegs més antics són els estromatòlits, roques d'aproximadament 3.500 milions d'anys, formades per comunitats bacterianes d'estructura similar als cianobacteris actuals. Actualment, és molt interessant l'estudi dels mantells microbians, ja que són considerats rèpliques vives dels estromatòlits antics.

Els mantells microbians, a diferència dels estromatòlits (que varen colonitzar la terra primitiva), es troben restringits als ambients que denominem *extremes* (salinitat elevada, alta temperatura i condicions anoxigèniques). Aquests ambients inclouen: zones costaneres (Bauld, 1984; Van Gemberden, 1989), les fonts termals (Castenholz, 1984; Jorgensen i Nelson, 1988), les fonts termals dels fons oceànics (Jannash, 1985; Nelson, 1989) i els llacs alcalins (Brock, 1978).

A la darrera època s'han publicat dos llibres de revisió (Cohen, 1984; Cohen i Rosenberg, 1989) i nombrosos treballs que versen sobre la morfologia, la fisiologia i la genètica dels microorganismes que constitueixen els mantells microbians.

El treball que es presenta a continuació és un recull de dos articles que versen sobre la distribució macroscòpica i microscòpica dels tapets microbians del delta de l'Ebre i d'altres zones costaneres mediterrànies (Mir, 1991; Esteve, 1992).

## ELS TAPETS MICROBIANS DEL DELTA DE L'EBRE

Sovint els tapets microbians s'han comparat amb els llacs planctònics estratificats, ja que són considerats com a estructures també estratificades, però bentòniques (Guerrero i Mas, 1990).

Els mantells microbians del delta de l'Ebre que hem estudiat es troben al sud, a la denominada punta de la Banyà. Les zones de mostra les hem restringit a tres

punts molt propers els uns dels altres. Tots situats a la zona de les salines de la Trinitat (40° 35' N, 32° 40' E), 50 km al sud de Tarragona.

Els mantells més estables presenten una clara estratificació vertical i estan constituïts per tres capes perfectament diferenciables. La capa superior, d'un color entre marró i groc, està formada per diatomees (*Nitzschia*, *Navícula*, *Amphora*). La segona, de color verd, per cianobacteris filamentosos, principalment *Microcoleus chthonoplastes* i d'altres com *Lynngbya aestuarii*, i per cianobacteris coccoïdals. La tercera capa, de color vermell, està fonamentalment composta per bacteris fototròfics anoxigènics (*Chromatium* sp. i *Thiocapsa* sp.), encara que, també, poden trobar-se filaments de *Microcoleus chthonoplastes*. A més dels microorganismes fototròfics esmentats, s'hi troben espiroquetes i altres petits cocs i bacils no identificats (Mir, 1991; Esteve, 1992).

En determinar la composició de pigments per capa, s'observa que el principal pigment, a les dues capes superiors, és la clorofil·la *a*, la qual assoleix una concentració màxima de 0,5 µg·mm<sup>3</sup> a una profunditat d'1,1 mm a la capa verda.

La bacteriolorofil·la *a* es troba a la capa vermella i s'incrementa amb la fondària. La concentració màxima és de 0,35 µg·mm<sup>-3</sup>, a una fondària de 2 mm.

L'estudi de la distribució dels pigments demostra que els microorganismes amb clorofil·la *a*, com ara *Microcoleus chthonoplastes*, es troben àmpliament distribuïts per tot el mantell microbià. La figura 1 és una composició fotogràfica que mostra la situació geogràfica dels tapets microbians estudiats (*a*) i els principals microorganismes que el componen (*b* i *c*). La figura 2 representa la distribució dels principals pigments per fondària.

En aquests darrers anys també hem estudiat altres tapets de la costa litoral mediterrània, que exposo breument tot seguit. Els tapets microbians de les salines del cap de Gata presenten una estructura rígida en forma de crosta, a causa dels guixos. L'anàlisi microscòpica mostra l'existència per sota d'aquesta capa d'una altra de color verd, la qual està dominada, principalment, per cianobacteris coccoïdals (*Synechococcus* sp.) i alguns de filamentosos (*Spirulina* sp.). Els extractes metàl·lics mostren que el principal pigment és la clorofil·la *a*.

Els tapets de Santa Pola (Salines Bonmatí de Santa Pola) presenten tres capes pigmentades fàcilment diferenciables. La primera està formada per diatomees; la segona, per cianobacteris amb beina (*Microleus* sp.), i la tercera, de color púrpura, presenta fonamentalment bacteris fototròfics anoxigènics del gènere *Chromatium* sp.

El pigment principal a totes les capes és la clorofil·la *a*, que presenta el seu màxim (1,6 µg·mm<sup>-3</sup>) a la capa verda, a una fondària de 0,7 mm. També es detecta la bacteriolorofil·la *a* a una profunditat d'1,26 mm, que es correspon amb la capa vermella (0,5 µg·mm<sup>-3</sup>).



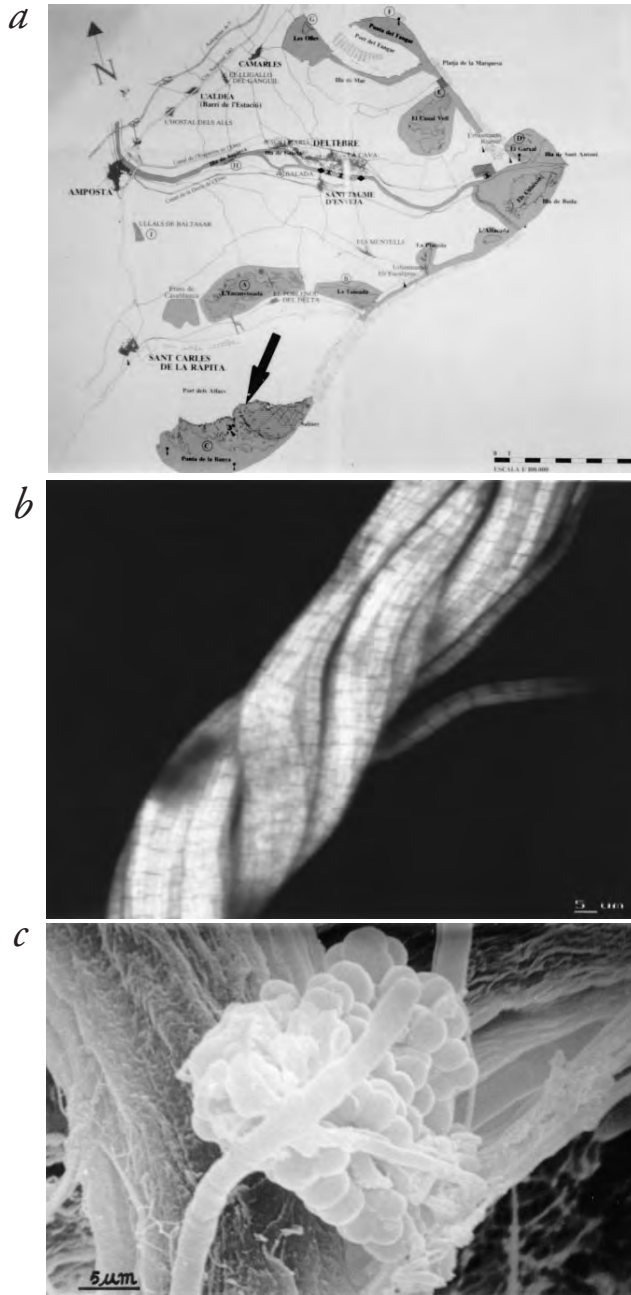


FIGURA 1. a) Delta de l'Ebre. La fletxa indica la zona de mostra. b) *Microcoleus chthonoplastes*, imatge obtinguda amb un microscopi confocal. (Cortesia d'A. Solé.) c) Agregats de bacteris vermells del sofre. *Microfotografia* electrònica de rastreig. (Cortesia de J. Mir.)

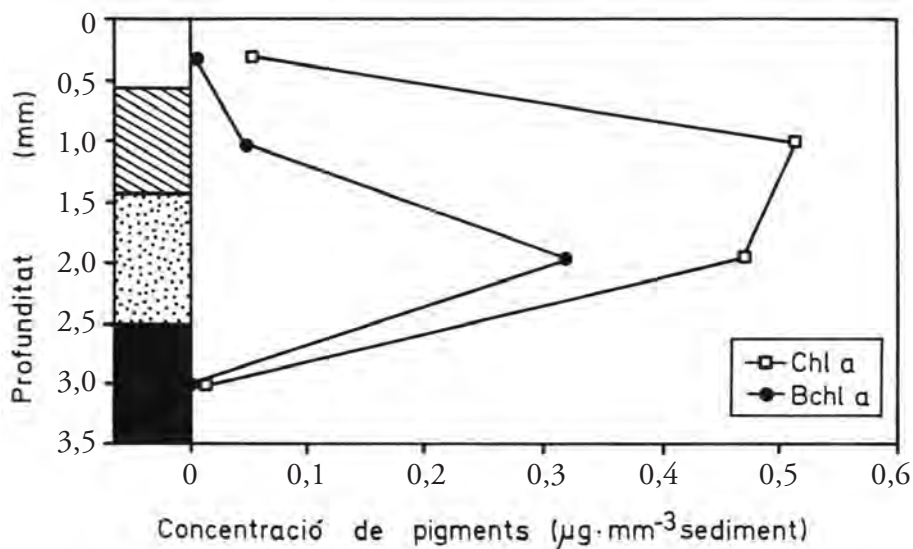


FIGURA 2. Distribució de pigments. Tapet microbià del delta de l'Ebre: capa marró groguenca, capa vermella, sediment negre. (Cortesia de M. Martínez-Alonso.)

Sobre els tapets de San Rafael s'ha de dir que, a les seves salines, s'hi han trobat dos tipus de tapets microbians. Un presenta un sediment de color blanc, té tres capes superiors. La primera està formada per diatomees; la segona, per cianobacteris (coccoïdals i filamentosos), i la tercera, per bacteris fototròfics anoxigènics. El segon tipus de tapet té dues coloracions: la superior, marró, formada pel creixement de diatomees, i la inferior, verda, constituïda novament per cianobacteris coccoïdals i filamentosos.

L'espectre d'absorció dels extractes metanòlics de les diferents laminacions presenta, sempre, com a pigment majoritari, la clorofil·la *a* i petites quantitats de bacterioclorofil·la *a*.

Darrerament, hem desenvolupat mètodes per determinar el paper que representen els bacteris depredadors en el control de les poblacions fototròfiques, mitjançant tècniques especials de creixement d'aquests microorganismes en placa (Nogales, 1997). També hem aplicat tècniques moleculars a l'anàlisi del genoma de diferents bacteris fototròfics (Gaju, 1995 i Mèndez, 1996).

Finalment, s'han aplicat tècniques de microscòpia làser confocal, per a la determinació de la biomassa dels bacteris fototròfics oxigènics en sistemes estratificats bentònics (Solé, 2001) i s'estan aplicant tècniques d'hibridació *in situ* per a la detecció de microorganismes no cultivables.

Els mantells microbians són ecosistemes extraordinàriament interessants, tan per l'estudi ecofisiològic de les poblacions que els constitueixen com per la seva relació amb la formació dels estromatòlits.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

- BAULD, J. «Microbial mats in marginal marine environments. Shark bay, Western Australia, and Spencer Gulf, South Australia». A: COHEN, Y.; CASTENHOLZ, R. W.; HALVORSON, H. O. *Microbial mats Stromatolites*. Nova York: Alan R. Liss, 1984, p. 39-58.
- BROCK, T. D. *The habitats: Thermophilic microorganisms and life at high temperatures*. Nova York: Springer-Verlag, 1978, p. 12-38
- CASTENHOLZ, R. W. «Composition of hot spring microbial mats: A summary» A: COHEN, Y.; CASTENHOLZ, R. W.; HALVORSON, H. O. *Microbial mats Stromatolites*. Nova York: Alan R. Liss, 1984, p. 101-119.
- COHEN, Y.; ROSENBERG. *Microbial mats: Pshycological ecology of benthic Microbial communities*. Washington DC: American Society of Microbiology, 1984.
- ESTEVE, I.; MARTÍNEZ-ALONSO, M.; MIR, J.; GUERRERO, R. Distribution typology and structure of microbial mat communities in Spain. Preliminary study. A: MONTES [ed.]. *Limnetica*. 1992.
- GAJU, N.; PAVÓN, V.; MARIN, I.; ESTEVE, I.; GUERRERO, R.; AMILS, R. «Chromosome map of the phototrophic anoxygenic bacteria *Chromatium vinosum*». *FEMS Microbiol. Lett.*, 126 (1995), p. 241-248.
- GUERRERO, R.; MAS, J. «Mutilayered microbial communities in aquatic ecosystems: growth an loss factors». A: COHEN, Y.; ROSENBERG. *Microbial mats: Pshycological ecology of benthic Microbial communities*. Washington DC: American Society of Microbiology, 1989, p. 37-51.
- JANNASH, H. W. «The chemosynthetic support of life and the microbial diversitu at deep sea hydrothermal vents». *Proc. R. Soc. lond. Ser. B.*, 225 (1985), p. 227-297.
- JORGENSEN, B. B.; NELSON, D. C. «Bacterial zonation, photosynthesis, and spectral light distribution in hot spring microbial mats of Iceland». *Microbiol. Ecol.*, 16 (1988), p. 133-147.
- MÉNDEZ-ÁLVAREZ, S.; ESTEVE, I.; GUERRERO, R.; GAJU, N. «Genomic analysis of different *Chlorobium* strains». *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 46 (4) (1996), p. 1177-1179.
- MIR, J.; MARTÍNEZ, J. M.; ESTEVE, I.; GUERRERO, R. «Vertical stratification and microbial assemblage of a microbial mat in the Ebro delto (Spain)». *FEMS Microbiol. Ecol.*, 86 (1991), p. 59-68.
- NELSON, D. C.; WIRSEN, C. O.; JANNASCH, H. W. «Characterization of large, autotrophic *Beggiatoa* spp. Abundant at hydrothermal vents of the Guayamas Basin». *Appl. Environ. Microbiol.*, 55 (11) (1989), p. 2909-2917.

NOGALES, B.; GUERRERO, R.; ESTEVE, I. «A heterotrophic bacterium inhibits growth of several species of the genus *Chlorobium*». *Arch. Microbiol*, 167 (1997), p. 396-399.

SOLÉ, A.; GAJU, N.; MÉNDEZ-ÁLVAREZ, S.; ESTEVE, I. *Determination of phototrophic oxygenic biomass by confocal laser scanning microscopy in Ebro delta microbial mats*. [En premsa]

# INTERACCIONS ENTRE ELS CICLES DEL SOFRE I DEL CARBONI EN AMBIENTS AQUÀTICS

Carles Pedrós-Alió  
*Institut de Ciències del Mar*

## AMBIENTS DELTAICS EN ESTUDI

Riu Ebre, mantells microbians de la punta de Banya, llacuna de l'Encanyissada, badia dels Alfacs.

## GRUPS DE TREBALL

IP: doctor Carles Pedrós-Alió, investigador, Institut de Ciències del Mar, Centre Superior d'Investigacions Científiques (CSIC).

Josefina García Cantizano, becària FPI.

Ramon Massana i Molera, becari FPI.

Joan Isidre Calderon i Paz, becari FPI.

IP: doctor Jordi Mas Gordi, professor titular, Departament de Genètica i Microbiologia de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Joan Mir i Puyuelo, professor ajudant.

Emili Ortega i Casamayor, professor ajudant.

## OBJECTIUS DEL TREBALL

1. Determinar la proporció de la producció primària, a causa de bacteris quimiolitotrofs i fotoautotrofs del sofre en diferents ambients.
2. Determinar la importància de diferents compostos inorgànics del sofre en diferents ambients.

3. Quantificar la contribució dels bacteris del sofre a l'alimentació de ciliats, flagel·lats i zooplàncton.
4. Determinar l'estructura de la xarxa tròfica microbiana en ambients anaeròbics i en les zones de transició.
5. Estimar les taxes de creixement de tots aquests grups de microorganismes, *in situ*.

## RESULTATS PRELIMINARS

1. El treball ha estat realitzat en col·laboració amb el grup del doctor Narcís Prat, del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, que porta força anys estudiant aquest ambient des del punt de vista dels nutrients.

El riu sol estar estratificat, amb una capa superior d'aigua dolça i una inferior d'aigua marina anaeròbica. Entre ambdues hi ha una zona de transició d'1 m de gruix aproximadament. Hom ha analitzat el fraccionament de la producció primària entre fotosíntesi oxigènica (per algues i cianobacteris), l'anoxigènica (per bacteris de sofre) i per quimiolitotrofia. S'ha vist que la primera és important a la part superior del riu, mentre que l'última és important a la part inferior del metalimnion. La fotosíntesi anoxigènica no es produeix.

La distribució dels compostos inorgànics del sofre indica una preponderància del tiosulfat sobre altres compostos reduïts, la qual cosa diferencia aquest sistema d'altres on normalment predomina el sulfhídric. S'ha començat l'aïllament de bacteris quimiolitotrofs del sofre que utilitzen tiosulfat i se n'ha determinat l'abundància, *in situ*, mitjançant números més probables.

2. Els estudis a la resta d'ambients esmentats estan més endarrerits. Breument, s'han analitzat els compostos inorgànics del sofre i la presència de bacteris quimiolitotrofs als mantells microbians de la punta de la Banya. S'han fet estimacions de la biomassa de bacteris, ciliats i flagel·lats a la llacuna de l'Encanyissada, així com determinacions de la velocitat de creixement dels bacteris heterotrofs i de les taxes d'alimentació de ciliats i flagel·lats sobre bacteris.

Gener de 1993

# EL BENTOS EN LOS FLUJOS DE MATERIA Y ENERGÍA DE LA BAHÍA DE ELS ALFACS

Javier Romero

*Departamento de Ecología. Facultad de Ecología. Universidad de Barcelona*

## INTRODUCCIÓN

Los procesos de producción y consumo de materia orgánica tienen centros de gravedad segregados verticalmente, con el consumo siempre por debajo de la producción. En los sistemas acuáticos, y muy particularmente en el océano, dicha segregación es particularmente patente. A la vez, ambos procesos disminuyen más o menos exponencialmente con la profundidad, la síntesis de materia orgánica por la extinción de la luz y su degradación por la limitación del aporte de sustratos orgánicos. El fondo marino oceánico y su poblamiento biológico, el bentos, recibe una cantidad de energía, como luz o como materia orgánica, variable. En términos muy generales, la primera dependerá de la profundidad, y la segunda tanto de la profundidad como de la intensidad de la producción primaria en el agua. La actividad biológica en el bentos (respiración, liberación de nutrientes, tamaño de poblaciones, de organismos, etc.) y su papel en el conjunto del sistema marino vendrá determinada, a su vez, por dicha energía recibida.

Al abordar el estudio de la dinámica biológica de la bahía de els Alfacs, se partió de la hipótesis de que su escasa profundidad (alrededor de 5 m en su parte central) y la alta producción de sus aguas iban a ir acompañadas (y en parte, explicadas) por una dinámica bentónica muy activa, con un papel decisivo en las transferencias de materia y energía en el sistema y por lo tanto con una gran capacidad de control sobre él mismo. Dicha hipótesis sirvió de punto de partida para el estudio de los flujos de materia y energía en esta bahía deltaica, llevado a cabo durante los años 1986-1990, trabajos que cristalizaron en una serie de tesis doctorales (M. Delgado, M. Pérez, A. Martínez-Arroyo, M. Vidal), de las que se han extraído los datos que se presentan a continuación.

## PLANTEAMIENTO

La bahía se consideró un sistema con una serie de entradas y salidas de carbono orgánico, que se intentaron medir de la manera más exacta posible. Las entradas consideradas fueron la producción de fitoplancton, microfitobentos, fanerógamas y macroalgas, más los aportes del «exterior» del sistema y, especialmente, las entradas de carbono orgánico particulado a través de los canales de desagüe de los campos de arroz. La salida principal fue, como antes se ha justificado, el consumo de carbono orgánico en el bentos por un lado. A ésta hay que añadir el consumo de carbono en la columna de agua y la exportación hacia mar abierto, como partículas, de parte del carbono del sistema. Por último, se investigó, también, el balance de nutrientes (como elementos que, potencialmente, pueden controlar directamente la síntesis de carbono e, indirectamente, su consumo) y muy especialmente, su regeneración en el fondo de la bahía.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA 1. Balances de producción/consumo (en términos de carbono orgánico de la bahía de els Alfacs).

		<i>Producción</i>		<i>Consumo</i>
		gC m-2 año-1	gC año-1 (x 10 <sup>6</sup> )	gC año-1 (x 10 <sup>6</sup> )
Actividad biológica				
Columna de agua	Fitoplancton (0-2 m)	100	4.872	600-1.200
	Fitoplancton (2-4 m)	25	725	
Bentos	Macrofitobentos (0-1 m)	35	631	900
	Macrofitobentos (>2 m)	18	543	
	Macroalgas	250	610	
	Fanerógamas	400	1.643	
Total autóctono		9.126	9.600-10.200	
Importación/exportación	Entrada canales (POC)	—	1.100	
	Entrada canales (DOC)	—	1.100-3.300	
	Intercambio neto mar abierto			2.000-2.200
	Enterramiento			400-600
Total alóctono		2.200-4.400		
TOTAL		11.300-13.500	10.800-13.000	



La bahía procesa una cantidad importante de carbono orgánico, aunque más interesante que el valor total es la distribución entre los distintos procesos de entradas y salidas (tabla 1). Si bien en algunos casos los procesos no se han medido con total precisión y sólo se dan valores o intervalos orientativos, los datos de la tabla 1 marcan unas ciertas pautas de funcionamiento del sistema que suscitan reflexión. En primer lugar, la bahía exporta carbono, si bien de forma muy moderada, del orden del 15-20 % del total de las entradas. En segundo lugar, el consumo biológico («total autóctono») parece ser sólo algo superior a la producción biológica de la bahía. En consecuencia, se trata de un sistema que funciona principalmente por su propia producción primaria (90 %), y que es sólo levemente «heterótrofo» (10 %); es decir, dependiente de aportes externos. Esto tiene evidentes implicaciones prácticas, tanto para la calidad de las aguas de la bahía (por ejemplo, oxigenación de las aguas profundas) como, en general, para cualquier medida de gestión. Por último, es de resaltar la segregación espacial que confirma las tendencias apuntadas en la introducción, entre síntesis y consumo de materia orgánica. Así, mientras que la mayor parte de la producción tiene lugar en el plancton (60 %), la casi totalidad de la degradación tiene lugar en el fondo de la bahía, en el bentos (>90 %).

La producción primaria que se ha estimado requiere el suministro de una cierta cantidad de nutrientes, ésta puede estimarse conociendo las relaciones molares C:N y C:P de los distintos productores. Asimismo, hemos podido estimar las entradas de nitrógeno y fósforo al sistema (tabla 2).

TABLA 2. Balance de nitrógeno y fósforo para la bahía de els Alfacs. Los valores se expresan en  $10^6$  moles.año<sup>-1</sup>.

	<i>Entrada por canales</i>	<i>Liberación por sedimento</i>	<i>Regeneración columna de agua</i>	<i>TOTAL</i>	<i>Requerido</i>
N	15	42	8	65	77
P	0,4	1,3	0,2	1,9	4,4

Los datos de dicha tabla confirman dos aspectos ya señalados a propósito de la tabla 1: la importancia del bentos en el funcionamiento del sistema, suministrando más del 66 % del nitrógeno necesitado, y la poca importancia de los aportes alóctonos, en este caso como fuente de nutrientes (20 % del total).

La tabla 2 pone también en evidencia discrepancias entre el total de nutrientes necesarios para sustentar la producción y la suma de las estimas de las diversas

fuentes, especialmente altas en el caso del fósforo. Parte de las discrepancias cabe atribuir las a errores experimentales, ampliados por la extrapolación al conjunto de la bahía, así como a procesos no medidos (por ejemplo, absorción radicular de nutrientes en las fanerógamas, empleo por los productores primarios de sustratos orgánicos como fuentes de nutrientes, etc.). No obstante, al menos en el caso del fósforo, las diferencias son suficientemente acusadas como para requerir alguna explicación adicional.

Dicha explicación deba buscarse probablemente en el hecho, revelado por algunos experimentos recientes, de que una perturbación del sedimento estimula el flujo de nutrientes desde él mismo, pero afectando mucho más al nitrógeno que al fósforo. Una misma perturbación hace aumentar al doble o al triple la tasa de liberación de nitrógeno (en forma amoniacal, especie liberada preferentemente), pero incrementa la del fósforo (fosfato reactivo soluble) en uno o dos órdenes de magnitud, en forma de pulsos de gran intensidad pero escasa duración.

Probablemente, la cantidad de fósforo que se necesita para la producción, pero, no queda explicada por los procesos resumidos en la tabla 2 se libere durante dichos pulsos, en eventos de resuspensión del sedimento que son relativamente poco frecuentes y no corresponden a las condiciones experimentales en que se han realizado las determinaciones de los flujos. De confirmarse esta hipótesis, esto tendría algunas consecuencias importantes para el funcionamiento del sistema: su producción primaria estaría limitada, en condiciones «basales», por fósforo, lo cual es relativamente raro en sistemas estuáricos; dicha limitación se aliviaría puntualmente, probablemente hasta desaparecer, con la perturbación (resuspensión) del sedimento del fondo de la bahía, lo cual sucede normalmente asociado al paso de frentes meteorológicos y fuertes vientos de componente norte. Durante el evento de resuspensión, el fitoplancton pasaría a estar limitado por el nitrógeno, hasta que se recuperaran las condiciones «normales» al estabilizarse la columna de agua.

El control, pues, de los mecanismos productivos del sistema, corresponde al compartimento bentónico. De esta manera queda confirmada la hipótesis inicial planteada.

Este trabajo fue redactado con los datos disponibles hasta 1990; desde entonces, otros proyectos han ido desarrollándose y completando la información sobre la bahía de els Alfacs. Los resultados obtenidos complementan lo aquí presentado sin modificarlo sustancialmente.

# IMPORTÀNCIA DEL DELTA DE L'EBRE PER A LA CONSERVACIÓ ALS PAÏSOS CATALANS DE LES ESPÈCIES PSAMMÒFILES I HALÒFILES (II)<sup>1</sup>

Antoni Curcó i Masip

*Departament de Biologia Vegetal. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona*

## RESUM

Es presenta una llista comentada de les espècies del delta de l'Ebre, pertanyents als ambients de la línia litoral (classes fitocenològiques *Ammophiletea* i *Puccinellio-Salicornietea*), més interessants i que mereixen algun tipus de protecció. S'han distingit tres categories, atenent principalment a llur raresa: espècies més o menys comunes als Països Catalans i rares al delta de l'Ebre (\*), espècies rares en el context dels Països Catalans (\*\*), i espècies rares a tot Europa i algunes, fins i tot, a escala mundial (\*\*\*)

## ABSTRACT

A check-list of the most interesting plants, belonging of halophilous or psammophilous environments (phytocoenological classes *Ammophiletea* and *Puccinellio-Salicornietea*), of the Ebre delta is presented. We have distinguished among them three categories: species more or less common in the Catalan countries, but rare in the Ebre delta (\*), species rare in global Catalan countries (\*\*), and species very rare in Europe or even at the world (\*\*\*)

## INTRODUCCIÓ

La gestió dels espais naturals protegits implica el manteniment de llur diversitat biològica, fet que comporta sovint programes especials per salvaguardar les poblacions d'aquelles espècies més vulnerables i interessants. Els ambients costaners

1. Revisió i actualització de l'article publicat al *Butlletí del Parc Natural del Delta de l'Ebre*, núm. 8 (1993), p. 14-18.

del delta de l'Ebre, especialment els halobis, són força rics en espècies d'aquest tipus (Dijkema, 1984; Gómez-Campo, 1987), algunes de les quals presenten àrees de distribució globals molt restringides (com, per exemple, *Limonium densissimum* i *L. vigoï*). Un grup més nombrós correspon a espècies de distribució centrada al nord d'Àfrica i l'Orient Mitjà i que assoleixen al Delta una de les escasses localitats europees (*Zygophyllum album*, *Limoniastrum monopetalum*, *Loeflingia hispanica*, etc.). A part dels tàxons suara esmentats, interessants bàsicament per llur distribució geogràfica, existeix una altra categoria formada per espècies més àmpliament esteses, però amb poblacions molt reduïdes en nombre d'exemplars als Països Catalans. A aquest grup pertanyen, per exemple, *Salsola soda* i *Sagina maritima*. La tercera categoria està integrada per tàxons bastant freqüents a les zones litorals veïnes, però que són més aviat rars al delta de l'Ebre, com ara *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*, *Polygonum maritimum*, etc. Així, a l'apartat que segueix, indicarem la pertinença de les diferents espècies a cada grup en base a aquesta simbologia:

\*\*\* Espècies d'àrea molt restringida al continent europeu.

\*\* Espècies àmpliament esteses pel litoral mediterrani, però rares als Països Catalans.

\* Espècies halòfiles o psammòfiles, més o menys comunes als ambients idonis dels Països Catalans, però rares al delta de l'Ebre.

## CATÀLEG DE LES ESPÈCIES D'INTERÈS

\* *Ammophila arenaria* (L.) Link subsp. *arundinacea* (Husnot) H. Lindb. f.

Espècie comuna als sorrals costaners mediterranis i, en particular, als Països Catalans (Bolòs, 1990). Si exceptuem la platja de la Marquesa, on forma poblacions denses dins de l'*Ammophiletum arundinaceae*, a la resta del delta de l'Ebre és força escassa. També es troba, encara que en casos aïllats, en altres punts de l'hemi-delta nord, des de la platja del Serrallo fins a les dunes del Garxal, i de l'hemidelta sud (Balada, 1977; Boisset, 1985; Curcó, 1990).

\*\* *Arthrocnenum macrostachyum* (Moric.) Moris

Tàxon propi dels sòls fortament salins de la regió sahariana i mediterrània (*Limonietalia*). Als Països Catalans, es distribueix tant pel litoral, encara que de manera discontinua, com per les planes eixutes de l'interior, sense ésser gaire abundant (Bolòs i Vigo, 1990). Al delta de l'Ebre es troba àmpliament distribuït i és força abundant als salobrars sobre sòls sorrencs periòdicament inundats (*Arthrocnemetum glauci*), des de la platja de l'Arenal fins a la punta de la Banya (Braun-Blanquet, 1935; Balada, 1977; Boisset, 1985; Curcó, 1996).

\*\* *Arthrocnemum perenne* (Mill.) Moss subsp. *alpini* (Lag.) Castroviejo

Espècie conflictiva taxonòmicament, car sovint s'hibrida amb *Arthrocnemum fruticosum*. Als Països Catalans és força rara, ja que fins ara es coneix només al Rosselló i a comptades localitats de les Balears (Bolòs i Vigo, 1990). Al Delta, únicament s'ha trobat a la punta de la Banya, on forma puntualment denses poblacions a l'*Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini* (Curcó, 1996). Es tracta d'un higrohalòfit que viu preferentment a les tores baixes, llimoses i banyades per l'aigua de mar durant bona part de l'any.

\*\* *Atriplex rosea* L. subsp. *tarraconensis* (Senn.) O. Bolòs et Vigo

Espècie característica de les comunitats nitrohalòfiles litorals (*Euphorbion peplis*). És rara en els Països Catalans (Bolòs i Vigo, 1990) i al Delta només s'ha recol·lectat a l'hemidelta nord, des de la platja de l'Arenal fins al Goleró, en indrets sorrencs i llimosos, rics en matèria orgànica, sobretot a l'*Atriplicetum hastato-tarraconensis* (Curcó, 1990; Curcó, 1996).

\* *Calystegia soldanella* (L.) R. Br.

Comuna a les comunitats dunars (*Ammophilion*), malgrat que al Delta és bastant escassa. Forma petites poblacions àmpliament disseminades per ambdós hemidelta: platja del Garxal, platja de l'Aufacada, l'Aluet, punta de la Banya (Balada, 1977; Boisset, 1985; Curcó, 1990).

\* *Cutandia maritima* (L.) W. Barbey

Tàxon propi dels pradells terofítics dunars (*Alkanno-Malcolmion: Desmazerio-Medicaginetum inermis*), és més o menys comú als sorral costaners dels Països Catalans. Al Delta és freqüent, però mai abundant. Existeixen petites poblacions pràcticament en tots els indrets idonis, com ara la platja de la Marquesa, l'illa de Sant Antoni, el Garxal, l'Aluet, etc. (Boisset, 1985; Curcó, 1990; Molero i Rovira, 1983).

\*\* *Desmazeria marina* (L.) Druce

Teròfit rar als Països Catalans, que habita tant a les roques litorals com als sorral costaners. Al Delta, apareix de manera esparsa per tota la línia litoral, preferentment a les comunitats d'annuals dunars del *Desmazerio-Medicaginetum inermis* (Boisset, 1985; Curcó, 1990).

\*\* *Desmazeria rigida* (L.) Tutin subsp. *hemipoa* (Delile ex Spreng) Stace

Àmpliament difosa pels pradells terofítics dunars (*Desmazerio-Medicaginetum inermis*), als Països Catalans, si bé presenta una distribució força extensa, no arriba a ésser gaire comuna (Bolòs, 1990). Al delta de l'Ebre és força més rara que l'espècie precedent, ja que únicament es coneix a la punta de la Banya (Boisset, 1985; Braun-Blanquet, 1935).

\* *Euphorbia peplis* L.

Espècie psammonitròfila força estesa i comuna a les platges sorrenques de la Mediterrània i de l'Atlàntic meridional. Al delta de l'Ebre, però, presenta, una distribució local i és molt escassa (Balada, 1977).

\*\* *Hymenolobus procumbens* (L.) Nutt. ex Torrey et A. Gray

Teròfit propi dels sòls salins, tant de l'interior com del litoral. La població deltaica d'aquesta espècie és bastant reduïda i local. Així, es troba a la zona dels Ullals i del riu, punta de la Banya, Canal Vell (Balada, 1989; Braun-Blanquet, 1935), encara que en alguns punts podria haver passat desapercebuda per la seva petita mida i el desenvolupament ràpid i primerenc.

\*\*\* *Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss.

Descobert al delta de l'Ebre fa alguns anys (Pignatti, 1953). La població d'aquesta espècie constitueix l'única espontània de tots els Països Catalans i una de les escasses existents a Europa (Bolòs i Vigo, 1995). Al'àrea tractada, es distribueix per l'hemidelta al nord, des de la platja de l'Arenal fins a la platja de la Bassa de l'Arena, si bé existeix algun peu aïllat a l'illa de Buda (Pignatti, 1953; Torres, 1968; Curcó, 1989; Curcó, 1996).

\*\*\* *Limonium bellidifolium* (Gouan) Dumort

Tàxon bastant estès pel litoral mediterrani i local en l'Atlàntic, si bé en tota l'àrea forma poblacions molt reduïdes, tant en extensió com en nombre d'individus. Al delta de l'Ebre, es localitza preferentment als salicornars de l'*Arthrocnemum glauci* de l'hemidelta sud, on és bastant freqüent (Bolòs, 1921; Boisset, 1985; Braun-Blanquet, 1935; Balada, 1989; Curcó, 1993; Curcó, 1996).

\*\*\* *Limonium densissimum* (Pignatti) Pignatti

Espècie descrita inicialment al delta de l'Ebre (Pignatti, 1953). Posteriorment, es va retrobar, també, a la Camarga i en alguns aiguamolls italians de l'Adriàtic (Erben, 1978), així com en algunes àrees costaneres del nord del País Valencià (Bolòs, 1995). Al Delta, està extensament difosa per ambdós hemideltaes, des de les Olles fins a la punta de la Banya, però només és relativament comuna a l'*Artemisio-Limonion*, de la platja de l'Arenal. A les altres localitats forma petites poblacions bastant aïllades entre elles (Balada, 1989; Curcó, 1993; Curcó, 1996).

\*\* *Limonium echiodides* (L.) Miller

Teròfit no estrictament litoral, característic dels pradells d'annuals mediterranis sobre sòls eutròfics. Al delta de l'Ebre és força local i escàs, si exceptuem les tores més altes de la punta de la Banya, on constitueix un element típic del *Desmazerio-Medicaginetum inermis* (Balada, 1977; Curcó, 1993).

\*\*\* *Limonium ferulaceum* (L.) O. Kuntze

Espècie nord-africana, molt rara a l'Europa occidental, on només es coneix al sud de Portugal, maresmes del sud-oest ibèric, delta de l'Ebre, maresmes litorals del Lluçanès i les illes Balears (Bolòs i Vigo, 1995). La població deltaica és força exigua i actualment només es coneix l'existència d'alguns peus aïllats als salobrars de la Tancada, l'Aufacada i la platja de la Marquesa (Balada, 1977; herbari BCC, leg. Creu Casas; Curcó, 1993; Curcó, 1996). Existeixen altres referències antigues de la punta de la Banya (Costa, 1877).

\*\*\* *Limonium girardianum* (Guss.) Fourr.

Espècie distribuïda per la Mediterrània nord-occidental, des del País Valencià a la Camarga, on forma petites poblacions bastant allunyades entre elles (Erben, 1978; Bolòs i Vigo, 1995). Al delta de l'Ebre és bastant abundant en ambdós hemideltas, especialment a l'*Artemisio-Limonion* (Bolòs, 1921; Costa, 1877; Pignatti, 1953, Curcó, 1993; Curcó, 1996).

\*\*\* *Limonium delicatulum* (Girard) O. Kuntze subsp. *latibracteatum* (Erben) Castrov. et Cirujano

Espècie que pertany a un grup conflictiu des del punt de vista taxonòmic; es distribueix tant pels sòls salins de l'interior com del litoral. Segons l'especialista del gènere M. Erben (com. pers.), les poblacions deltaiques corresponents a aquesta espècie han d'estar relacionades amb la subespècie *latibracteatum*, pròpia dels salobrars de la depressió mitjana de l'Ebre. Al Delta és bastant escàs (Torre de Sant Joan, el Garxal), a excepció de la punta de la Banya, on apareix freqüentment a les tores més elevades (Bolòs, 1921; Curcó, 1993; Curcó, 1996).

\*\*\* *Limonium vigoii* Saez, Curcó et Rosselló

Tàxon descrit fa poc del delta de l'Ebre. Només es coneix en aquesta àrea i algun punt aïllat del litoral del Baix Ebre (Sàez, 1998). Es fa a les comunitats halòfiles, sobre sòls sorrencs i secs de les maresmes litorals (*Artemisio-Limonion: Zygophyllo-Limonietum*), des de l'illa de Buda a la punta de la Banya. En alguns treballs anteriors havia estat citat com *L. glaucophyllum* (Curcó, 1993).

\*\* *Limonium vulgare* Mill. subsp. *serotinum* (Reichenb.) Gams in Hegi

Tàxon bastant freqüent als salobrars mediterranis, sobretot a les jonqueres halòfiles (*Juncetalia maritimi*). Al litoral deltaic és molt local. Actualment, només es coneixen dues localitats on és força rar: l'Encanyissada i els calaixos de Buda. A la punta de la Banya, dins de l'*Arthocnemetum perennis*, existeixen algunes poblacions que, segons l'opinió de l'especialista M. Erben, pertanyen possiblement a formes híbridogèniques amb *L. bellidifolium* (Braun-Blanquet *et al.*, 1935; Balada, 1977; Boisset, 1985; Curcó, 1993; Curcó, 1996).

\*\*\* *Loeflingia hispanica* L.

Teròfit arenícola pròpi del nord d'Àfrica i del sud-oest ibèric, encara que ascendeix fins a la Provença. Als Països Catalans, és molt escàs (Bolòs i Vigo, 1990) i apareix, sobretot, al litoral del País Valencià. La població deltaica, citada des d'antic (Braun-Blanquet, 1935; Font i Quer, 1935), es localitza només en algunes tores de la punta de la Banya dins el *Desmazerio-Medicaginetum inermis*.

\*\*\* *Matthiola sinuata* (L.) R. Br.

Espècie pròpia dels sorralis litorals, especialment de les dunes mòbils (*Agropyretum mediterraneum*), tant de l'Atlàntic com del nord de la Mediterrània. Al Delta és bastant poc freqüent i es coneix la platja del Serrallo i la punta de la Banya (Balada, 1977; Bolòs, 1921).

\*\*\* *Orobancha cernua* Loefl.

Paràsit de diverses espècies del gènere *Artemisia*. Es distribueix per les contrades àrides mediterrànies, així com per les regions sahariana i iranoturànica. Al delta de l'Ebre és relativament abundant a l'*Artemisio-Limonion*, en ambdós hemideltès; parasita sobretot *Artemisia gallica* (Balada, 1977; Curcó, 1990; Curcó, 1996).

\*\* *Parapholis filiformis* (Roth) C. E. Hubbard

Propi dels salobraris arenícoles i xèrics de la regió mediterrània (*Limonetalia*). Als Països Catalans està força estès, sobretot per les comarques litorals, però és força rar (Bolòs, 1990). Al delta de l'Ebre, presenta una gran plasticitat ecològica i apareix de manera abundant, tant en els ambients que li són propis (*Artemisio-Limonion*) com en d'altres suposadament menys adients. Es troba des de les comunitats dunars fins als ambients humits lleugerament salabrosos (Braun-Blanquet, 1935; Balada, 1977; Boisset, 1985; Curcó, 1990; Curcó, 1996).

\*\*\* *Polygonum equisetiforme* Sm.

Espècie pròpia de les contrades àrides nord-africanes i de l'Orient Mitjà. A la Mediterrània occidental és molt poc comuna i apareix tant a la depressió mitjana de l'Ebre com a la part meridional de la costa de la península Ibèrica. Al delta de l'Ebre és molt poc freqüent i es coneix només a l'illa de Mar i a la vora de la badia dels Alfacs (Torres, 1968; Curcó, 1997).

\* *Polygonum maritimum* L.

Tàxon característic de les dues pioneres ruderals, bastant comú a la costa atlàntica i mediterrània. Contràriament, al delta de l'Ebre és força rar, encara que apareix esparsament: l'Aluet, erms de la Tancada, illa de Sant Antoni (Balada, 1985; Curcó, 1990).



\*\* *Pseudorlaya pumila* (L.) Grande

Teròfit propi dels prats d'annuals de les dunes (*Alkanno-Malcolmion: Desma-zerio marinae- Medicaginetum inermis*), s'estén pel litoral mediterrani i atlàntic. Al delta de l'Ebre es presenta per tota la costa, encara que mai és gaire abundant (Balada, 1977; Boisset, 1985; Curcó, 1989; Curcó, 1990).

\*\*\* *Silene ramosissima* Desf.

Teròfit aeronícola iberomagrebí, molt rar a Catalunya, encara que força freqüent a les platges sorrenques del País Valencià. Ha estat citat fa poc a la platja de Serrallo (Boisset, 1985).

\*\* *Saccharum ravennae* (L.) Murray

Gramínia rara d'irradiació paleotropical, però força estesa pels Països Catalans (Bolòs, 1990). Al delta de l'Ebre és característica de les depressions interdunars humides (*Eriantho-Holoschoenetum*). Relativament abundant a la zona del Goleró i a la punta de la Banya (Braun-Blanquet *et col.*, 1935; Balada, 1977; Curcó, 1990).

\*\* *Sagina maritima* G. Don

Espècie d'àmplia distribució, tant al litoral atlàntic com al mediterrani, si bé als Països Catalans és molt poc abundant. Al delta de l'Ebre apareix esparsament per tot arreu (illa de Buda, punta de la Banya, platja de la Marquesa, etc.), sovint a l'*Artemisio-Limonion* (Curcó, 1989).

\*\*\* *Salicornia emerici* Duval-Jouve

Tàxon propi dels sòls fortament salins i temporalment humits del litoral de la Mediterrània (*Thero-Salicornion*); és força rar als Països Catalans. Al delta de l'Ebre, només es coneix a la punta de la Banya i a les vores de la badia dels Alfacs (Valdés i Castroviejo, 1990; Curcó, 1996).

\*\* *Salsola soda* L.

Espècie iranopòntica, característica dels ambients humits, llimosos i halonitrificats (*Thero-Suaedion*). És força escassa a tots els Països Catalans. Les poblacions deltaïques més importants es localitzen a la part interna de la badia del Fangar (zona del Goleró), encara que també pot aparèixer esparsament en altres punts: punta de la Banya, Torre de Sant Joan, etc. (Balada, 1977; Boisset, 1985; Curcó 1996).

\*\* *Spergularia marina* (L.) Griseb.

Tàxon holàrtic, propi dels sòls salins interiors i litorals. Segons Bolòs i Vigo (1990), als Països Catalans es tracta d'una espècie molt rara. Al delta de l'Ebre és característica dels ambients xerohalobis i ruderals (vores de camins, eres), on resulta bastant freqüent i abundant (Balada, 1977; Boisset, 1985; Carretero i Boira, 1984; Curcó, 1996).

\*\*\* *Spergularia rubra* (L.) J. et Presl. subsp. *heldreichii* (Fouc. ex E. Simon II et P. Monnier) O. Bolòs et Vigo

Tàxon iberomagribí raríssim a l'Europa occidental. Als Països Catalans, fora del delta de l'Ebre, únicament ha estat citat al Vallespir i Mallorca (Bolòs i Vigo, 1990). Al Delta és rar, però localment forma extenses poblacions (per exemple, als erms de la Tancada), especialment en ambients nitrohalobis humits (Boisset, 1985; Curcó, 1996; Curcó 1997).

\*\* *Sphenopus divaricatus* (Gouan) Reichenb.

Teròfit halonitròfil propi de les regions mediterrània i iranoturànica. Als Països Catalans es troba àmpliament estès, però és poc abundant al litoral, des del territori ruscínic al lucèntic, així com, també, a les comarques interiors eixutes. Al delta de l'Ebre és molt rar a la línia litoral sobre sòls sorrencs. Probablement, no ho deu ser tant com sobre els sòls argilosos de l'interior de la planta deltaica (Curcó 1997).

\*\*\* *Tamarix boveana* Bunge

Espècie sahariana que s'estén, encara que és molt poc abundant, per algunes àrees del sud-est ibèric i de la conca de l'Ebre (Bolòs i Vigo, 1990). Al delta de l'Ebre ha estat descoberta fa molt poc (Molero i Rovira, 1983), on forma poblacions locals, circumscrites principalment a la desembocadura: el Garxal, l'illa de Buda i l'Aufacada (Balada, 1989).

\* *Teucrium polium* L. subsp. *dunense* Senn.

Element característic de les comunitats de rereduna (*Crucianellietum maritimae*), distribuït de manera abundant per les contrades litorals de l'oest de la Mediterrània. Si bé es presenta regularment a tots els indrets adients dels Països Catalans, al delta de l'Ebre és força local, però relativament comú, a les tores més altes de la punta de la Banya (Braun-Blanquet, 1935; Balada, 1977; Curcó, 1990).

\*\* *Triglochin bulbosum* L. subsp. *barrelieri* (Loisel.) Rouy

Tàxon atlàntic i mediterrani, força rar, però àmpliament distribuït per tot el litoral dels Països Catalans. Al delta de l'Ebre és molt local; només s'ha trobat en alguns salicornars sobre sòl sorrenc de l'hemidelta sud, sobretot a la punta de la Banya (Braun-Blanquet, 1935; Balada, 1977; Boisset, 1985). Pot passar desapercebut en altres localitats per la floració tan primerenca que té.

\*\*\* *Zygophyllum album* L. fil.

Espècie xerohalòfila sahariana, pròpia dels ambients sorrencs (*Artemisio-Limonion*). La població deltaica es coneix des del segle passat (Weeb, 1838) i és l'única de l'Europa continental (també existeix, encara que força rara, a Creta). Al delta

de l'Ebre es distribueix només per l'hemidelta sud, des de l'illa de Buda fins a la punta de Banya, on no resulta del tot rar en els ambients que li són propis (Font i Quer, 1934; Braun-Blanquet, 1935; Balada, 1989; Boisset, 1985; Curcó 1996).

## CONCLUSIONS

En l'àmbit europeu, el delta de l'Ebre té una importància molt destacada per a la conservació de les espècies pròpies dels medis litorals mediterranis. Els ambients deltaics que acullen espècies més interessants són els halobis i, entre ells, els propis dels indrets secs i sorrencs (*Artemisio-Limonion*). Aquestes darreres comunitats són especialment riques en xeralhalòfits d'irradiació nord-africana o iranoturànica (*Zygophyllum album*, *Orobancha cernua*, etc.).

A causa de la gran proporció de representants, destaquen sengles famílies, les quenodipàcies i les plumbaginàcies, totes dues molt diversificades al salobrar. D'entre les plumbaginàcies, cal ressaltar el gènere *Limonium*, molt prolífic a la Mediterrània i que comprèn nombrosos tàxons de distribució molt local.

## AGRAÏMENTS

Les dades presentades són fruit de diferents anys de recollida de dades i recerca de camp, durant els quals vàrem gaudir d'una beca de col·laboració de la Caixa de Barcelona amb el Parc Natural del Delta de l'Ebre, l'any 1989 i d'una beca de la Diputació de Tarragona, l'any 1990. També volem agrair al Parc Natural del Delta de l'Ebre el suport i l'interès brindats en tot moment.

Finalment, J. M. Ninot ha realitzat una lectura acurada del text i l'ha fet molt més entenedor.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

- BALADA, R. «El coneixement de la vegetació del delta de l'Ebre en el període 1977-1984». *Buill. Parc Nat. Delta de l'Ebre*, 1 (1985), p. 18-22.
- «Espècies vegetals de la flora del delta de l'Ebre d'interès especial». *Buill. Parc Nat. Delta de l'Ebre*, 4 (1989), p. 8-12.
- BALADA, R.; FOLCH I GUILLEN, R.; MASALLES, R. M.; VELASCO, E. «Catàleg florístic del delta de l'Ebre (primera aproximació)». *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 8 (1977).
- BOISSET, F. «Introducción al estudio fito-ecológico de las comunidades halófilas del delta del Ebro». *Collec. Bot.*, 16 (1) (1985), p. 187-207.

- BOLÒS, O. de «De les notes botàniques de D. Ramon de Bolòs i Saderra». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 21 (1921), p. 131-133.
- *Flora dels Països Catalans*. Vol. II. Barcelona: Barcino, 1990.
- *Flora dels Països Catalans*. Vol. III. Barcelona: Barcino, 1995.
- BOLÒS, O. de; VIGO, J.; MASALLES, R. M.; NINOT, J. M. *Flora manual dels Països Catalans*. Barcelona: Pòrtic, 1990.
- BRAUN-BLANQUET, J. «L'excursion de la SIGMA en Catalogne». *Cavanillesia*, 7 (1935), p. 89-110 i 153-186.
- CARRETERO, J. L.; BOIRA, H. «Algunas comunidades arvenses de las zonas húmedas del Mediterráneo térmico español». *Doc. Phytosoc.*, 8 (1984), p. 116-126.
- COSTA, A. C. *Introducción a la flora de Cataluña*. 2a ed. Barcelona, 1877.
- CURCÓ, A. «Notes florístiques». *Butll. Parc Nat. Delta de l'Ebre*, 4 (1989), p. 45.
- «La vegetació del delta de l'Ebre: les comunitats dunars (Classe *Ammophiletea* Br.-Bl. et Tx. 1943)». *Butll. Parc Nat. Delta de l'Ebre*, 5 (1990), p. 9-18.
- «Primera aproximació a la distribució de les espècies del gènere *Limonium* Miller al delta de l'Ebre». *Butll. Parc Nat. Delta de l'Ebre*, 7 (1993), p. 32-37.
- «La vegetació del delta de l'Ebre (II): les comunitats halòfiles i nitro-halòfiles (Classes *Puccinellio-Salicornietea* i *Cakiletea integrifoliae*)». *Fol. Bot. Misc.*, 10 (1996), p. 113-139.
- «Notes florístiques». *Butll. Parc Nat. Delta de l'Ebre*, núm. 10 (1997), p. 36-38.
- DIJKEMA, K. S.; BEEFTINK, W. G.; DOODY, J. P.; GÉHU, J. M.; HEYDEMANN, B.; RIVAS-MARTÍNEZ, S. *La végétation halophile en Europe (prés salés)*. Estrasburg: Conseil d'Europe, 1984. (Collection Sauvagarde de la Nature; 30)
- ERBEN, M. «Die Gattung *Limonium* mit süddwestmediterranen raum». *Mitt. Bot. München*, 14 (1978), p. 361-632.
- FONT I QUER, P. «El *Zygohyllum album* L. a Catalunya». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 34 (1934), p. 193-195.
- «De flora adnotationes XII». *Cavanillesia*, 7 (1935), p. 71-83.
- GÓMEZ-CAMPO, C. *Libro rojo de las especies vegetales amenazadas en España peninsular e islas Baleares*. Madrid: ICONA, 1987.
- MOLERO, J.; ROVIRA, A. M. «Adiciones al catálogo florístico del delta del Ebro». *Fontqueria*, 4 (1983), p. 3-6.
- PIGNATTI, S. «Su alcune Plumbaginaceae interessanti raccolte alla foce dell'Ebro». *Collect Bot*, 3 (1953), p. 377-383.
- SAEZ, L.; CURCÓ, A.; ROSSELLÓ, J. A. «*Limonium vigo* (Plumbaginaceae), a new tetraploid species from the northeast of the Iberian Peninsula». *Anales Jard. Bot. Madrid*, 56 (2) (1998), p. 269-278.
- TORRES, L. de. «Algunas especies interesantes recolectadas en el delta del Ebro y en el Montsià». *Collect. Bot.*, 7 (2) (1968), p. 1158-1161.
- VALDÉS, B.; CASTROVIEJO, S. «Salicornia». *Flora Iberica* [Madrid: CSIC], 2 (1990), p. 531-534.
- WEBB, PH. B. *Iter Hispaniense*. París, 1838.

# CONTAMINACIÓ AMBIENTAL PER VIRUS ENTÈRICS AL DELTA DE L'EBRE

Albert Bosch

*Departament de Microbiologia. Universitat de Barcelona*

Els virus entèrics humans entren a l'ambient marí per la descàrrega a aigües superficials tractades i sense tractar. Atès que els tractaments rutinaris d'aquestes aigües no garanteixen una eliminació total dels patògens vírics, els virus entèrics són introduïts de manera constant en les aigües marines costaneres (Rao i Melnick, 1986),

En condicions hidrogràfiques favorables, els bivalves poden arribar a filtrar volums importants d'aigua i retenir, en els seus teixits comestibles, els contaminants presents en aquesta aigua. En estudis de contaminació experimental, s'ha comprovat que entre el 4 % i el 56 % dels virus presents a l'aigua s'acumulen en teixits de marisc en només sis hores (Abad, 1997). S'han descrit moltes malalties víriques, com a conseqüència del consum de marisc contaminat per virus. Són remarcables nombrosos brots de gastroenteritis i d'hepatitis (Mele, 1989). Fa molt poc s'han donat al voltant de dos-cents casos d'hepatitis A al País Valencià a causa de tallarines congelades importades del Perú (Bosch, 2000).

El consum anual de marisc a la Mediterrània és d'unes 12.000 t/any. La normativa vigent de la Unió Europea ja no obliga a la depuració del marisc prèviament al seu consum (BOE, 1993). Un altre motiu de preocupació derivat del consum de marisc és que, habitualment, són consumits crus o molt poc cuinats. En estudis amb musclos contaminats experimentalment amb virus, es detectaven entre el 0,41 % i el 1,78 % dels virus presents en musclos, fets al vapor en el moment de l'obertura de les valves, i cinc minuts més tard, encara s'hi detectaven entre el 0,32 % i el 0,14 % dels virus que s'hi havien afegit (Abad, 1997). L'eficàcia dels sistemes habituals de depuració del marisc no eliminen completament els patògens vírics presents en el teixit dels bivalves (Abad, 1997). Malgrat tot això, el risc d'infecció és molt menor si es consumeix el marisc cuinat i depurat (Bosch, 1994). El nivell de risc, derivat del consum d'uns 60 g de marisc cru contaminat amb virus causants de gastroenteritis, és de 0,54. El risc derivat del consum del mateix marisc fet al vapor és

d'entre 0,016 i 0,020. Si el marisc prèviament es depura durant noranta-sis hores, el risc d'infecció cau a valors de 0,115 per marisc cru i entre 0,0004 i 0,0006 per marisc fet al vapor. Per tant, malgrat que, per llei, ja no és obligatori depurar el marisc, el cert és que la depuració pot reduir de manera important el risc d'adquirir una infecció vírica per consum de marisc.

Entre l'abril de 1988 i el març de 1989, es van dur a terme estudis sobre la presència de virus entèrics humans en mostres d'aigües residuals i de mar de Sant Carles de la Ràpita, així com mostres de musclos que també provenen de la mateixa zona. Les tècniques analítiques emprades han estat descrites en treballs anteriors (Bosch, 1991). Es van aïllar, respectivament, rotavirus, els principals agents de gastroenteritis infantil arreu del món, i el virus de l'hepatitis A, en el 33 % i 25 % de les mostres d'aigua residual i en el 30 % i 20 % de les mostres d'aigua de mar. En les mostres de teixit de musclos s'ha detectat la presència de rotavirus i virus de l'hepatitis A en el 50 % i 36 %, respectivament, de les mostres analitzades.

La normativa vigent en l'àmbit europeu sobre marisc i zones de marisc està basada exclusivament en paràmetres bacterians (BOE, 1985; 1991; 1993). En els nostres estudis no vàrem trobar cap correlació entre els indicadors bacterians i els virus. Es van detectar virus patògens humans en zones marines que, sempre segons els criteris bacterians de qualitat d'aigües, poden ser considerats com impol·luts i adients per al cultiu de marisc. En aquestes mateixes aigües, s'han detectat enterovirus, rotavirus i virus de l'hepatitis A.

Els coliforms fecals (UE, 1991) i els estreptococs fecals (Rao i Melnick, 1986) han estat considerats com a indicadors adients de la qualitat de mostres de marisc. Després de distribuir mostres de musclos en dos grups, segons si tenien en els seus teixits valors superiors o inferiors a 300 coliforms fecals per cada 100 g de teixit, es va procedir a la detecció de virus entèrics humans en les mateixes mostres. Es van detectar aquests patògens vírics en mostres de musclos, independentment dels nivells dels microorganismes indicadors bacterians. Malgrat que les proporcions relatives de cada virus variaven lleugerament en cada grup de musclos, es van aïllar rotavirus i virus de l'hepatitis A en teixits de marisc que contenien nivells d'indicadors bacterians per sota dels límits fixats en la legislació actual, i que per tant, sempre segons aquesta mateixa legislació, són considerats com a aptes per al consum públic.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

ABAD, F. X.; PINTÓ, R. M.; GAJARDO, R.; BOSCH, A. «Viruses in mussels: Public health implications and depuration». *J. Food Prot.*, 60, p. 677-681.

- «Norma de calidad para moluscos bivalvos depurados». *Boletín Oficial del Estado*, 137 (31 de maig de 1985), p. 17298-17300.
- «Council directive of 15th of July». *J. Europ. Comm.* 1991. 91/492/EEC.
- «Normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos». *Boletín Oficial del Estado*, 74 (5 de març de 1993), p. 9301-9306.
- BOSCH, A.; ABAD, F. X.; GAJARDO R.; PINTÓ, R. M. «Should shellfish be purified before public consumption?» *The Lancet*, 344 (1994), p. 1024-1025.
- BOSCH, A.; LUCENA, F.; DIEZ, J. M.; GAJARDO, R.; BLASI, M.; JOFRE, J. «Human enteric viruses and indicator microorganisms in a water supply associated with an outbreak of infectious hepatitis». *J. Amer. Water Works Assoc.*, 83 (1991), p. 80-83.
- BOSCH, A.; SÁNCHEZ, G.; LE GUYADER, F.; VANACLOCHA, H.; HAUGARREAU, L.; PINTÓ, R. M. «Human enteric viruses in coquina clams associated with a large hepatitis a outbreak». *Wat. Sci. Tech.*, 12 (2001), p. 61-66.
- KOHN, M.; FARLEY, T.; ANDO, T.; CURTIS, M.; WILSON, S.; JIN, Q.; MONROE, S.; BARON, R.; MCFARLAND, L.; GLASS, R. *JAMMA*, 273 (1995), p. 466-471.
- MELE, A.; RASTELLI, M. G.; GILL, O. N.; DiBISCEGLIE, D.; ROSMINI, F.; PARDELLI, C.; VALTRIANI, C.; PATRIARCHI, P. «Recurrent epidemic hepatitis A associated with the consumption of raw shellfish, probably controlled through public health measures». *Amer. J. Epidemiol.*, 130 (1989), p. 540-546.
- RAO, V. C.; MELNICK, J. L. «Environmental Virology». A: COLE, J. A.; KNOWLES, C. J.; SCHLESSINGER, D. [ed.]. *Aspects of Microbiology* [Washington DC: American Society for Microbiology], 13 (1986).





# ELS BACTERIS HETEROTRÒFICS DE BIVALVES I PEIXOS EN EL DELTA DE L'EBRE

Miquel Viñas, M. Carme Fusté i Rafael Montilla  
*Departament de Microbiologia i Parasitologia Sanitàries*  
*Universitat de Barcelona*

El delta de l'Ebre constitueix una zona de cultiu marí dedicada, en part, a la producció i conreu de mol·luscs bivalves i peixos d'aigua salada. Aquests conreus poden ser afectats per la flora heterotròfica de les zones on es fan créixer; o bé, per alteració de la producció, o bé, alguns d'aquests microorganismes (*Vibrio*, *Aeromonas*, *Streptococcus*, *Flavobacterium*, etc.) poden originar malalties a peixos i mol·luscs, o bé, poden causar problemes de salut pública subsegüents al consum de peix i, especialment, marisc cru o poc cuinat. Això pot originar infeccions o toxoinfeccions degudes, fonamentalment, a *Salmonella*, *Vibrio*, *Enterococcus*, coliforms i d'altres. D'ací, la importància de fer un control microbiològic acurat, tant pel que fa a l'aigua com als animals conreats.

En aquest treball es resumeix un seguiment que s'ha fet al llarg de quatre anys a la zona del delta de l'Ebre. El control microbiològic s'ha realitzat emprant la metodologia recomanada per la FDA (Administració d'Aliments i Fàrmacs), i s'ha analitzat: flora mesòfila total, coliforms totals, coliforms fecals, presència de salmonel·la, enterococs, clostridis reductors de sulfits, fongs i llevats, en mostres de músclo, cloïssa, ostra i aigua, recollides de les dues zones de conreu al Delta, les badies dels Alfacs i del Fangar.

En general, el nivell de contaminació és més alt en les mostres recollides a la badia dels Alfacs, tant pel que fa a la població mesòfila total com pel que fa als coliforms totals i fecals i els enterococs. Així mateix, s'ha detectat la presència de salmonel·la en algunes mostres procedents d'aquesta zona, excepte en el cas de les ostres, mentre que en les que procedien de la badia de Fangar, només a les mostres procedents de cloïssa analitzades s'ha detectat aquest microorganisme.

Pel que fa als animals analitzats, hem observat sempre un grau de contaminació més alt en les mostres de cloïssa que no pas en les de músclo i d'ostra. Això és degut, probablement, a les diferències nutricionals: les cloïsses filtren aigua barrejada

amb llim, i, per tant, la càrrega bacteriana és molt més alta; mentre que els musclos i, fonamentalment, l'ostra, creixen a menys fondària i filtren exclusivament aigua. Per tant, el contingut en microorganisme és més baix.

Aquesta càrrega bacteriana es pot reduir dràsticament quan aquests mol·luscs se sotmeten a un procés de depuració. A Catalunya, el sistema de depuració consisteix en una ozonització de les aigües, on s'introdueixen els mol·luscs durant un període de temps de quaranta-dues hores. Aquest procés ha demostrat ser efectiu des del punt de vista microbiològic i, a més, no modifica les característiques organolèptiques d'aquests animals. Quan es fa un seguiment de la població bacteriana dels animals abans, durant i després del procés de depuració, es pot demostrar que es produeix un descens important en la població mesòfila total, però, a més, el procés aconsegueix reduir, també, de manera dràstica la població de microorganismes responsables d'infeccions o toxoinfeccions d'origen alimentari.

Paral·lelament, en totes les mostres analitzades, s'ha fet un seguiment sobre la presència d'espècies del gènere *Vibrio* i altres vibrionàcies en aquesta zona, i s'han aïllat unes quatre-centes soques que han estat identificades i caracteritzades. Les diferents espècies del gènere *Vibrio* inclouen importants patògens, però també, un conjunt d'espècies no patogèniques. Tradicionalment, aquest darrer grup es coneix amb el nom de *vibris halòfils*, pel fet que el requeriment de NaCl és una característica comuna en aquest conjunt d'espècies. Aquest criteri, però, no és totalment exacte, ja que si bé les espècies patogèniques «clàssiques» del gènere *Vibrio*, com *V. cholerae*, *V. mimicus* i *V. metschnikovi* són *vibris* no halòfils, dins del grup halòfil trobem patògens importants, com és el cas de *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* i altres espècies aïllades a partir de mostres clíniques.

Gener de 1993

# ESTUDI DE PCB I PESTICIDES ORGANOCJORATS EN MOSTRES DE BIVALVES DEL DELTA DE L'EBRE

M. T. Galceran i F. J. Santos

*Departament de Química Analítica. Facultat de Químiques. Universitat de Barcelona*

J. Rivera i J. Caixach

*Laboratori d'Espectrometria de Masses (CID-CSIC)*

Els hidrocarburs halogenats són contaminats d'indubtable interès ambiental, a causa de llurs caràcters de toxicitat, persistència i bioacumulació en la cadena tròfica. Aquestes característiques i el fet que s'han detectat en aigües, sediments i mostres biològiques procedents del delta de l'Ebre, ha conduït a plantejar l'estudi de la presència d'aquests compostos en mostres de bivalves, conreades a les badies del Fangar i dels Alfacs. Aquest estudi, realitzat durant els anys 1989, 1990 i 1991, pretén avaluar, a partir de les concentracions trobades, la incidència que, en el cultiu de les bivalves a la zona, presenten aquests compostos. Així com a estimar la qualitat dels productes de les badies en relació amb els límits imposats per la legislació vigent.

L'anàlisi dels compostos clorats s'ha dut a terme per extracció i posterior purificació i fraccionament de l'extracte amb Florisil, i la identificació i determinació per cromatografia de gasos amb un detector de captura d'electrons i acoblament de la cromatografia de gasos amb l'espectrometria de masses (CG/EM).

L'estudi dut a terme ha posat de manifest que, en aquestes mostres, s'hi troben també terfenils, substàncies de característiques semblants als PCB, però de menor utilització, i que s'han identificat amb poca freqüència en mostres ambientals. S'han caracteritzat els PCT presents per CG/EM i s'han determinat llurs concentracions.

Dels resultats obtinguts de l'anàlisi de divuit mostres de musclos, set ostres, sis ostrons i vint cloïsses, hom en pot deduir, en primer lloc i respecte al PCB, que les concentracions trobades són sempre inferiors a les màximes permeses per la legislació americana (2 µg/g de mostra fresca), ara bé, són relativament elevades (el valor màxim trobat és de 0,6 µg/g de mostra fresca) i corresponen a una zona de contaminació mitjana. La comparació de les dades obtingudes els anys 1989 i 1990 mostren una disminució en el contingut total dels PCB en les bivalves (per exemple, els màxims en els dos anys són 0,6 µg/g, el 1989, i 0,2 µg/g, el 1990).

Pel que fa als PCT, es troben en concentracions relativament elevades (180 µg/g de mostra fresca). A la mostra de musclos recollida al Fangar el mes de febrer de 1989, aquests valors disminueixen els mesos següents i no es troben a les mostres recollides l'any 1990, la qual cosa fa pensar en un abocament puntual de PCT a les aigües del riu Ebre, en començar l'any 1989.

D'entre els pesticides organoclorats, els identificats amb més freqüència i els presents en una major concentració són els metabòlits del DDT (p-p'-DDE, o, p'-DDD i p, p'-DDD). Les concentracions d'aquests pesticides es mantenen constants durant els dos anys d'estudi, la qual cosa fa pensar que provenen d'una contaminació dels sediments de la zona, més que d'una aportació directa del riu. Aquests nivells de concentració (el valor màxim trobat de p, p'-DDE és de 0,02 µg/g de mostra fresca) poden considerar-se com a mitjans i són sempre inferiors als màxims permesos (legislació d'Alemanya, DDE 3,5µg/g, de mostra fresca).

Com a comentari final, podem assenyalar que les concentracions relativament elevades al PCB, trobades en els bivalves, el manteniment d'un determinat nivell de pol·lució, deguda a pesticides organoclorats, i els abocaments puntuals de compostos com els PCT al riu Ebre, aconsellen establir un programa de vigilància que permeti detectar qualsevol variació en la qualitat actual dels productes que hom considera acceptables.

Gener de 2001

# CICLES DEL NITROGEN I FÒSFOR EN ARROSSARS I LLACUNES COSTANERES DEL DELTA DE L'EBRE

Francisco A. Comín i Margarita Menéndez

*Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona  
Centre de Referència i Desenvolupament en Aquicultura. Generalitat de Catalunya*

El cultiu d'arròs per inundació d'evacuació de l'aigua de reg cap a ecosistemes aquàtics propers, com es fa al delta de l'Ebre, és un model de relacions entre agricultura i medi ambient, del qual es poden extreure conclusions adients per a gairebé tots els països del món entre els 50° N i els 40° S, franja de la terra on es cultiva l'arròs, i d'interès per al 50 % de la població mundial, que viu en aquests països, i per als quals l'arròs és el component bàsic de la dieta diària.

A més de la disponibilitat d'aigua en quantitats suficients, el subministrament de nitrogen i fòsfor són els factors més importants per controlar la producció d'arròs arreu del món. Els factors climàtics (temperatures, vent, pluges) i la falta d'algun element mineral condicionen en algunes zones —principalment països del sud-est asiàtic— la quantitat i qualitat de les collites.

Al delta de l'Ebre, la disponibilitat d'aigua està assegurada per la xarxa de canals de reg que distribueix l'aigua del riu, per sota de l'àrea del Delta ocupada per arrossars (aproximadament, el 40 % dels 350 km<sup>2</sup>). El cultiu d'arròs al Delta gasta aproximadament 20.000 m<sup>3</sup> d'aigua per ha/any. Aquesta quantitat passa als arrossars per una complicada xarxa de canals, que s'inicia en dos que surten del riu i porten l'aigua en paral·lel a les voreres. A partir d'aquests canals principals, l'aigua arriba als camps d'arròs per canals que es ramifiquen progressivament. L'aigua d'inundació aporta 2,4 kg de N/ha —principalment en la forma dissolta, nitrogen orgànic i inorgànic— als arrossars. Al delta de l'Ebre, s'incorporen 113 kg N/ha en forma d'adob inorgànic, i entre 42 i 100 kg/ha, en forma d'adob orgànic (palla d'arròs). Del 12 % al 19 % del nitrogen total que entra als arrossars es perd per desnitrificació al sòl dels arrossars. Aquesta quantitat correspon, principalment, a nitrogen incorporat com a adob químic i pot representar-ne el 25 %. El fòsfor s'incorpora com a adob químic (20 kg/ha) i l'aigua d'inundació i la palla aporten quantitats molt minses -0,15 i de 3 a 6 kg/ha, respectivament. La descomposició de la palla d'arròs

ocorre, principalment, durant la temporada seca d'hivern i els nutrients queden incorporats al sediment. La incorporació, any rere any, de palla d'arròs pot suposar un inconvenient per al creixement de l'arròs, perquè també porta a l'acumulació de material refractari de degradació difícil. La planta d'arròs incorpora la major part dels nutrients afegits als arrossars (de 110 N/ha a 214 N/ha i de 17 kg P/ha a 31 kg P/ha).

Les concentracions de nitrogen i fòsfor de l'aigua als canals de drenatge són encara molt altes, malgrat el paper que fan els arrossars com a filtres biològics de nutrients. Als arrossars, es queden o es desvien cap a l'atmosfera, i al sediment es queda del 20 % al 35 % del nitrogen i del 40 % al 70 % del fòsfor que hi entra. Les formes més abundants de nitrogen a l'aigua de sortida dels arrossars són orgàniques dissoltes, inorgàniques dissoltes com amoni i particulat, i respecte al fòsfor, reactives solubles i particulat.

Els canals de drenatge poden actuar com a retenidors o alliberadors de nutrients, segons les seves característiques. Respecte al nitrogen, actuen principalment com a retenidors, suposadament per desnitrificació, fins al 33 % del nitrogen que transporten, la qual cosa equival a uns 16 kg per ha drenada i 1 kg/m de longitud de canal. Respecte al fòsfor, la quantitat alliberada a l'aigua pot arribar a representar fins al 40 % que transporta (0,7 kg/ha drenada, 0,03 kg/m de canal).

Grans quantitats de nitrogen i fòsfor, descarregades a les llacunes costaneres del delta de l'Ebre, i de productes utilitzats en el cultiu de l'arròs van produir un procés d'eutrofització accelerat cap a mitjan dels anys setanta, que va significar el canvi en l'estructura de la comunitat biològica des d'un domini de la xarxa tròfica, basada en macròfits submergits arrelats a un domini de fitoplàncton i, consegüentment, una disminució de la penetració de la llum, de les captures de pesca i del nombre i la diversitat d'ocells que viuen a les llacunes. Aquest procés ha estat més acusat a llacunes com l'Encanyissada, Olles, Platjola i Canal Vell, amb descàrregues d'aigua dolça que provenien dels camps d'arròs més grans que a la resta de llacunes (Aufacada, Calaixos de Buda, Tancada). Les aportacions de nitrogen i fòsfor són processades a les llacunes en el mateix sentit que en els arrossars. Es produeix una retenció neta d'ambdós nutrients i, qualitativament, s'incrementen les maneres inorgàniques reduïdes i les particulades a la sortida cap a la mar.

Dins de les llacunes, la competència pels nutrients entre els diferents productors primaris es defineix en termes de canvi de salinitat i aprofitament dels nutrients. Baixa salinitat, inferior a 9 g/l, vol dir que hi ha una forta entrada d'aigua dolça, el macròfit arrelat *Potamogeton pectinatus* pot acumular una població abundant si els canvis de salinitat es produeixen lentament i amb tendència a disminuir. En cas d'un descens molt ràpid de la salinitat, la proliferació de fitoplàncton —per la seva major capacitat de captar el fòsfor— pot arribar a ser tan gran que impedeixi el pas de llum suficient al fons de l'aigua i, consegüentment, el creixement del macròfits (cas de l'Encanyissada). Si l'intercanvi d'aigua amb el mar es produeix de

manera que la salinitat es manté elevada (per sobre del 9 g/l) i els canvis de salinitat no ocorren ràpidament, un altre macròfit submergit arrelat, *Ruppia cirrhosa*, té condicions per desenvolupar una població que formi extenses i denses praderes. Si els canvis de salinitat són ràpids i, amb aquests, els canvis en la concentració de nutrients també acusats (principalment de nitrogen), altres productors primaris (macroalgues com *Chaetomorpha linum* i *Ulva rigida*) es desenvolupen ràpidament per tenir unes taxes de captació de nitrogen més altes, que eviten, també, la proliferació de fitoplàncton. L'estructura de la comunitat biològica fins als nivells tròfics més elevats depèn d'aquest sistema de relacions de competència entre els productors primaris.

Les conclusions de la sèrie d'estudis realitzats durant els últims quinze anys permeten fer una sèrie de suggeriments generals per a un desenvolupament més d'acord amb la conservació dels recursos naturals. S'ha de procurar fer ús dels fertilitzants a les dosis i en els moments en què l'arròs els necessita. La incorporació de la palla de l'arròs al sòl s'ha de produir amb moderació per evitar l'estímul que suposa la desnitrificació. S'han d'evitar, totalment, les aportacions de matèria orgànica als canals de drenatge, perquè van a parar a les llacunes i al mar, fet que accelera l'eutrofització. I s'ha de facilitar l'intercanvi d'aigua de les llacunes amb el mar i evitar descàrregues fortes d'aigua dolça a les llacunes, sobretot cada any durant els períodes d'inici i fi del cultiu d'arròs.

Gener de 2001





# EVOLUCIÓ DE LA CONCENTRACIÓ DELS COMPOSTOS ORGANOCOLORATS EN BIVALVES DE LA BADIA DEL DELTA DE L'EBRE

M. Solé, C. Porté, D. Astor, J. Sánchez, D. Barceló i J. Albaigés  
*Departament de Química Ambiental (CID-CSIC)*

L'estudi sistemàtic de compostos organoclorats en diversos organismes marins del litoral català s'inicià en el Departament de Química Ambiental del Centre d'Investigació i Desenvolupament (CID) l'any 1986 i ha continuat fins avui dia. De tota manera, l'any 1980 es fa un estudi pilot al delta de l'Ebre, on s'empra per primera vegada el concepte del «Mussel Watch» per a la vigilància dels hidrocarburs i compostos organoclorats a la costa catalana (Risebrough, 1983). En aquest estudi, la concentració de PCB es determina segons el contingut en Aroclor 1254, mentre que en el realitzat posteriorment es fa segons els congèneres individuals. La comparació de les dades és possible gràcies a la molt bona correlació d'ambdós mètodes (Porte, 1989).

Dels resultats del PCB, DDT, lindane i hexaclorobenze determinats en musclos, ostres i cloïsses de les badies del Delta, en els períodes abans esmentats, se'n poden treure les conclusions següents:

- a) Una tendència positiva a l'acumulació de compostos organoclorats en el sentit cloïssa < ostra < musclo, raó per la qual aquesta darrera espècie pot considerar-se com la més adequada per a la vigilància de la contaminació marina.
- b) Actualment, les concentracions, en pes fresc i per als musclos són dels ordres següents:
  - Fangar. -38 ng/g de PCB (eq. Aroclor 1254), 12 ng/g de DDT (DDE+DDD+DDT), 0,2 ng/g de lindane i 0,3 ng/g de HCB.
  - Alfacs. -31 ng/g de PCB (eq. Aroclor 1254), 7 ng/g de DDT (DDE+DDD+DDT), 0,5 ng/g de lindane i 0,2 ng/g de HCB.
- c) La major concentració, tant del PCB com del DDT, a les mostres recollides a la badia del Fangar, en comparació amb la dels Alfacs, ha anat disminuint al llarg dels darrers deu anys, la qual cosa fa pensar en la reducció d'alguna font de contaminació en aquesta badia.

- d) El manteniment de concentracions de PCB i DDT a la badia dels Alfacs els darrers anys fa suposar que reflecteix el nivell de contaminació crònica a la zona, encara que hi ha certs indicis de recuperació.
- e) S'observa una certa disminució dels congèneres de PCB més lleugers a mesura que han anat passant els anys, la qual cosa podria indicar una certa disminució dels abocaments, ja que aquests, com que són menys persistents, també indiquen el caràcter recent de l'abocament. Això mateix es podria despendre de la relació DDE/DDT, que presenta una tendència a augmentar amb el temps, si no hi ha més abocaments, i ha passat d'1, l'any 1980, a més de 5, l'any 1990.
- f) S'observa una clara disminució del lindane en els darrers deu anys i un manteniment de les concentracions de HCB.

La disponibilitat de dades al llarg de diferents punts de mostra del litoral català, permet obtenir una primera estimació del perfil geogràfic de la contaminació i posar en un context més ampli les dades del Delta. Els valors més alts detectats per PCB corresponen a Barcelona (51,1 ng/g). Destaca la zona de l'Estartit com a zona de referència, amb els valors més baixos (2,19 ng/g). Les concentracions de pp'DDE, detectades en aquests organismes presenten una distribució similar al llarg de la costa.

S'han fet altres estudis comparatius del grau de contaminació per PCB, DDT i hidrocarburs en punts del litoral català, utilitzant com a espècie indicadora el peix. D'entre els quals, destaca el moll (*Mullus barbatus*) com una bona espècie indicadora del grau de contaminació d'un indret (Albaigés, 1987).

Estudis fets dins el programa MEDPOL, a les costes de Castelló i València, presentaren en el cas del musclo nivells similars als obtinguts a la zona del Delta, i una concentració més gran de compostos organoclorats en musclos que en cloïsses (Pastor *et al.*, 1988).

De l'estudi de tots aquests resultats, se'n dedueix que les concentracions dels compostos organoclorats en bivalves del delta de l'Ebre són a la banda baixa de l'interval general de la Mediterrània i lluny dels límits considerats com a no tolerables.

Gener de 1993

## BIBLIOGRAFIA

- ALBAIGÉS, J.; FARRÁN, A.; SOLER, M.; GALLIFA, A.; MARTÍN, P. «Accumulation and Distribution of Biogenic and Pollutant Hydrocarbons, PCB and DDT in Tissues of Western Mediterranean Fishes». *Marine Environmental Research*, 22 (1987), p. 1-18.

- PASTOR, A.; HERNÁNDEZ, F.; MEDINA, J.; MELERO, R.; LÓPEZ, F. J.; CONESA, M. «Quantitation of total versus selected polychlorinated biphenyl congeners in Marine Organisms from the Castellón and Valencia Coasts of Spain». *Marine Pollution Bulletin*, 19 (1988), p. 235-238.
- PORTE, C.; BARCELÓ, D.; ALBAIGÉS, J. «Quantitation of total versus selected polychlorinated biphenyl congeners in marine biota samples by HRGC with ECD and negative and chemical ionization mass spectrometry detection». *J. Chromatogr.*, 442 (1988), p. 386-393.
- RISENBROUGH, R. W.; DE LAPPE, B. W.; WALKER II, W.; SIMONEIT, B. R. T.; GRIMALT, J.; ALBAIGÉS, J.; GARCÍA REQUEIRO, J. A.; BALLESTER I NOLLA, A.; MARIÑO FERNÁNDEZ, M. «Application of the Mussel Watch Concept in Studies of the Distribution of Hydrocarbons in the Coastal Zone of the Ebro Delta». *Marine Pollution Bulletin*, 14 (1983), p. 181-187.



# SEGUIMENT DE LES ALTERACIONS TISSULARS DELS MOL·LUSCS BIVALVES DEL DELTA DE L'EBRE

Mercè Durfort i Coll

*Departament de Biologia Cel·lular. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona  
Centre de Referència i Desenvolupament en Aqüicultura. Generalitat de Catalunya*

L'estudi histopatològic dels mol·luscs bivalves del delta de l'Ebre requereix, gairebé, un seguiment mensual de les espècies que s'hi conreen: *Ostrea edulis*, *Crassostrea gigas*, *Tapes decussatus* *Tapes semidecussatus*, *Mytilus galloprovincialis*, ocasionalment, *Cardium edule* i *Pecten jacobeus*.

Els òrgans potencialment més afectats són les brànquies i l'hepatopàncrees. Cal, però, fer una valoració del tracte digestiu, de les gònades i dels gonoductes, alhora que del ronyó i del mantell, així com de la musculatura i els ganglis nerviosos. Tots aquests òrgans no solament reaccionen a possibles parasitosis, sinó també presenten alteracions més o menys greus quan les condicions mediambientals no són del tot escaients, davant de contaminants, a causa de les elevades temperatures i, per tant, augmenta la salinitat de les aigües, en casos més o menys prolongats d'anòxia. En moltes ocasions, és difícil determinar qui o quina és la causa d'una determinada alteració cel·lular. En l'àmbit cel·lular: l'estat dels epitelis vibràtils de les làmines branquials, de la mucosa intestinal, dels gonoductes i conductes glandulars. Hi ha, però, alteracions que solament són visibles si s'observen amb el microscopi electrònic (Durfort *et al.*, 1990 *a, b, c i d*). Un altre paràmetre fàcilment detectable en el microscopi òptic és l'alçada de l'epiteli glandular de l'hepatopàncrees, la llum dels conductes és molt sensible a determinades parasitosis com, per exemple, el cas de *Marteilia refrigens*. Hi ha, a la vegada, un considerable increment de cel·lules mucoses en tots els epitelis de recobriment intern o extern. Nuclis picnòtics; apoptosi cel·lulars; aparició d'àrees necrosades primer i posteriorment lisades; augment considerable de macròfags i importants infiltracions hemocitàries són les principals reaccions del sistema immunofagocític, per cert, molt poc estudiat en els invertebrats (Ratcliffe i Rowley, 1981).

Quins són els possibles agents patògens que provoquen, en els mol·luscs bivalves del delta de l'Ebre, les principals alteracions tissulars? Seguint un ordre

filogenètic, podem destacar: bacteris, clamídies i rickètsies. Mentre que els bacteris són fàcilment detectables, dels altres cal fer-ne l'estudi ultraestructural.

Entre les espècies de protozous que es troben més freqüentment, cal destacar, per la seva patogenicitat i per les taxes de mortalitat que produeixen, *Perkinsus atlanticus*, *Marteilia refrigens* i *Bonamia* sp. Hi ha altres espècies, però, molt menys freqüents com ara *Trichodina*, principalment en ostres; *Nematopsis legeri*, en els musclos, i *Haplosporidium tapetis*, principalment en les cloïsses. Hi ha una certa especificitat, encara que els gèneres esmentats s'han trobat en totes les espècies de bivalves indicades. Cal destacar que hi ha una sèrie de fases del cicle biològic de diverses espècies de protozous que no són vàlides per poder-ne fer una bona determinació, i això crea una greu ambigüitat en els diagnòstics, alhora que dona com a resultat el fet que la majoria de les notes de parasitologia són de quantificació, però poques imatges o cap imatge bona acompanya el text.

En l'obra editada per la CAICYT, titulada *Patologia en acuicultura*, hi ha una bona relació de les principals parasitosis (Figueras i Villalba, 1988) i, si bé és una revisió generalitzada i la bibliografia és força incompleta, és un treball que cal tenir present en el moment de dedicar-se a la parasitologia dels mol·luscs dels països de la Unió Europea.

Cal destacar que, en els bivalves del delta de l'Ebre, el nombre d'infestacions protozoàries que han provocat mortalitats importants no han estat gaire elevades en els darrers anys, i en moltes ocasions les parasitosis trobades han estat importades en llavors de diversos països de la Unió Europea.

Entre els metazous paràsits, cal destacar la presència de fases larvàries de trematodes digènids de les espècies: *Proctoeces maculatus* en *Mytilus edulis* i en *Mytilus galloprovincialis*, i *Bucephalus haimeanus* en les ostres (Ferrer i Durfort, 1990). En musclos i ostres es troben esporocists ramificats o no, els quals envaïxen progressivament la glàndula digestiva; en una segona etapa, els hem trobat a la gònada, en el mantell, i, finalment, en la base de les làmines branquials (normalment, abans d'arribar-hi els bivalves han mort). És obvi que la presència massiva d'aquests esporocists afecta la funcionalitat de l'hepatopàncrees, la taxa de reserves que habitualment té aquesta glàndula. Alhora, cal recordar que és en l'àmbit d'aquesta glàndula que se sintetitza l'hormona precursora de la vitel·logenina que permet la formació de les plaquetes vitel·lines. Per això, l'alteració de la glàndula digestiva afecta la maduració sexual de les femelles i dels exemplars hermafrodites (Durfort, 1989 a).

En un percentatge important, es troba en l'hepatopàncrees i en el tub digestiu dels musclos un copèpode de l'espècie *Mytilicola intestinalis* i en les ostres *Mytilicola orientalis*, que fa anys han estat motiu d'un estudi ultraestructural força aprofundit. El nombre de copèpodes, per exemplar parasitat, acostuma a ser de quatre a sis, ocasionalment se'n poden trobar una cinquantena, la qual cosa repercuteix molt negativament en l'hoste. En el delta de l'Ebre, fins ara, no s'han descrit presències

tan massives. Habitualment, en els exemplars parasitats que hem estudiat aquests darrers anys, no hem trobat lesions tissulars de consideració, únicament un increment de cèl·lules secretores en la mucosa intestinal, una disminució de les reserves de glicogen de l'hepatopàncrees i, en l'àmbit ultraestructural, alteracions morfològiques del cili (Durfort *et al.*, 1989). En els darrers anys, únicament un 40 % dels exemplars de musclos estudiats presenten aquesta parasitosis.

Un 3 % de musclos està parasitat per una altra espècie de copèpode, *Modiolicola intestinalis*, que es troba en les làmines branquials. Aquesta espècie ha estat estudiada per nosaltres en l'àmbit ultraestructural, gràcies a un banc de dades més complet d'aspectes de la gametogènesi, del tracte digestiu i de la cutícula de copèpodes paràsits i lliures, que des de fa anys hem anat estudiant. *Modiolicola gracilis* provoca processos de caire inflamatori a les brànquies i sobretot augmenta el nombre de malformacions ciliars de l'epiteli respiratori (Durfort *et al.*, 1990d).

L'estudi del contingut intestinal és molt il·lustratiu i, alhora, permet observar ous, formes larvàries i adultes de trematodes i copèpodes en fase preinvasiva.

En els reconeixements tissulars de rutina apliquem les tècniques convencionals de la histologia normal i patològica, que donen informació panoràmica i alhora algunes tècniques específiques per a la detecció de glicogen (PAS), per a la quantificació de dipòsits lipídics (Sudan), la reacció de Turnbull o de Perls per determinació de ferro, entre d'altres.

En algunes ocasions, cultivem les brànquies de cloïsses per fer més patent la presència de *Perkinsus*, tot emprant el mètode descrit per Ray (1952). En aquest cas, sempre queda el dubte raonable que, si les brànquies no haguessin estat cultivades, *Perkinsus* s'hauria desenvolupat, o no, en provocar la reacció hemocitària en els individus salvatges.

Per fer una recerca més aprofundida d'alguns aspectes de la reacció de l'hoste o dels trets del paràsit, cal fer un estudi ultraestructural; és, però, per casos molt puntuals, ja que el processament és molt més lent, alhora que molt més car, i per altra banda, el fet de no disposar d'un microscopi electrònic en el laboratori dificulta sensiblement aquest estudi que, tanmateix, no és, en línies generals, imprescindible per al diagnòstic de les patologies més habituals dels mol·luscs bivalves del nostre litoral.

Des de la redacció inicial d'aquesta nota (1993) fins ara, s'han continuat obtenint dades epidemiològiques de les principals parasitosis dels mol·luscs bivalves del delta de l'Ebre.

Els treballs s'han centrat en les alteracions histopatològiques dels òrgans diana, i també sobre la biologia cel·lular de les espècies paràsits. Dels resultats obtinguts, n'han sorgit una tesina i una tesi doctoral, així com diverses publicacions de les quals únicament esmento les més rellevants.

Vull destacar que, en els darrers anys, hi ha hagut una considerable davallada en la producció d'ostró i de cloïsses. En el cas de l'ostró, s'ha passat de les 733,9 t de l'any 1998 a les 426,4 t de l'any 1999. I pel que fa a la cloïssa, s'ha passat de les 262,6 t del 1998 a les 168,1 del 1999 (segons dades de Catalunya Rural i Agrària, *Butlletí d'Informació del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca*, núm. 67, 2000).

Factors mediambientals i l'increment de patologies no han estat alienes a aquesta disminució. D'altra banda, la qualitat de la carn dels musclos també ha minvat considerablement i perilla la denominació d'origen que fa anys es va donar als musclos del nostre Delta.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

- BOZZO, M. G.; POQUET, M.; DURFORT, M. «Ultraestructura de los oocitos maduros de *Tapes decussatus* (*Bivalvia*)», *Iberus*, 14 (2) (1996), p. 179-188.
- DURFORT, M. «Estado morfológico y ultraestructural del hepatopáncreas en relación con la oogénesis». A: *Actas III Congreso de la Sociedad Española de Biología Celular*. Bilbao: 1989.
- DURFORT, M.; AMOR, M. J.; BOZZO, M. G.; FERRER, J.; GARCÍA VALERO, J.; POQUET, M.; RIBES, E.; SACRISTA, E. «Malformaciones ciliares en epitelios de tres especies de moluscos bivalvos del Mediterraneo». A: *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Biología Celular*. Bilbao: 1989.
- DURFORT, M.; BOZZO, M. G.; POQUET, M.; SACRISTA, E.; FERRER, J.; GARCÍA VALERO, J.; AMOR, M. J.; RIBES, E. «Ultraestructura del epitelio vibrátil de los gonoductos de *Tapes decussatus* y de *Tapes semidecussatus*». A: *Actas del III Congreso Nacional de Acuicultura*. Santiago de Compostela: 1990a.
- «Aspectes ultraestructurals del oòcits de *Modiolicola gracilis*, Wilson, copèpode paràsit de les brànquies del musclo». *Biologia del Desenvolupament*, 8 (1990b), p. 89-111.
- «Anomalías morfológicas de los cilios de las mucosas digestivas de la ostra *Crassostrea gigas* (*Mollusca, Bivalvia*)». *Histología Médica*, 6 (1990c), p. 43-52.
- «Modified cilia in vibratil epithelia of mussels infested by *Mytilicola intestinalis* and *Modiolicola gracilis* (*Crustacea, Copepoda*)». A: *IV International Colloquium of Pathology Marine Aquaculture*. 1990d, p. 108-109.
- FERRER, J.; DURFORT, M. «Ultraestructura y desarrollo del tubo digestivo de la cercaria gasterostoma intraesporocistica de un digénido bucefálico parásito de la ostra *Ostrea edulis*». ICASEP, 1991.
- FIGUERAS, A. J.; VILLALBA, A. «Patología de moluscos». *Patología en acuicultura*. Madrid: CAYCIT, 1988, p. 327-389.



- MONTES, J. F.; DURFORT, M.; GARCÍA VALERO, J. «When the venerid clam *Tapes decussatus* is parasitized by the protozoan *Perkinsus* sp.». *Diseases of Aquatic Organisms*, 16 (1996), p. 149-157.
- MONTES, J. F.; DEL RIO, J. A.; DURFORT, M.; GARCIA VALERO, J. «The protozoan parasite *Perkinsus atlanticus* elicits a unique defensive response in the clam *Tapes semidecussatus*». *Parasitology*, 114 (1997), p. 339-349.
- PRINCEP, M.; BIGAS, M.; DURFORT, M. «Incidencia de *Bucephallus haimeanus* (Lacaze-Duthiers, 1854) (*Trematoda, Digenea*) en el hepatopáncreas de *Ostrea edulis*, Linné». *Iberus*, 14 (2) (1996), p. 211-220.
- RATCLIFFE, N. A.; ROWLEY, A. F. *Invertebrate blood cells*. Londres: Academic Press., 1981. Vol. 1 i 2.
- RAY, S. M. «A culture technique of infection with *Dermocystidium marinum*, Mackin, Owen and Collier in oyster». *Science*, 116 (1952), p. 360-361.
- SAGRISTÀ, E.; DURFORT, M.; AZEVEDO, C. «Ultrastructural data on the life cycle of the parasite, *Perkinsus atlanticus* (Apicomplexa), on the clam, *Ruditapes philippinarum*, in the Mediterranean». *Sci. Mar.*, 60 (2-3) (1996), p. 283-288.
- SAGRISTÀ, E.; BOZZO, M. G.; BIGAS, M.; POQUET, M.; DURFORT, M. «Developmental cycle and ultrastructure of *Steinhausia mytilovum*, a Microsporidian Parasite of Oocyte of the Mussel, *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca, Bivalvia)». *Europ. J. Protistol*, 34 (1998), p. 58-68.

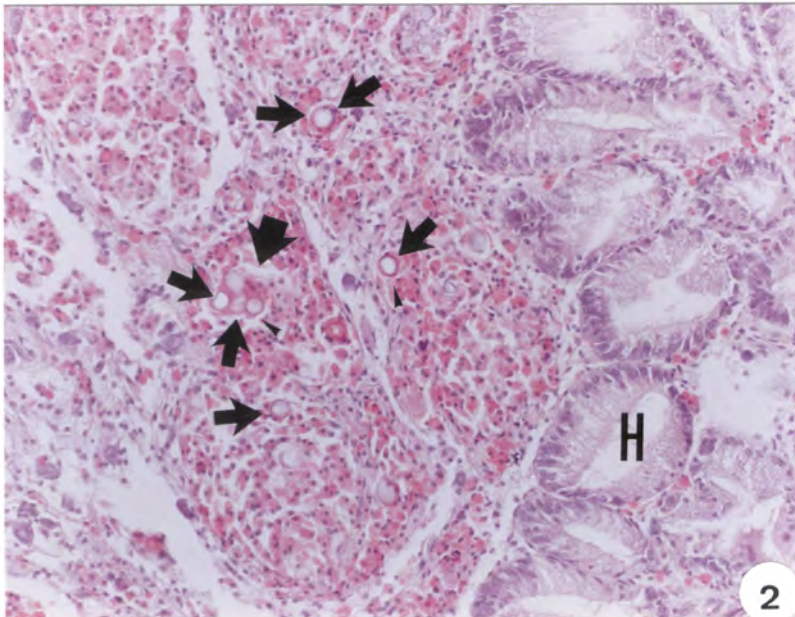
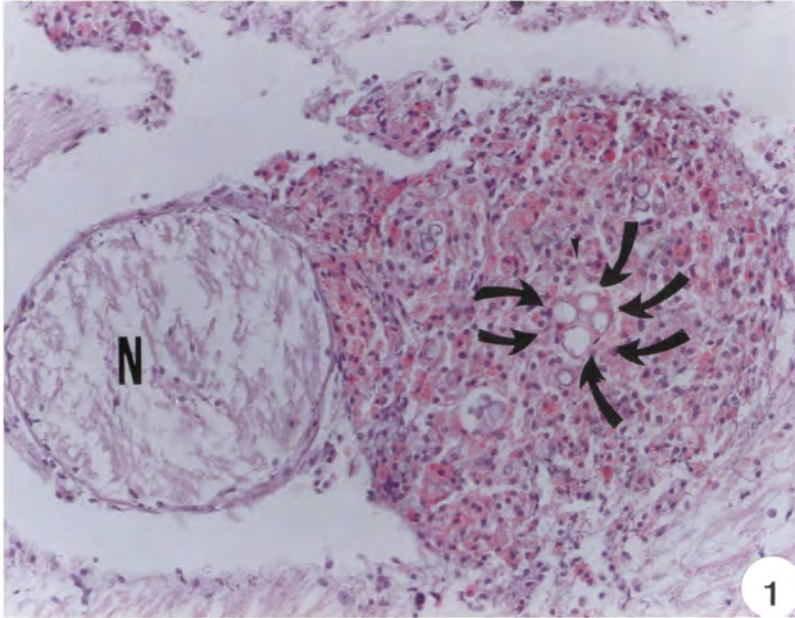


FIGURA 1. *Perkinsus atlanticus* (➔) embolcallat per una reacció tissular completa en les proximitats d'un gangli nerviós (N) de *Tapes semidecussatus*. Hematoxilina-eosina, 1500 x.

FIGURA 2. *Tapes decussatus*. En les proximitats de l'hepatopàncrees d'aquest exemplar de cloïssa hom pot veure alguns esporoblasts (➔) igualment embolcallats per cèl·lules del sistema immunofagocític de l'hoste. Hematoxilina-eosina, 1500 x.

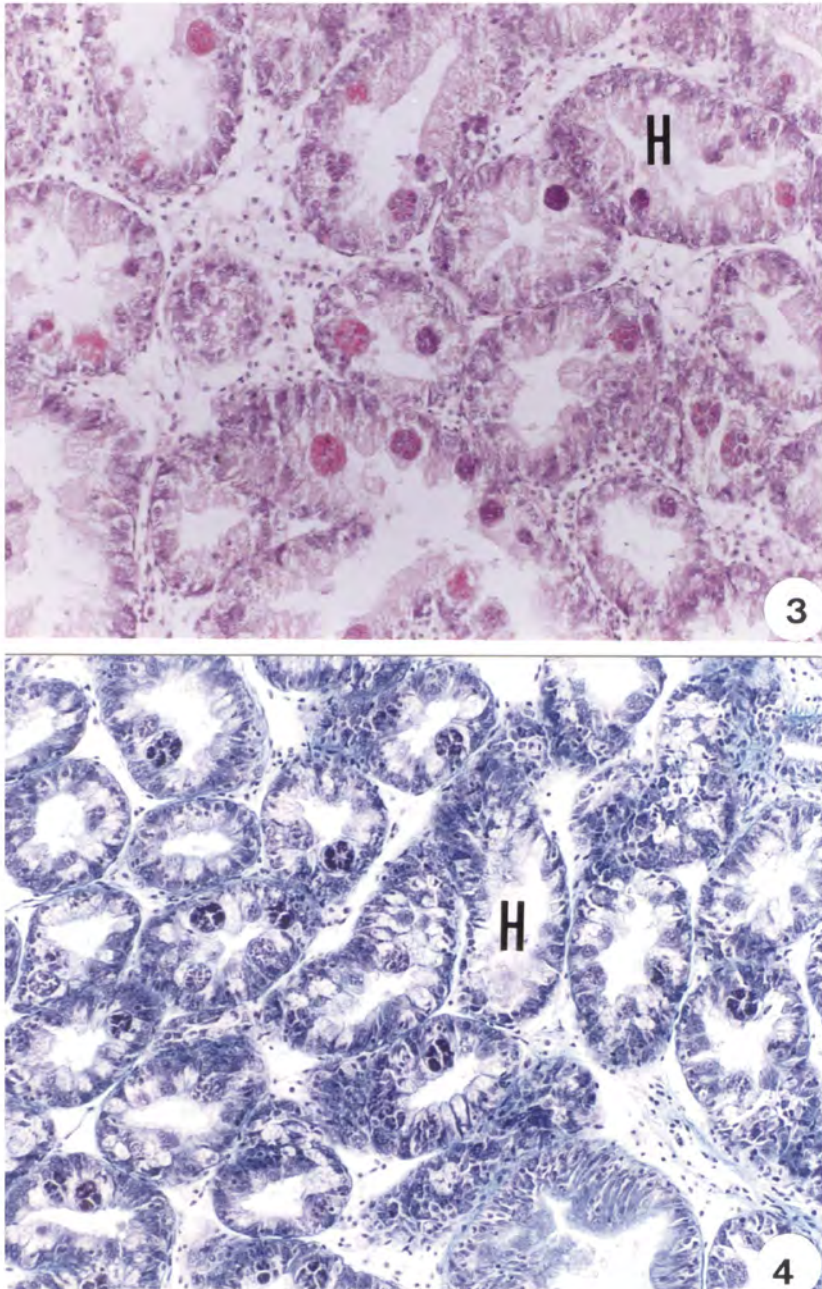


FIGURA 3 i 4. *Marteilia refringens* en els túbuls hepatopancreàtics d'*Ostrea edulis*. Vegeu diversos esporoblasts amb espores que es troben en diferents fases de maduració. Hematoxilina-eosina i VOE, 1500 x.

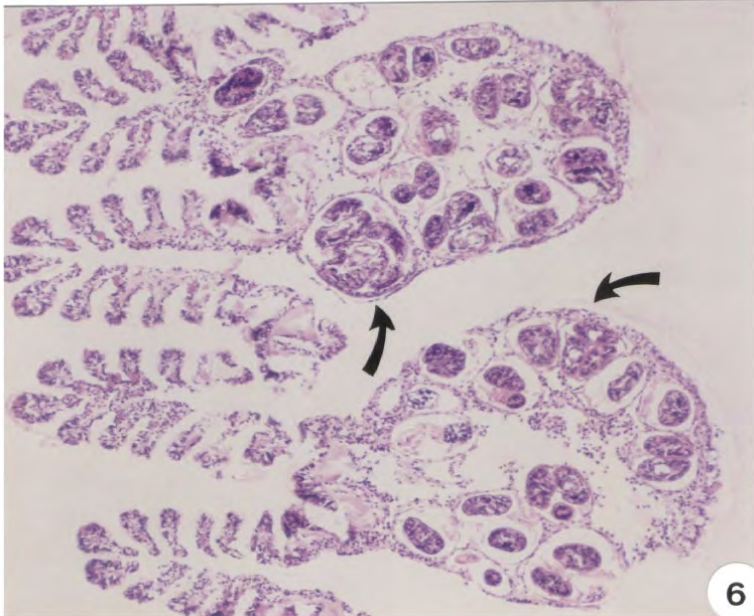
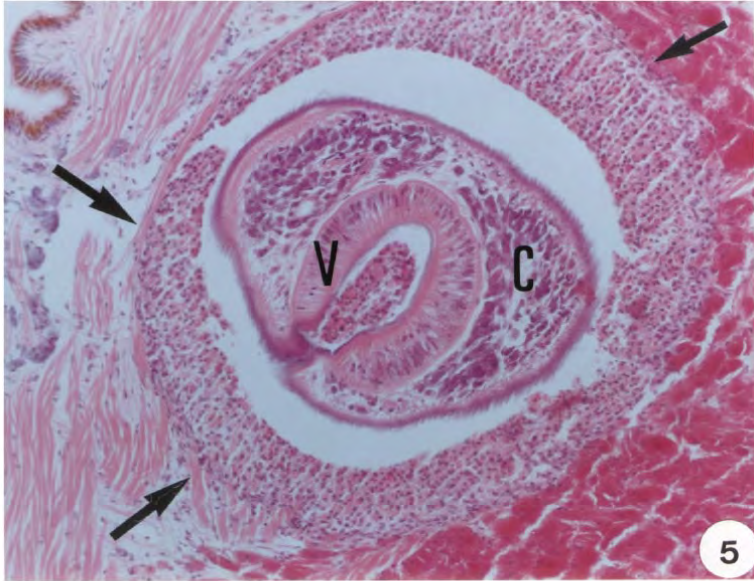
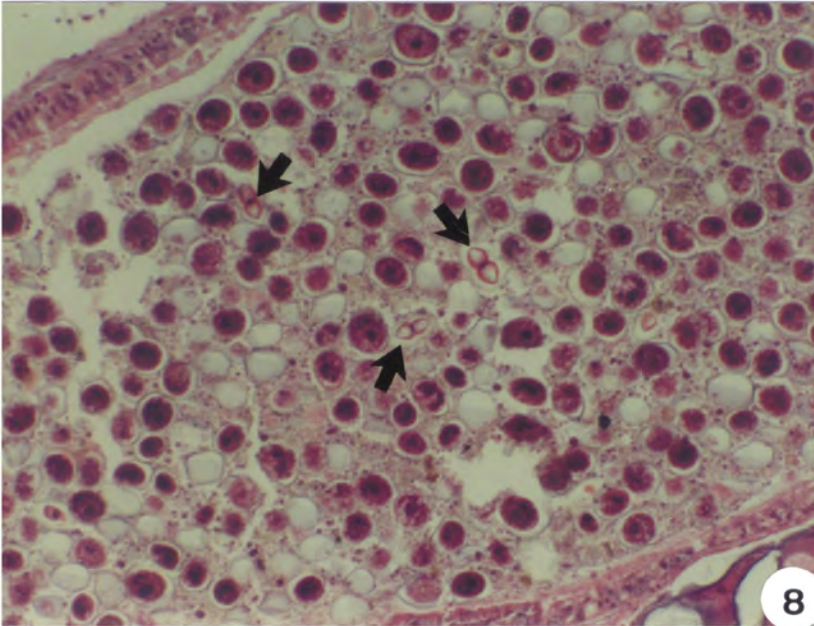
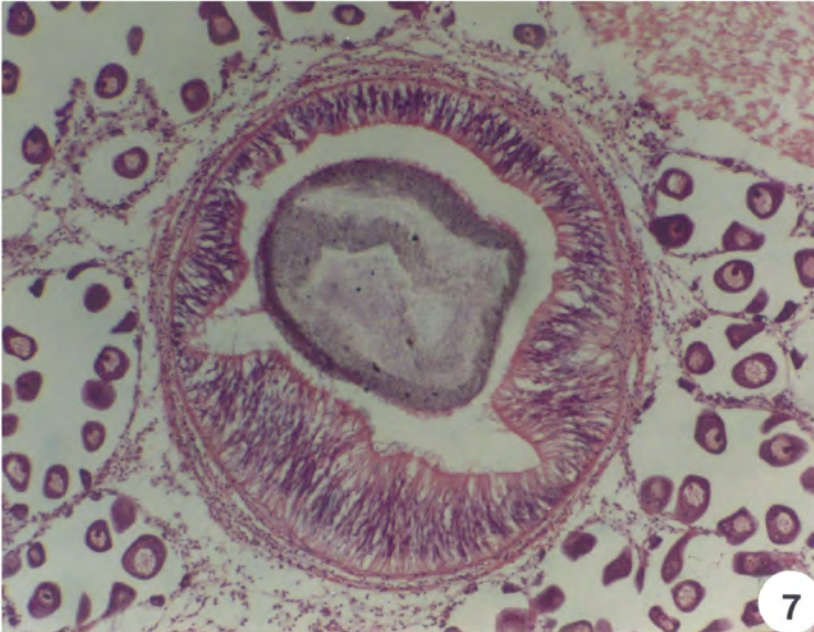


FIGURA 5. El trematode digènid *Proctoeces maculatus* és un paràsit força freqüent del musclos. En aquest cas, veiem una cercària intramuscular que ha provocat una important reacció inflamatòria. Vegeu la ventosa (V) de la cercària. Hematoxilina-eosina, 1500 x.

FIGURA 6. El trematode digènid *Bucephallus haimeanus* inicia la infestació de les ostres pels hepatopàncrees. En aquest els diferents esporoblasts es troben excepcionalment ubicats en el teixit conjuntiu que contacta amb la part visceral de les làmines branquials. Hematoxina-eosina, 800 x.



FIGURES 7 i 8. El contingut intestinal en un altre paràmetre a valorar, ja que s'hi poden trobar ous i fases larvàries i adults de diferents metazous. A la vegada que és interessant fer un seguiment de les algues incorporades. Vegeu en la imatge inferior els frústuls d'algunes diatomees (→). Hematoxilina-eosina, 450 x i 900 x, respectivament.



# PREVALENÇA DE LA INTOXICACIÓ PER PLOM EN OCELLS DEL DELTA DE L'EBRE

Raimon Guitart i Rafael Mateo

*Unitat de Farmacologia i Toxicologia veterinàries. Universitat Autònoma de Barcelona*

Silveri Cerradelo

*Parc Natural del Delta de l'Ebre*

Jordi To-Figueras

*Servei de Toxicologia. HCPB. Universitat de Barcelona*

La intoxicació per ingestió de perdigons de plom en les aus, especialment en les aquàtiques, és una malaltia que ja fou descrita a finals del segle XIX i que cada any mata un nombre força elevat d'ocells a tot el món. Els perdigons que inadvertidament ingereixen aquests animals solen quedar retinguts al pedrer, on, a poc a poc i per acció de l'àcid i de la mateixa acció abrasiva de l'estómac muscular, es van desfent i el plom s'absorbeix, llavors, en forma de sals. La intoxicació es manifesta per diferents símptomes i signes, com ara una diarrea verda molt intensa, una debilitat muscular que impedeix l'ocell de volar, de mantenir-se dret i, fins i tot, de menjar, i una atonia del tracte digestiu evidenciable, generalment, en la necròpsia.

Existeixen dades epidemiològiques fiables en diversos països, en els quals es realitza un seguiment des de ja fa anys. Així, es va estimar que, als Estats Units, el 1987, es van intoxicar aproximadament uns dos milions d'aus aquàtiques víctimes de la ingestió de perdigons. En una revisió, realitzada per Pain (1989), s'indicava que al voltant de l'1 % al 18 % d'ànecs collverds (*Anas platyrhynchos*, una de les espècies més estudiades) havien estat trobats amb perdigons al pedrer (un dels criteris d'intoxicació més fàcils de portar a terme), tant a països del nord d'Europa com d'Amèrica. Dos estudis recents, però, suggereixen que la prevalença de la intoxicació per plom podria ser molt més elevada en països mediterranis (Pain, 1990; Pain i Handrinos, 1990), ja que a la Camarga francesa (amb n=159 animals estudiats) i al delta de l'Evros grec (n=11), un 45 % i un 36 % d'*Anas platyrhynchos*, respectivament, havien estat trobats amb perdigons al pedrer.

Per tant, hi havia interès a conèixer l'abast de la intoxicació a Espanya, ja que les dades epidemiològiques aquí eren inexistents. Amb tot, la intoxicació sabíem que també es produïa, ja que el nostre equip l'havia diagnosticada amb tota certesa

en diferents ocells, tant aquàtics com rapinyaires, recollits principalment al delta de l'Ebre, però provinents també d'altres indrets de Catalunya (Mateo, Cerradelo i Guitart, 1991).

L'estudi epidemiològic es va iniciar l'octubre de 1991 i ha durat, de fet, fins al febrer de 1992. Les dades que presentem aquí són encara parcials, ja que no tots els animals de la mostra han estat analitzats a hores d'ara. No obstant això, amb aquestes primeres dades, ja és possible extreure'n algunes conclusions. S'han estudiat fins ara vint-i-vuit exemplars d'*Anas platyrhynchos*, quatre d'*Anas clypeata*, tres d'*Anas crecca*, i un exemplar d'*Anas penelope*, un d'*Anas strepera* i un de *Netta rufina*. Aquests animals eren cedits per caçadors i tots provenien de les tirades de l'Encanyissada. A tots se'ls realitzà la necròpsia, i es van recollir i es van guardar congelats els pedrers sencers, així com els fetges i els ronyons. Amb els primers, es va estudiar el seu contingut, mitjançant una lupa de 9-40 augments, per tal de buscar els perdigons, i en els altres òrgans es va determinar per espectrometria d'absorció atòmica la concentració en plom.

En un total de deu animals (nou *Anas platyrhynchos* i un *Anas clypeata*), es va observar la presència de perdigons en el pedrer; només dos animals d'aquests tenien més d'un perdigó al pedrer (l'un, amb tres i l'altre, amb vuit). Això representa, per tant, un 32 % i un 25 %, respectivament, d'animals afectats d'aquestes dues espècies. Respecte a l'*Anas platyrhynchos*, animal de què disposem un nombre més significatiu d'exemplars, aquests resultats són clarament superiors als trobats al nord d'Europa i a Amèrica, però similars als de la Camarga o als del delta de l'Evros.

Pel que fa als nivells de plom a les vísceres, només l'*Anas platyrhynchos* superava uns valors mitjans d'una part per milió (mg/kg, sobre pes fresc), amb una mitjana al fetge de 2,83 ( $\pm 4,85$ ) ppm i al ronyó de 4,81 ( $\pm 6,35$ ) ppm. S'ha de dir que, en general, i com calia esperar, hi havia una bona correlació entre els nivells trobats al fetge i al ronyó ( $r=0,90$ ), encara que aquests darrers eren sempre superiors, i també, es va poder comprovar que existia una bona correlació positiva entre els nivells detectats i el nombre de perdigons trobats al pedrer. Tenint en compte el criteri actual de situar el valor límit de 2 ppm (sobre pes fresc) per diferenciar entre exposició normal i exposició anormal al plom, en aquest estudi sortiria que un 25 % (fetge) i un 46 % (ronyó) de la població d'*Anas platyrhynchos* estaria patint una intoxicació per ingestió de plom.

En definitiva, i sigui quin sigui el criteri que se segueixi per definir la intoxicació, aquestes primeres dades, encara parcials, serveixen com a mínim per establir que aquest problema es dona al delta de l'Ebre i, a més, amb una freqüència molt elevada, similar només a dos estudis recentment duts a terme en zones geogràficament properes. Si en finalitzar aquest estudi les dades es confirmen, pagaria la pena, potser, de sol·licitar a les administracions competents la implantació a Espanya de mesures preventives com les que s'han posat en pràctica als Estats Units, on



els perdigons de plom han estat substituïts per altres metalls amb perillositat més baixa per als ocells silvestres i per al medi ambient.

## AGRAÏMENTS

Treball subvencionat amb una beca de la Fundació “la Caixa”.

## ANNEX

Aquest article va ser escrit el 1993. Des de llavors el nombre de dades s'ha incrementat notablement (podeu trobar una actualització a R. Guitart, S. Mañosa i R. Mateu, *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 1998, 66, p. 5-16). No obstant això, els nous resultats no han fet sinó confirmar la gravetat de la problemàtica que genera l'ús de plom en la caça en llocs tan sensibles com les zones humides d'Espanya, on calculem que moren anualment intoxicats uns 50.000 ocells. Això portà el Govern espanyol a promulgar el Reial decret 581/2001, que, tot i tenir una aplicació força limitada —només prohibia la munició de plom en determinades zones humides importants a partir de l'octubre del 2001—, adequava la nostra legislació a la ja vigent en la majoria dels països més desenvolupats. Però tant el delta d'Ebre com l'Albufera de València rebran encara fins al 2003 unes quantes tones de plom més, perquè per pressions del sector de la caça, tant la Generalitat catalana com la valenciana, han promulgat ordres que posposen l'entrada en vigor de l'R. D. 581/2001 un parell d'anys. Podeu trobar més informació sobre el tema a l'adreça d'Internet <http://quiro.uab.es/tox>.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

- MATEO, R.; CERRADELO, S.; GUITART, R. *Butlletí del Parc Natural del Delta de l'Ebre*, 6 (1991), p. 10-13.
- PAIN, D. J. *Proceedings of the IWRB Symposium on Managing Waterfowl Populations*. Astrakhan (URSS), 1992, p. 172-181.
- *Environmental Pollution*, 66 (1990), p. 273-285.
- PAIN, D. J.; HANDRINOS, G. I. *Wildfowl*, 41 (1990), p. 167-170.



# ESTUDIS SOBRE BIOLOGIA, ECOLOGIA I CONTAMINACIÓ EN ELS VERTEBRATS DEL DELTA DE L'EBRE

Gustavo A. Llorente, Xavier Ruiz, Miguel Ángel Carretero i Xavier Santos  
*Departament de Biologia Animal (Vertebrats). Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona*

La importància faunística i biològica del delta de l'Ebre és molt palesa. Si a aquest fet s'afegeix l'àmplia influència humana que rep, sobretot de caire agrícola, amb la utilització de molts tipus de plaguicides que això comporta, és lògic que molts investigadors de diversos camps hagin estat atrets per aquest ecosistema. El treball biològic al delta de l'Ebre dut a terme pel personal adscrit a la Secció de Zoologia (Vertebrats) ha estat i és molt variat. Els primers estudis van ser faunístics, de prospecció de les espècies vertebrades que viuen al Delta, per passar a continuació a estudiar la biologia i l'ecologia de determinades espècies considerades, *a priori*, de gran importància.

## ESTUDIS SOBRE CONTAMINACIÓ

Un dels camps més treballats ha estat el de la contaminació per diferents contaminants situats dins del grup dels organoclorats, com són, fonamentalment, els ciclodèncics i, sobretot, els DDT i els PCB. Els primers estudis portats a terme han estat una exploració dels nivells de contaminants (Ruiz *et al.*, 1979) en aus de gran importància en el sistema, com són l'esplugabous (*Bubulcus ibis*) i diverses espècies d'ànecs (*Anas platyrhynchos*, *Anas crecca*, *Anas clypeata* i *Netta rufina*). L'elecció d'aquestes espècies és, d'una banda, a causa de la seva abundància pel fet de trobar-se al límit de la distribució i al fet d'ésser un depredador que ocupa un nivell elevat en la xarxa tròfica (esplugabous), així com, d'altra banda, pel fet de trobar-se en un nivell baix de la xarxa tròfica i ser un animal que l'ésser humà consumeix (les anàtides). Els resultats obtinguts, com succeeix en tot estudi d'aquest tipus, mostren molta variabilitat i són difícils d'interpretar. Així, el pas següent va ser intentar establir les relacions entre els diferents nivells de contaminants i diversos paràmetres biològics, com ara el nivell tròfic, la mobilització dels contaminants

al llarg del creixement, els diferents estatus (migrador/no migrador) i els efectes directes en la reproducció, sobretot analitzant la possible disminució del gruix de la closca causada pels nivells d'un metabòlit del DDT: el DDE. Com a conclusió global, s'intentà establir una mostra que fos tan idònia com fos possible per poder fer comparacions.

En relació amb el nivell tròfic, es va comprovar la influència d'aquest paràmetre en els nivells de residus; així, els ànecs, amb un component alimentari més ric en matèria animal, acumulen més quantitat total de residus; de la mateixa manera, els ànecs migradors mostren una quantitat relativa de contaminants organoclorats circulants més alta —com es pot veure en els nivells trobats al ronyó— que els ànecs sedentaris (Llorente *et al.*, 1983). Els diferents models de creixement també han mostrat diferències apreciables. Per una banda, s'ha pogut verificar el comportament diferencial dels diversos tipus de contaminants organoclorats; així, els PCB mostren una afinitat pels lípids de tipus metabòlic més alta, mentre que els ciclo-diènic i els DDT tenen més afinitat pels lípids de tipus estructural (membranes cel·lulars). Així, en el teixit nerviós (cervell), no es troben residus de PCB, ja que els lípids d'aquest teixit són fonamentalment metabòlics (Ruiz *et al.*, 1984). D'altra banda, s'ha comprovat la diferent distribució relativa dels contaminants entre les aus precocials (ànecs) i les aus semialtricials (esplugabous), que correspon al diferent model de creixement: els precocials mostren una major quantitat percentual de residus en el múscle, fetge i cervell, mentre que els semialtricials tenen més residus que circulen per la sang (Llorente *et al.*, 1986).

Els efectes directes sobre la disminució del gruix de la closca en les aus del Delta causada pels nivells de DDE s'ha comprovat en els ous d'esplugabous (Ruiz *et al.*, 1982), així com en l'ànec collverd (*Anas platyrhynchos*). En aquesta última espècie s'ha comprovat també l'efecte sinèrgic amb el DDE que tenen els PCB en la disminució del gruix de la closca (Llorente, 1984).

Altres estudis sobre altres tipus de contaminació s'han dut a terme en col·laboració amb el CSIC: la contaminació per hidrocarburs (Llorente *et al.*, 1987). Per altra banda, d'alguns vertebrats s'ha analitzat un cicle anyal complet de contaminació (esplugabous i dos peixos: *Cyprinus carpio* i *Anguilla*). En els peixos s'ha comprovat, entre altres resultats, que els moments de reproducció coincideixen amb els moments de descontaminació forta en les femelles (Ruiz i Llorente, 1991). Tots aquests resultats han conduït a una planificació del mostreig que tendeix a incidir, sempre que sigui possible, en teixits amb poca variació dels nivells lipídics o en unitats individuals, com els ous de les aus, que ofereixen una variació més baixa.

## ESTUDIS SOBRE ARDEIDS AL DELTA DE L'EBRE

Els treballs sobre ardeids al delta de l'Ebre van començar l'any 1978, encara que van ser especialment intensos el 1979 i el 1980. En aquells anys, es va treballar

bàsicament amb una espècie: l'esplugabous (*Bubulcus ibis*), tot i que es prenen dades d'altres espècies que també es trobaven a les colònies de nidificació; el martinet ros (*Ardeola ralloides*), l'agró roig (*Ardea purpurea*) i el martinet blanc (*Egretta garzetta*) (Ruiz, 1982; Ruiz, 1985). Posteriorment, es va iniciar un estudi més profund sobre la biologia reproductiva de l'agró roig, aleshores en procés de recuperació després de l'enorme davallada que va patir la seva població a final dels anys setanta (González-Martín *et al.*, 1992). L'any 1986 es va dur a terme un projecte d'estudi sobre el valor adaptatiu de la variabilitat d'alguns paràmetres de reproducció en ardeids, en particular, i en aus, en general, com ara la variació intraposta de la mida del ous, la taxa de creixement, la mortalitat dels polls, etc. Alhora, es prenen sèries de dades sobre la biologia bàsica de les espècies: fenologia de la reproducció, mida de la posta, alimentació dels polls i nivells de contaminants en els ous i en teixits de polls trobats morts a les colònies. Juntament amb aquestes qüestions, s'ha desenvolupat una línia d'estudi del niuparasitisme en ardeids a partir dels casos observats. Actualment, s'estan fent estudis per determinar el cicle de producció de macroinvertebrats als arrossars del Delta i analitzar la biologia reproductiva del martinet de nit, *Nycticorax nycticorax* (Martínez *et al.*, 1992), així com del martinet menut, *I. minutus*.

Un estudi sobre els nivells de contaminació per plaguicides organoclorats en la serp d'aigua (*Natrix maura*) indica que el grau de contaminació augmenta a la primavera, coincidint amb l'augment de l'activitat tròfica, i que les femelles es descontaminen mitjançant el procés de vitel·logènesi (Santos *et al.* 1999). Aparentment, encara que falten altres tipus d'estudi sobre els efectes d'aquests compostos químics, els nivells de contaminants no afecten l'èxit reproductor d'aquesta espècie.

## ESTUDIS HERPETOLÒGICS AL DELTA DE L'EBRE

Pel que fa als estudis sobre amfibis i rèptils al Delta, s'ha de dir que, històricament, van començar més tard que els dels altres vertebrats. Els primers treballs (Gosálbez, 1977; Vives-Balmaña, 1982) presentaven les primeres dades faunístiques. Posteriorment, es van dur a terme noves prospeccions que van concloure amb l'elaboració de la publicació: *Herpetofauna del delta de l'Ebre: distribució i conservació de les espècies* (Llorente *et al.*, 1991), integrat més tard a l'*Atlas dels amfibis i rèptils de Catalunya i Andorra* (Llorente *et al.*, 1995). En el primer treball es recollia no només un inventari de les espècies presents i la seva abundància, sinó també una referència directa als elements que en determinen la distribució actual, tant de tipus històric com ecològic, sense oblidar els canvis recents causats per l'acció humana. Tanmateix, es comentaven els factors d'amenaça per a la conservació de la rica herpetofauna deltaica (deu amfibis i divuit rèptils).

D'altra banda, partint d'aquest coneixement i de manera simultània, s'ha passat a l'estudi més específic del paper que representen els rèptils en l'ecosistema deltaic.

Per això s'han escollit espècies significatives i se n'ha estudiat l'ecologia i el cicle reproductiu, que han estat objecte de tres tesis doctorals, una d'elles en curs actualment.

Les sargantanes que habiten els sorrals costaners, com el sargantaner gros (*Psammodromus algirus*) i la sargantana cua-roja (*Acanthodactylus erythrurus*), representen espècies molt allunyades de l'aigua i, per tant, aquelles que tenen un cicle biològic més independent de l'arrossar. Aquest cicle és controlat per la condició fisiològica de la femella, la temperatura i el fotoperíode. Les sargantanes representen un nus important en la xarxa tròfica pel seu caràcter entomòfag. Encara que conviuen al mateix indret (per exemple, les dunes de Riomar), totes dues espècies segueixen estratègies tròfiques molt diferents, i és la segona la més determinada pels seus condicionaments històrics. Una gran abundància de mosquits porta, paradoxalment, al fet que la dieta del sargantaner gros sigui més estenòfaga en consumir aquest recurs més abundant de manera oportunista (Carretero i Llorente, 1993). L'estudi de l'ecologia tèrmica i el nínxol temporal confirmen aquesta tendència ja que la sargantana cua-roja resulta més termòfila amb períodes d'activitat més restringits en comparació amb el sargantaner gros (Carretero i Llorente, 1995). Finalment, existeixen clares diferències entre ambdues espècies pel que fa a l'ús de l'espai, particularment segons el tipus de cobertura vegetal (Carretero i Llorente, 1997), associades a les seves característiques morfològiques (Carretero i Llorente, 1993-1994).

D'altra banda, són dues les espècies que pels seus requeriments ecològics estan força lligades al medi aquàtic i, per tant, al cicle de l'arrossar, la superfície humida més extensa al Delta: la granota verda (*Rana perezi*) i la serp d'aigua (*Natrix maura*). L'estudi realitzat amb la primera de les espècies suposa una important revisió i innovació de la metodologia aplicable als estudis d'ecologia tròfica i ha estat objecte d'una tesi doctoral (Jover, 1989). La granota verda, un amfibi força abundant a tot el Delta, té com a presa fonamental els dípters. Tant el cicle biològic de les preses mateixes, com els tractaments biosanitaris que es realitzen sobre l'arrossar produeixen importants variacions individuals en la dieta de les granotes. Aquest fet es posa de manifest quan augmenta la diversitat poblacional en les mostres dels mesos afectats.

La serp d'aigua, l'ofidi més abundant al Delta, mostra un cicle fenològic molt adaptat al cicle de l'arrossar (Santos i Llorente, en premsa). Atès que l'arrossar regula la presència de preses que consumeix la serp d'aigua, l'activitat reproductora mostra un retard d'un mes en comparació amb altres poblacions peninsulars; l'inici del període reproductor coincideix amb la inundació dels arrossars i dels canals. D'aquesta manera, el període de posta es perllonga fins ben entrat l'estiu, fet inusual en altres poblacions. Tanmateix, la seva alimentació (Santos i Llorente, 1998), que es fonamenta en anurs (granotes i capgrossos) i peixos (sobretot alevins), també està sotmesa a les variacions hídriques de l'arrossar. Els anurs es consumeixen, sobretot, quan no hi ha aigua; mentre que els peixos, freqüents en tot el sistema de canals, es consumeixen preferentment quan aquests estan inundats. Existeixen diferències

en la dieta (tipus i mida) al llarg del creixement, així com diferències segons el sexe. Per tant, els adults consumeixen més granotes i no depreden *Gambusia holbrooki*, un peix de mida petita molt abundant al delta de l'Ebre, cosa que sí que fan els juvenils. El nombre de preses dels mascles és més alt que en les femelles, encara que, en aquestes, les preses consumides són més grans. El mes d'abril es confirma com un més crític en el cicle biològic de les serps d'aigua, ja que no hi ha aigua dins l'arrossar i l'aliment és escàs. Tenir dades de la disponibilitat tròfica de l'arrossar ha permès fer un estudi comparatiu de la dieta de les serps i de les preses que es troben al medi (Santos *et al.*, 2000). Es pot constatar el consum selectiu de granotes a la primavera per les femelles (que són un suplement energètic important en el moment de l'inici de la vitel·logènesi) i dels capgrossos pels juvenils (són una presa petita i fàcil de capturar). Finalment, estudis sobre la mobilitat i l'aprofitament de l'espai d'aquestes serps, realitzats mitjançant radiotelemetria, han donat informació sobre l'activitat i l'ocupació de l'hàbitat (Santos i Llorente, 1997). A la primavera, les serps es troben principalment a l'aigua, on s'alimenten. En aquest medi, les serps es comporten com termoconformes, mentre que a terra es comporten com termoreguladors imperfectes. La temperatura corporal depèn més de la temperatura del substrat que de la temperatura de l'ambient. Aquest resultat ens permet classificar aquesta espècie com a tigmoterma.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

- CARRETERO, M. A.; LLORENTE, G. A. «Feeding of two sympatric lacertids in a sandy coastal area (Ebro Delta, Spain)», A: BÖHME, W.; PÉREZ-MELLADO, V.; VALAKOS, E.; MARAGOU, P. [ed.]. *Lacertids of the Mediterranean Region. A Biological approach*. Hellenic Zoological Society, 1993, p. 155-172.
- «Morfometria de *Psammodromus algirus* i *Acanthodactylus erythrurus* al Delta de l'Ebre». *Butll. Parc Natural Delta de l'Ebre*, 8 (1993-1994), p. 19-26.
- «Thermal and temporal patterns of two Mediterranean Lacertidae». A: LLORENTE, G. A.; MONTORI, A.; SANTOS, X.; CARRETERO, M. A. *Scientia Herpetologica*. Asociación Herpetológica Española, 1995, p. 213-223.
- «Habitat preferences of two sympatric lacertids in the Ebro Delta (NE Spain)». A: BÖHME, W.; BISCHOFF, W.; ZEIGLER, T. [ed.]. *Herpetologia Bonnensis*. SEH. Bonn, 1997, p. 51-62.
- GONZÁLEZ-MARTÍN, M.; RUIZ, X.; LLORENTE, G. A. «Breeding parameters of a recovering population of Purple Herons in the Ebro Delta, Spain». *Miscel·lània Zoològica*, 16 (1992), p. 147-160.
- GOSÁLBEZ, J. «Herpetofauna i mastofauna del delta de l'Ebre». A: *Sistemes naturals del delta de l'Ebre*. 1977, p. 303-321.
- JOVER, L. *Nuevas aportaciones a la tipificación trófica poblacional: El caso de Rana perezi en el Delta del Ebro*. 1989. [Tesi doctoral]

- LLORENTE, G. A. *Contribución al conocimiento de la biología y ecología de cuatro especies de Anátidas en el delta del Ebro*. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1984. 50 p.
- LLORENTE, G. A.; MONTORI, A.; SANTOS, X.; CARRETERO, M. A. *Atlas dels amfibis i rèptils de Catalunya i Andorra*. Figueres: El Brau, 1995. 192 p.
- LLORENTE, G. A.; RUIZ, X.; NADAL, J. «Organochlorine pollution in Mallard and Red-Crested pochard ducklings from the Ebro Delta». A: *VII ICSEM/IOC/UNEP. Workshop on Marine Pollution of the Mediterranean*. Lucerna, 1984, p. 443-450.
- LLORENTE, G. A.; FONTENET, X.; MONTORI, A.; SANTOS, X.; CARRETERO, M. A. «Herpetofauna del delta de l'Ebre: distribució i conservació de les espècies». *Butlletí del Parc Natural del Delta de l'Ebre*, 6 (1991), p. 14-21.
- LLORENTE, G. A.; FARRAN, A.; RUIZ, X.; ALBAIGÉS, J. «Accumulations and distribution of hydrocarbons PCBs and DDTs in tissues of three species of Anatide from Ebro Delta (Spain)». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* [Springer-Verlag], 16 (4) (1987), p. 563-572.
- MARTÍNEZ, C.; RUIZ, X.; JOVER, L. «Alimentación de los pollos de martinete (*Nycticorax nycticorax*) en el Delta del Ebro». *Ardeola*, 39 (1) (1992), p. 25-34.
- RUIZ, X. *Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Bubulcus ibis* en el Delta del Ebro*, 1982. [Tesi doctoral]
- «An analysis of the diet of Cattle Egrets in the Ebro Delta, Spain». *Ardea*, 73 (1985), p. 49-60.
- RUIZ, X.; LLORENTE, G. A. «Seasonal variation of PCB and DDT in Muscle of Carp (*Cyprinus carpio*) and Eel (*Anguilla anguilla*) from the Ebro Delta, Spain». *Vie et Milieu*, 41 (2/3) (1991), p. 133-140.
- RUIZ, X.; LLORENTE, G. A.; NADAL, J. «Residuos de plaguicidas organoclorados en avifauna del Delta del Ebro». *Boletín Estatal del Centro de Ecología*, 8 (16) (1979), p. 17-24.
- «Incidence des composées organochlorés sur la viabilité de l'oeuf de *Bubulcus ibis* dans le Delta de l'Ebre». *VII ICSEM/IOC/UNEP. Workshop on Pollution on the Mediterranean*. Cannes, 1982-1983, p. 807-811.
- «Distribution pattern of organochlorine compounds in five tissues of *Bubulcus ibis* nestlings (Aves, Ardeidae) from the Ebro Delta, Northeast Spain». *Vie et Milieu*, 34 (1) (1984), p. 21-26.
- SANTOS, X.; LLORENTE, G. A. «Actividad de *Natrix maura* en el delta del Ebro, analizada mediante técnicas de telemetría». *Rev. Esp. Herpetol.*, 11 (1997), p. 63-70.
- «Sexual and size-related differences in the diet of the snake *Natrix maura* from the Ebro Delta (Spain)». *Herpetological Journal*, 8, 1998, p. 161-165.
- «Seasonal variation on reproductive traits of the oviparous Water Snake *Natrix maura* in the Ebro Delta (Northeastern Spain)». *Journal of herpetology*. [En premsa]
- SANTOS, X.; GONZÁLEZ-SOLÍS, J.; LLORENTE, G. A. «Variation in the diet of the viperine snake, *Natrix maura*, in relation to prey availability». *Ecography*, 23 (2) (2000), p. 185-192.
- SANTOS, X.; PASTOR, D.; LLORENTE, G. A.; ALBAIGÉS, J. «Organochlorine levels in the viperine snake *Natrix maura* carcasses from the Ebro Delta (NE Spain): Sexual and size-related differences». *Chemosphere*, 39 (15) (1999), p. 2641-2650.
- VIVES-BALMAÑA, M. V. *Contribución al conocimiento de la herpetofauna del noroeste de la Península Ibérica*. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1982. [Tesi doctoral]



# ANÀLISI FAUNÍSTICA I ECOLÒGICA DELS HELMINTS PARASITARIS DELS PETITS MAMÍFERS DEL DELTA DE L'EBRE

Jordi Torres i Carles Feliu  
*Departament de Microbiologia i de Parasitologia  
Facultat de Farmàcia. Universitat de Barcelona*

Sens dubte, les peculiars característiques del delta de l'Ebre influeixen molt marcadament sobre la fauna que viu a la zona, ja sigui de vida lliure o paràsita. Aquesta influència esmentada es tradueix, per exemple, en la singular fauna de petits mamífers, d'hàbits terrestres o amfibis i llurs paràsits. En aquest sentit, la fauna de micromamífers del Delta, representada per només aquestes espècies: *Crocidura russula* (Hermann, 1780) (*Soricidae*); *Atelerix algirus* (Dubernoy i Lereboullet, 1842) (*Ericineidae*); *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758); *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769); *Mus musculus* (Linnaeus, 1758); *Mus spretus* (Lataste, 1883); *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758) (*Muridae*) i *Arvicola sapidus* (Miller, 1908), ha de ser considerada com a pobra, sobretot si pensem en la que hipotèticament caldria considerar en una zona mediterrània. A més, cal recordar que el ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*) i el ratolí de cua curta (*Mus spretus*) no s'endinsen a la plana deltaica i hom només els troba als marges d'aquesta.

A la vegada, cal considerar que, com a conseqüència del fet que els paràsits són uns éssers que tenen una gran capacitat d'adaptació a tot tipus de medi i de condicions, el seu estudi (sobretot des d'un punt de vista diacrònic) ens possibilitarà l'avaluació indirecta de les variacions ecològiques que, en general, regnen en una zona determinada.

Per dur a terme aquest estudi, vam capturar més de dos mil micromamífers, procedents de vint-i-un enclavaments distribuïts per tot el Delta, durant el període comprès entre 1983 i 1986. Cal esmentar que la majoria es van capturar en campanyes mensuals, realitzades des de febrer de 1985 fins a gener de 1986, als enclavaments de l'Encanyissada i la Llanada.

Els principals resultats helmintofaunístics obtinguts podrien ser desglossats de la manera següent: a) detecció de quaranta-quatre espècies vermicianes, de les quals nou eren trematodes digènids (vuit amb cicle vital aquàtic); deu cestodes; vint-i-

quatre nematodes, i una larva d'acantocèfal; *b*) primera denúncia mundial de tres digènids (*Postorchigenes gymnesicus*, *Echinostoma lindoense* i *Psilotrema spiculigerum*): el primer parasitava la *Crocidura russula*, *Ratus norvegicus* i *Arvicola sapidus*; el segon, la *Mus musculus*, i el darrer, la rata d'aigua (*Arvicola sapidus*), i *c*) contribució, de manera important, al coneixement dels espectres parasitaris de les espècies de rosegadors a la península Ibèrica.

En l'aspecte ecològic, es va analitzar la influència de certs factors inherents als hostes (sexe, edat, alimentació) i no relacionats directament amb aquests (tipus de cicle vital dels paràsits, època anual de captura, flora i fauna dels biòtops). Després d'analitzar els resultats, es va observar que els factors ecològics no inherents als hostes, juntament amb els seus hàbits alimentaris, són els que exerceixen més influència sobre llurs helmintofaunes.

Després de l'anàlisi esmentada, tot sembla indicar que els digènids amb cicle vital aquàtic i els nematodes monoxènics amb cicle vital de tipus geohelminth són els paràsits que millor s'adapten a l'entorn deltaic, tal com ho prova el fet que les quatre espècies parasitàries dominants en els micromamífers més abundants al Delta (*Crocidura russula*, *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* i *Arvicola sapidus*) fossin, respectivament, *Maritrema* sp. —58,6 %— i *P. gymnesicus* —46,1 %— (digènids de cicle vital aquàtic) i *Nippostrongylus brasiliensis* —65,1 %— i *Carolinensis minutus* —70,3 %— (nematodes de cicle vital directe de tipus geohelminth).

Les relacions que hi ha entre les comunitats parasitàries i les poblacions d'hostes en un lloc i en un període determinats depenen de molts factors. Si aquests varien produiran un canvi en els parasitismes. Entre la gran quantitat de valors implicats, potser el més important en el delta de l'Ebre sigui l'acció humana, cada cop més intensa, que està produint una gran pressió sobre l'entorn natural del Delta. Això, òbviament, afectarà, també, els paràsits dels petits mamífers, per la qual cosa la realització de nous estudis d'aquest tipus, i la seva comparació, ens podrà proporcionar dades prou significatives, avaluadores de l'impacte de l'acció humana sobre el medi extern al delta de l'Ebre.

Gener de 2001

# ESTUDI DE LES PATOLOGIES DE PEIXOS D'INTERÈS COMERCIAL CULTIVATS AL DELTA DE L'EBRE

Sílvia Crespo

*Laboratori de Biologia Animal*

*Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona*

*Centre de Referència i Desenvolupament en Aqüicultura. Generalitat de Catalunya*

Un dels principals problemes amb què s'enfronta la piscicultura intensiva en el moment actual i que pot comprometre'n el futur és el de l'aparició de noves patologies, la majoria d'etiologia multifactorial.

Una intensificació del cultiu implica un augment de la densitat de població i la utilització de dietes artificials. Una densitat alta pot produir una situació d'estrès en la població i pot provocar immunodepressió (Iwama *et al.*, 1997); per altra banda, pot comprometre la qualitat de l'aigua i desencadenar la propagació ràpida d'una infecció ja existent en el cultiu o augmentar els riscos d'infecció per patògens facultatius (*Vibrio*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, etc.; Wedemeyer, 1997). Les dietes artificials poden, així mateix, induir a patologies de tipus nutricional: aparició de fetge gras, degeneració de la musculatura, aparició de granulomes sistèmics, fusió de les lamel·les respiratòries i degeneració de les cèl·lules de clorur branquials (Ferguson, 1989). La piscicultura intensiva no integral, o sigui, la que depèn de la captació de juvenils del medi natural, ha de fer front a un problema afegit: el de l'existència de paràsits o d'infeccions cròniques, no patogèniques en el medi natural. El sistema organisme paràsit – organisme parasitat, per exemple, que ha arribat a un equilibri després de milers d'anys de selecció natural conjunta, veu el seu equilibri trencat en condicions de cultiu d'alta densitat, temperatures no òptimes o dietes inadequades.

Un dels principals problemes de la piscicultura al delta de l'Ebre és el de les malalties parasitàries. En tots els estudis histològics que s'han realitzat durant el seguiment, tant de poblacions naturals com de poblacions cultivades de la zona del Delta (1990-1995), s'ha descrit la presència de paràsits.

Així, per exemple, és freqüent trobar protozous paràsits de brànquia o pell (*Amyloodinium*; *Trichodina*, figura 1; *Cryptocaryon*), i Monogenea (*Microcotyle*, *Furnestinia*, *Diplectanum*). En els casos de parasitosi descrits al nostre laboratori en peixos del delta de l'Ebre, cultivats de manera no intensiva, l'estructura branquial no

quedava totalment alterada i la funció respiratòria i osmoreguladora de la brànquia no es veia compromesa.

En cultius intensius, però, la infestació parasitària podia ser severa. El paràsit indueix, aleshores, una resposta cel·lular proliferativa que porta a la fusió de les lamel·les adjacents, la qual cosa pot comprometre la funció respiratòria branquial. En aquest cas, la patologia va associada a mortalitats massives. L'obliteració dels espais interlamel·lars, també pot ser causada per la presència de quists de mixosporidis o de bacteris clamidials (Crespo *et al.*, 1999; figura 2). Les mortalitats massives en llisses cultivades (*Mugil cephalus*) han estat associades a una miopatia produïda per la infestació massiva de mixosporidis. És relativament freqüent l'aparició de trematodes digènidis en el tracte intestinal de totes les espècies estudiades i de nematodes (*Anguillicola*) en la bufeta natatòria i en la submucosa del tracte gastrointestinal de l'anguila.

A part de les patologies d'etiologia parasitària, també s'han descrit infeccions fúngiques, concretament per *Ichthyophonus* (figura 3), i bacterianes (*Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Vibrio*, etc.).

És també freqüent l'aparició d'uròlits en els túbuls renals (nefrocalcinosi), la qual cosa es podria traduir en un desequilibri mineral en la dieta. A vegades, apareixen les lamel·les respiratòries de la brànquia fusionades: no es pot posar en evidència cap agent etiològic capaç de desencadenar una resposta proliferativa, la qual cosa fa sospitar que és una causa nutricional (figura 4).

## LA PROBLEMÀTICA DEL CULTIU DE LA CÈRVIA: UN EXEMPLE DE PATOLOGIA MULTIFACTORIAL

*Seriola dumerili*, Risso és un caràngid que es cultiva des de 1980 a les illes Balears i a Múrcia. El cultiu al Delta es va iniciar el 1989 i es va dur a terme durant un cicle de cultiu. La cèrvia és una espècie interessant en aqüicultura, ja que presenta un índex de conversió molt elevat. Els juvenils, que són capturats cap al setembre o l'octubre (80 g), assoleixen pesos d'entre 1,5 i 2 kg després del primer any de cultiu a la gàbia. Fins al 1988 només es van detectar alguns brots esporàdics de vibriosis i *Ichthyophoniasis*.

Els problemes van aparèixer en intensificar-se'n el cultiu. Les mortalitats massives van començar el 1988, a principi de novembre, quan comença a baixar la temperatura de l'aigua; van ser màximes entre el gener i el febrer, i van anar disminuint cap al maig. La mortalitat acumulada al cap de l'any va ser del 85 %. L'observació de la brànquia i de la pseudobrànquia va mostrar una fusió lamel·lar molt pronunciada, causada per la proliferació de l'epiteli branquial (figura 5). L'estudi histològic va revelar la presència de quists basòfils (Crespo *et al.*, 1990). L'estudi realitzat al microscopi electrònic va demostrar que els organismes procariotes dins del quist

presentaven la morfologia típica del gènere *Chlamydia* i que infectaven específicament les cèl·lules de clorur branquial (Grau i Crespo, 1991).

De tota manera, la mort de les cèrvies no va ser causada només per aquesta infecció, ja que el 50 % de les mostres estudiades presentava una infestació massiva per trematodes digènids de la família *Sanguinicolidae* (Crespo *et al.*, 1992; figures 6, 7 i 8). A més a més, l'any 1990 va desencadenar-se una infecció per *Photobacterium damsela piscicida*, que va afectar principalment la classe d'edat 0. L'estudi histològic va revelar l'existència de granulomes a la melsa i al ronyó de morfologia similar als descrits en casos de pseudotuberculosi.

Així doncs, els diversos paràsits i agents infecciosos que afecten la cèrvia poden estar associats a mortalitats importants en condicions de cultiu intensiu, quan les temperatures de l'aigua no són les òptimes i, conseqüentment, els peixos estan immunodeprimits.

## AGRAÏMENTS

Vull agrair la col·laboració del Centre Tècnic de la Direcció General de Pesca Marítima del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya. Vull manifestar també el meu agraïment a la Comissió Interministerial de la Ciència i la Tecnologia pel seu ajut al projecte MAR 91-0638.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

- CRESPO, S.; GRAU, A.; PADRÓS, F. «Epitheliocystis disease in the cultured amberjack, *Seriola dumerili* Risso (Carangidae)». *Aquaculture*, 90 (1990), p. 197-207.
- «Sanguinicoliasis in the cultured amberjack *Seriola dumerili* from the Spanish Mediterranean area». *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, (1992), p. 157-159.
- CRESPO, S.; ZARCA, C.; PADRÓS, F.; MARÍN DE MATEO, M. «Epitheliocystis agents in sea bream *Sparus aurata*: morphological evidence for two distinct clamydia-like developmental cycles». *Diseases of aquatic organisms*, 37 (1999), p. 61-72.
- FERGUSON, H. W. *Systemic Pathology of Fish*. Ames: Iowa State University Press, 1989.
- GRAU, A.; CRESPO, S. «Epitheliocystis in the wild and cultured amberjack *Seriola dumerili* Risso: ultrastructural observations». *Aquaculture*, 95 (1991), p. 1-6.
- IWAMA, G. K.; PICKERING, A. D.; SUMPTER, J. P.; SCHRECK, C. B. *Fish stress and health in aquaculture*. Cambridge: University Press, 1997.
- WEDEMEYER, G. A. «Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture». A: IWAMA, G. K.; PICKERING, A. D.; SUMPTER, J. P.; SCHRECK, C. B. [ed.]. *Fish stress and health in aquaculture*. Cambridge: University Press, 1997, p. 35-71.

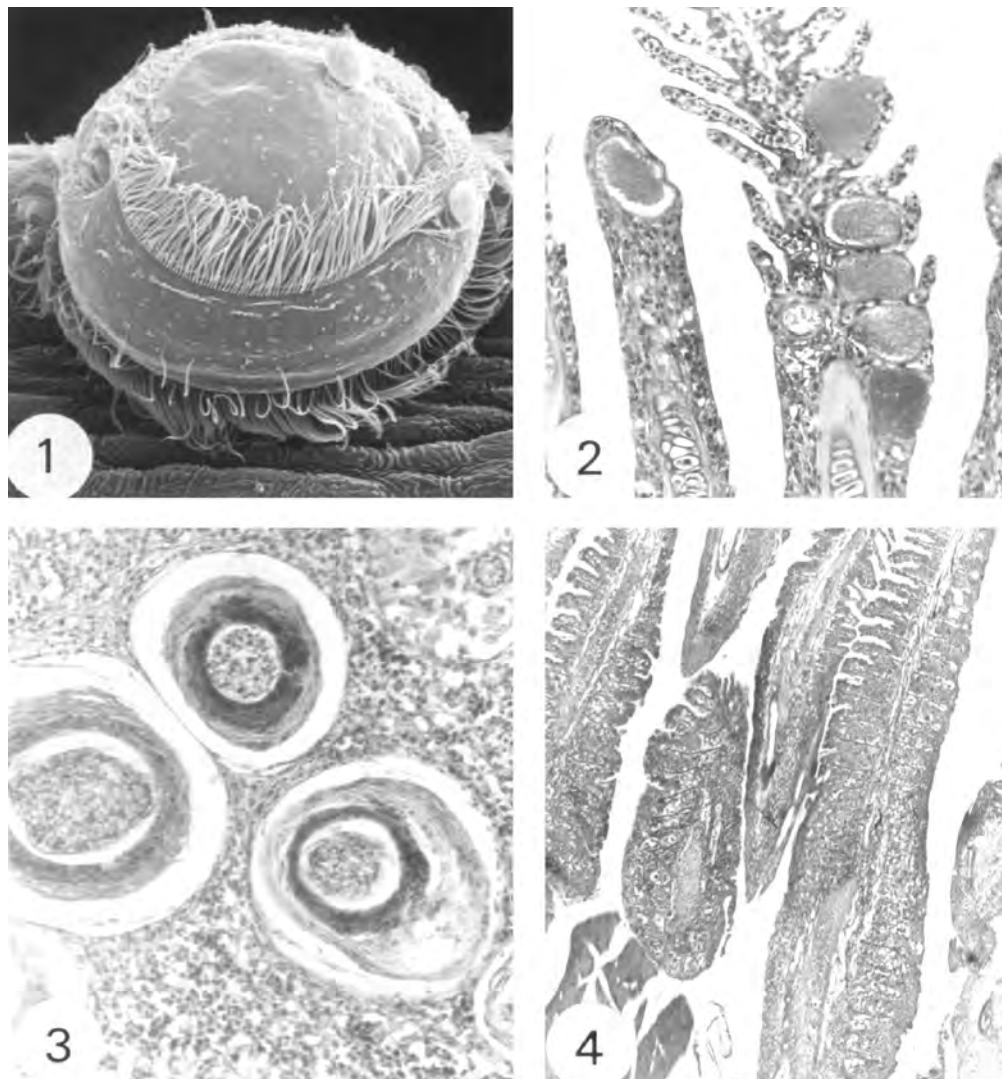


FIGURA 1. *Trichodina* sp. en el filament branquial de la cèrvia *Seriola dumerili*, Risso.

FIGURA 2. Malaltia epiteliolústica a l'orada *Sparus aurata*. S'observen quists que obliteren els espais interlamel·lars de la brànquia.

FIGURA 3. *Ichthyophoniasis* a la cèrvia *Seriola dumerili*. S'observa en la microfotografia de la melsa de la cèrvia la presència de granulomes que contenen espores fúngiques a l'interior.

FIGURA 4. Fusió lamel·lar en el llobarro *Dicentrarchus labrax*. La causa d'aquesta alteració és desconeguda; se sospita que és una etiologia nutricional.

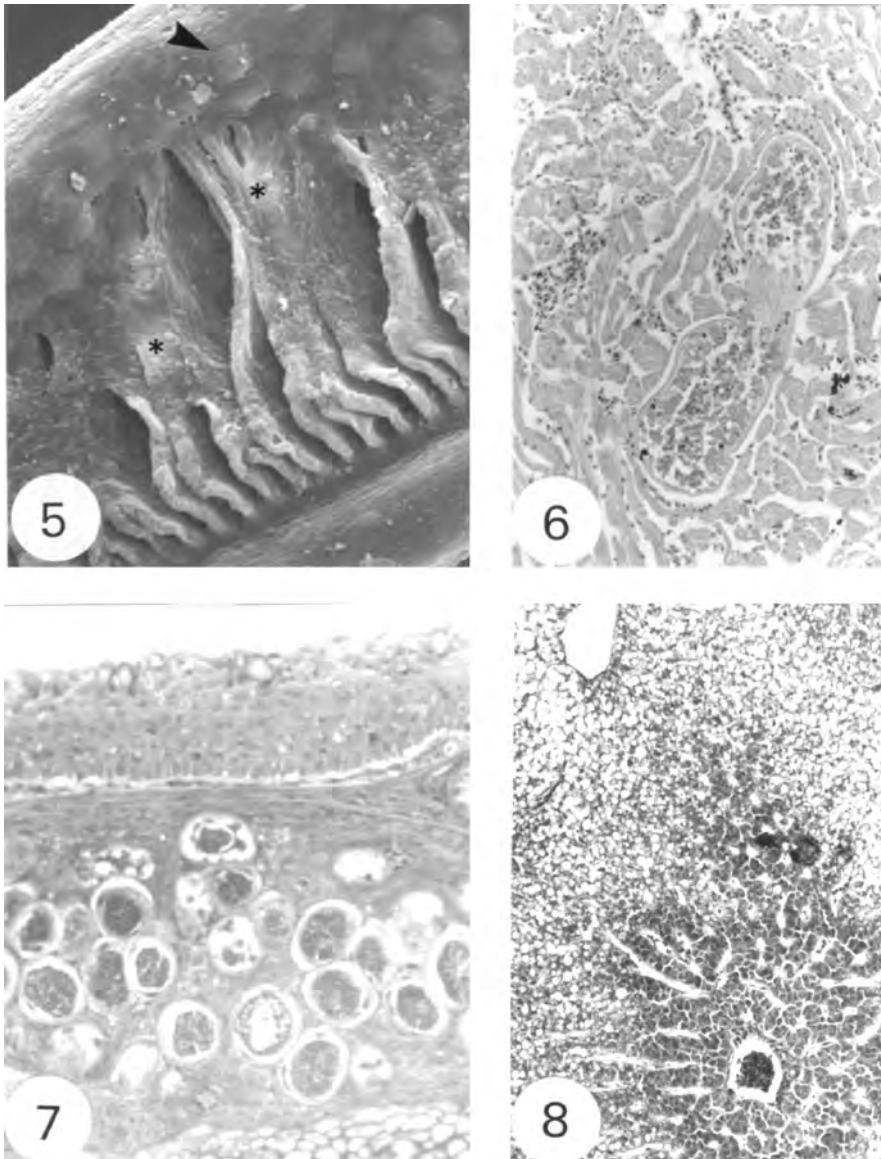


FIGURA 5. Malaltia epiteliocística de la cèrvia. S'observa fusió lamel·lar (\*) i aparició de quists (→) a la brànquia d'un peix hiperinfectat.

FIGURA 6. Sanguinicolidiasi a la cèrvia. S'observa la presència d'un trematode adult (família *Sanguinicolidae*) en el ventricle d'un peix parasitat.

FIGURA 7. Obliteració de l'artèria aferent de la brànquia de la cèrvia per ous de trematodes sanguinis en diferents estadis de desenvolupament.

FIGURA 8. Necrosi zonal hepàtica en cèrvies afectades de *Sanguinicolidiasi* i de malaltia epiteliocística. La necrosi hepàtica és el resultat de la hipòxia tissular, com a conseqüència de la disfunció branquial.





# EVOLUCIÓ RECENT DEL POBLAMENT D'OCELLS AQUÀTICS DEL DELTA DE L'EBRE COM A RESPOSTA ALS CANVIS AMBIENTALS

Albert Martínez i Vilalta  
*Parc Natural del Delta de l'Ebre*

El delta de l'Ebre és una de les darreres zones humides de gran extensió que resten a l'Europa meridional; la importància que té per a les poblacions d'ocells aquàtics del Paleàrtic occidental ha motivat interès per arribar-lo a conèixer. Com a resultat d'aquesta situació, almenys des dels anys seixanta, es disposa d'informació qualitativa i quantitativa que permet conèixer l'evolució de les diferents poblacions. Aquest seguiment regular de la variació en el temps dels efectius de les diferents espècies és una eina imprescindible per a la gestió dels recursos naturals del Delta, tant pel que fa a la conservació com pel que fa a una planificació més racional de l'explotació dels recursos (com, per exemple, la caça).

El nombre d'espècies que nidifiquen actualment de manera regular al Delta és de vuitanta-una, i vint-i-sis més ho han fet ocasionalment. Aquest alt nombre de reproduccions accidentals, juntament amb el nombre d'extincions durant aquest segle (cinc) i de noves colonitzacions (setze), mostra bé el dinamisme de poblament d'ocells de la zona. Com a característica principal, s'ha de dir que aquesta àrea té una avifauna molt dominada pels ocells aquàtics (60 % del total d'espècies presents, al costat d'un 30 % al conjunt de Catalunya). Les quaranta-nou espècies d'ocells aquàtics que nidifiquen al Delta mostren una tendència general a l'augment: de les dotze mil parelles que es reproduïen als anys seixanta, a les trenta mil que es reproduïen als anys noranta. Destaca, però, un període de crisi i fortes davallades que afecten diferents grups (ardeids, xatrac, limícoles), durant la primera meitat dels anys setanta. Aquesta tendència positiva és relativament general a l'Europa occidental i mostra els efectes de la protecció dels hàbitats clau, de la disminució o desaparició de les captures fetes per l'home (ja que la major part de les espècies actualment estan protegides) i la superació dels efectes de la intoxicació per biocides que van provocar fortes davallades en moltes de les poblacions durant els anys seixanta i setanta.

El grup més abundant és el dels ocells marins (gavians i xatrac), seguit per ànecs i fotges. La importància relativa dels diferents grups no s'ha mantingut constant en el temps i, des de 1960, s'han produït canvis importants, lligats a les modificacions del mateix Delta. En destaca la disminució progressiva del grup dels limícoles, que ha passat de suposar el 29 % dels efectius durant els anys seixanta a només el 8 % durant els anys noranta. Aquest fet es troba lligat a la progressiva disminució de la població de corriol camanegre, causada per les alteracions del seu hàbitat (platges i salobrars aclarits). Per exemple, cal considerar que, des de l'inici dels anys setanta, s'han transformat 3.500 ha d'ambients naturals. Així mateix, de les set espècies que actualment es poden considerar amenaçades d'extinció al Delta, tres pertanyen a aquest grup (garsa de mar, perdiu de mar i gamba roja). Per contra, els ocells marins han tingut una evolució oposada i han passat de suposar només el 12 % dels efectius durant els anys seixanta al 41 % dels anys noranta. Així, s'han convertit en el grup dominant i més característic de l'avifauna deltaica. La tendència favorable d'aquest grup es veu reforçada perquè no té cap espècie actualment amenaçada i perquè, des dels anys cinquanta, han colonitzat el Delta sis noves espècies (gavina vulgar, gavina capblanca, gavina corsa, gavià fosc, xatrac beclarg i xatrac bengalí). Aquest augment, probablement, reflecteix la millora de l'èxit reproductor, derivat de la protecció de les colònies de cria i, com en altres zones europees, de la recuperació dels nivells poblacionals antics, un cop passats els efectes més negatius de la intoxicació per biocides. Els ànecs i les fotges han mantingut un nombre relativament estable, encara que el total d'efectius ha augmentat considerablement, a causa de l'increment continuat de la població d'ànec collverd i de la colonització de tres noves espècies (ànec blanc, griset i xibec). Aquest augment només ha estat contrarestat, en part, per la disminució de la fotja, afectada per la desaparició de les praderies subaquàtiques de les llacunes. L'increment dels ànecs sembla que estigui lligat a l'oferta d'un medi, els arrossars, més favorable que els ambients aquàtics «naturals» durant el període de creixement dels polls, quan aquests s'alimenten de petits invertebrats. Finalment, els ardeids mostren una situació particular, amb una forta davallada durant els anys setanta, causada per la quasi desaparició de la població d'agró roig (probablement lligada a l'ús massiu de productes fitosanitaris organoclorats), i una posterior recuperació, tant per l'augment de l'agró roig com per la colonització de quatre noves espècies (martinet blanc, esplugabous, martinet ros i martinet de nit).

Gener de 1993

# RELACIONS ENTRE EXPLOTACIÓ I CONSERVACIÓ AL DELTA DE L'EBRE

Francisco A. Comín i Margarita Menéndez  
*Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona*  
*Centre de Referència i Desenvolupament en Aqüicultura. Generalitat de Catalunya*

Des de començament dels anys setanta, la polèmica entre explotació i conservació de sistemes naturals al delta de l'Ebre ha estat constant i intensa. S'ha manifestat, amb més o menys claredat, en l'àmbit científic i, d'una manera més acusada, en un context social més ampli. En aquesta polèmica, hi ha diferents protagonistes que pertanyen a tots els tipus d'agrupacions humanes, des d'entitats administratives, representants legals dels habitants, fins a persones individuals no residents a la zona. La discussió més freqüent resulta de les ocupacions i dels plans d'utilització de la superfície deltaica. Altres temes de discussió se centren en la distribució d'algun recurs natural (aigua, terra, poblacions animals). En un nombre més baix, les discussions també s'originen per aspectes qualitius (del sòl, l'aigua, productes agrícoles o pesquers). En el fons de la qüestió, existeix la preocupació de saber fins on es pot mantenir una explotació de recursos naturals i, a la vegada, conservar-los, qüestió que és comuna a tota la Terra, però que en el cas del Delta sembla que sigui possible abordar perquè, a priori, els elements implicats i les seves relacions són definibles.

La història geomorfològica del delta de l'Ebre és, a grans trets, molt semblant a la dels altres grans deltes de la Mediterrània. Es pot comparar la morfologia actual de la plataforma deltaica de l'Ebre amb les dels deltes del Nil, Roine, Danubi i Po. També es poden comparar els canvis en la morfologia de les plataformes d'aquests deltes durant els últims segles (Comín *et al.*, 1990). L'observació més general que s'extreu és que hi ha hagut un procés d'evolució geomorfològica progressiu fins a mitjan segle XX, aproximadament, i un altre de regressió a partir de la construcció d'embassaments i de la regulació de cabals als rius semblant en tots els deltes. Hi ha hagut, en aquest sentit, un canvi de la dinàmica deltaica desada la dominació de les forces fluvials fins a la dominació de les forces d'onatge i temporals marins actuals. En tots els deltes citats, la major part dels ambients interiors estan més o menys consolidats i només una estreta franja exterior amb contacte amb la mar està encara

sotmesa a una forta interacció amb factors físics (vents, corrents marins, descàrrega fluvial, etc.). Una bona part d'això es deu a la forta intervenció humana per assegurar les activitats i el benefici de l'explotació dels sistemes naturals.

Des de mitjan segle<sup>XX</sup>, les activitats humanes als deltes de la Mediterrània han estat encaminades, sobretot, a aconseguir els màxims rendiments dels recursos naturals en el mínim temps possible. Però no en conjunt, sinó centrats en tipus d'ambients concrets en els quals era bastant segur aquest benefici. Respecte al funcionament dels ecosistemes explotats, això ha significat un augment del quocient producció/biomassa, que és el contrari del que ocorre en la successió ecològica. Vol dir que durant l'última part de la història dels deltes, els humans han forçat algunes parts del territori en contra de la tendència natural a augmentar la complexitat estructural dels sistemes, o en altres termes, la biodiversitat. L'ocupació de grans superfícies per monocultius té aquestes conseqüències. I porta com a corollari que, per mantenir aquesta tendència contrària a la natural dels ecosistemes, s'ha d'invertir un munt d'energia (fertilitzants, plaguicides, treball i petroli de la maquinària), que ocasiona un excés de producció enfront de l'assimilació i acumulació al sistema. I aquest excés de producció, i de residus, s'exporta cap a altres ecosistemes veïns que s'han fet malbé (eutrofització, disminució de les pesqueries, contaminació per pesticides, rebliment, etc.). Per tant, de la mateixa manera que el benefici de l'explotació intensiva d'unes zones dels deltes repercuteix negativament en altres zones dels mateixos deltes, també els beneficis obtinguts d'aquesta explotació durant un temps repercuteixen negativament en el potencial per obtenir beneficis a més llarg termini.

Al delta de l'Ebre, la intervenció humana va començar a ser important a partir de final del segle<sup>XIX</sup>. Abans, els factors físics controlaven l'evolució deltaica i l'activitat humana era irrellevant comparada amb els canvis produïts per altres factors com les descàrregues fluvials i els corrents marins. L'agricultura començà a fer-se extensiva amb la regulació de fluxos d'aigua en canals de reg. La importància de l'agricultura i també de la pesca va anar augmentant, sobretot en extensió, i com a conseqüència d'això, es van anar reduint els sistemes naturals. I encara no ha acabat aquesta tendència d'anar ocupant part dels sistemes naturals per sistemes en explotació intensiva (Comín *et al.*, 2001). Les relacions entre components del Delta (camps agrícoles, llocs destinats a la pesca) i altres de fora del Delta es van intensificar i va augmentar la dependència de l'exterior. Des dels anys vuitanta, aproximadament des de la declaració de parc natural, un altre element s'ha afegit al conjunt de relacions. El nombre de persones residents fora del Delta que el visiten augmenta. Això significa un altre tipus de relació amb l'exterior, perquè en aquest cas la capacitat de control d'aquesta relació pot estar dins del Delta. Vol dir que si es té cura de definir les activitats i la intensitat, aquesta pressió dels visitants, que s'exerceix sobretot en aspectes recreatius i educatius, pot regular-se de manera que els beneficis perduren molt de temps.

L'explotació al delta de l'Ebre és tan intensa que no hi ha espais reservats d'ús múltiple que es puguin destinar a diferents activitats, segons els condicionaments de l'època. Així, qualsevol planificació de l'ús de l'espai vol dir una reconversió a partir d'un ús ja efectiu. La regulació de fluxos és tan intensa que la taxa de pèrdua de sistemes naturals és superior a la de nova creació. I les activitats de conservació i de restauració d'espais són testimonials, incipients, o no tenen experiència suficient, o es limiten a zones ja legalment protegides, encara que en aquesta regulació també es mantingui una pèrdua d'espais naturals (Comín *et al.*, 2001).

Fins ara, els recursos naturals del delta de l'Ebre han estat explotats seguint el model de màxim rendiment en el mínim temps possible. Es tracta d'un model d'explotació ràpida de recursos abundosos, característic de poblacions biològiques oportunistes. Aquest model provoca desequilibris profunds en les relacions entre sistemes —recursos— naturals i poblacions humanes, perquè existeix una forta dependència de factors externs que controlen el funcionament de tot el sistema. Es suggereix que, per tal d'augmentar el control sobre l'ús de l'espai, s'incrementi l'àrea del delta de l'Ebre destinada a sistemes naturals i es defineixin àrees d'ús variable en el futur.

A la pràctica, cap suggeriment de millora ambiental no pot ser efectiu si no hi ha un sistema administratiu eficaç que defineixi accions orientades al conjunt del territori i al manteniment dels recursos a llarg termini. I l'estructura actual és molt defectuosa, a causa de diversos factors, entre els quals destaca el fet que l'òrgan de govern de la zona protegida al Delta és una entitat amb representació de multitud de grups d'interessos. En canvi, no hi ha un nivell tècnic independent que faci propostes a aquest altre ens administratiu i que faci informes sobre les capacitats d'acollida d'activitats als terrenys del Parc i al Delta en general i orienti sobre les activitats futures, perquè l'entitat administrativa prengui decisions sobre una bona base tècnica.

Gener de 2001

## BIBLIOGRAFIA

- COMÍN, F. A.; FORES, E.; MENÉNDEZ, M.; ASTORGA, V. «Approach to the characteristics of Mediterranean deltaic ecosystems at different scales». ENEL/SIBM. *The ecology of the Po River Delta*, 1 (1990), p. 1-48.
- COMÍN, F. A.; ROMERO, J. A.; HERNÁNDEZ, O.; MENÉNDEZ, M. «Restoration of wetlands from abandoned rice fields for nutrient removal, and biological community and landscape diversity». *Restoration Ecology*, 9 (2) (2001), p. 201-208.



# ELS ASPECTES DEL POBLAMENT EN EL DELTA DE L'EBRE

Manuel Ribas i Piera

*President de la Secció de Ciències i Tecnologia. Institut d'Estudis Catalans*

Molt em plau, com a arquitecte i com a urbanista, que la nostra veu hagi estat reclamada per fer-se sentir en aquesta reunió de científics, que pretén estudiar multidisciplinàriament aquest important racó de Catalunya, singular per tants motius i, en això, les meves disciplines poden aportar-hi quelcom. Potser és molt diferent d'allò que esteu acostumats a sentir, però necessari de totes maneres.

El delta de l'Ebre, pel que fa al poblament, ha estat sempre un terreny residual, fins i tot m'atreuria a dir «marginal», si seguim els historiadors que en parlen com a refugi de moriscos des del segle XVI. Ben cert que les seves condicions de salubritat havien de pesar molt en el poblament que, de manera agregada i en forma de pobles estables, no va començar fins al principi del segle XIX. I encara més, la construcció de les esglésies parroquials de la Cava i de Jesús i Maria, que és sempre un senyal d'estabilització, no es produeix fins al final de la Guerra Civil espanyola de 1936-1939.

Cenyint-me al Delta pròpiament dit (és a dir, excloent la línia de pobles que s'ho miren des de dalt de la costa ja al segle I), el poblament se centra, al marge esquerre, en els nuclis de la Cava (sis mil habitants) i de Jesús i Maria (quatre mil habitants), avui units administrativament en el nou municipi de Deltebre (1977), que fa esforços per unir-los físicament al llarg de la carretera que els enllaça. Al marge dret, Sant Jaume d'Enveja (cinc mil habitants), segregat de Tortosa el 1978, i el seu agregat, els Muntells (cinc-cents habitants), amb el Poble Nou, construït pel desaparegut Institut Nacional de Colonització, són els focus dels assentaments, si hom no compta els cinquanta habitants de Balada.

Pel que fa a les característiques d'aquest poblament, jo les qualifico decididament de «colonials». Fora del carrer major (a la Cava i a Sant Jaume) i d'alguns curts ramals que en surten, la resta és un escampall de cases unifamiliars amb baixos per als serveis i pisos residència, generalment amb escala exterior, que constitueixen l'habi-

tatge familiar tipus. El conjunt és sempre de gran qualitat, si no fos per les humitats per capillaritat que, invariablement, afecten la planta baixa.

He parlat d'un «model» colonial de poblament, perquè:

- a) és l'estatge de veritables colonitzadors d'una terra difícil, i
- b) els models colonials que jo conec, als estats de Maryland i Virgínia del Nord, als Estats Units, són d'una semblança remarcable pel que fa a l'estructura urbana.

Cada casa s'aixeca sobre una parcel·la generalment de forma rectangular, allargada i amb els costats més grans perpendiculars al riu, que acull l'hort familiar. Els equipaments, inclosos els comercials, es troben als carrers d'edificació convencional continuus o a les cantonades de camins, com a les vendes eivissenques o a les *corner shop* britàniques i nord-americanes.

En els darrers vint-i-cinc anys, han aparegut, amb ben poca fortuna, els assentaments turístics, com Riumar (a la costa nord) o els Eucaliptus (a la costa sud). A més de l'impacte nociu que originen, no sembla que les condicions «d'aquesta terra difícil» siguin adequades per a la implantació turística. El Delta és certament un paisatge de grandíssim interès, però jo crec que hauria de ser un paisatge per descobrir i contemplar tot fent via, més que no pas fent-hi estada.

Finalment, vull ressaltar la importància de la declaració de parc natural sobre una bona part del Delta. Això em portaria a encetar el tema de la conservació. Em semblaria, però, superficial i superflu fer-ho, si abans hom no resol la veritable amenaça, per damunt de la conservació de la fauna, de la flora i del paisatge: la conservació del territori.

Com han demostrat repetides vegades el doctor Oriol Riba i d'altres, si no s'empra una acció de conjunt i de gran volada, que amb imaginació retorni al Delta l'aportació secular retinguda pels embassaments, totes les altres conservacions esdevindran, a la llarga, inútils.

Gener de 2001



# L'ORDENACIÓ DEL TERRITORI EN EL DELTA DE L'EBRE

Lluís Casassas i Simó (†)

*President de la Societat Catalana de Geografia. Institut d'Estudis Catalans*

D'antuvi, convé assenyalar que no es pot fer cap estudi si s'aïlla l'espai que es tracta del context. Principalment quan, com en el cas del delta de l'Ebre, allò que hi passa ha de tenir repercussions directes a la resta de Catalunya i, fins i tot, més enllà dels seus límits administratius.

Molt sovint, els estudis que es fan relatius al Delta consisteixen a:

- aprofundir el coneixement científic i tècnic i
- gestionar el Delta per permetre la preservació del medi i el seu desenvolupament socioeconòmic.

I, molt sovint, també, en els estudis sobre el Delta no es parla de les influències mútues amb altres àrees, veïnes o no veïnes, amb les quals existeixen relacions. No es pot oblidar que el món de la natura, com el món de la vida humana, està format per feixos de relacions.

En els estudis que es podrien dir «clàssics» manca, així mateix, una anàlisi dels fets que condicionen la situació actual. Hom assenyala l'augment de la superfície urbanitzada, les modificacions de les modalitats i dels tipus de conreus, i es parla de les conseqüències del revestiment dels canals. Però, en canvi, no es diu ni per què passa tot això, ni qui ho fa, ni qui ho ha decidit, ni a qui s'ha escoltat —si s'ha preguntat— abans de fer-ho, etc. S'ha de pensar que no hi ha lleis —ni naturals ni humanes— que imposin determinades conductes i actuacions.

Si, encertadament, s'assegura que el Delta actual no és únicament obra de la dinàmica del medi físic —riu i mar, principalment— sinó també de l'activitat de l'home, molt poques vegades no s'aprofundeix en aquesta línia fins que no s'arriba a les darreres conseqüències. No es vol veure que el Delta actual és com és a causa de l'activitat de l'home, que n'ha canviat i n'ha alterat el medi físic.

Caldria pensar, a la vista d'informes nous, en les conseqüències previsible del mot *encara* inclòs en les afirmacions següents: la implantació de la indústria del Delta

és *encara* mínima i l'oferta turística compta «encara» amb una infraestructura precària.

Aquests *encara* fan pensar en una acceptació fatalista d'un empitjorament de les condicions.

Ara es busquen motius per explicar la solució prevista i s'intenta justificar l'acceptació fatalista de la situació actual, amb la incorporació d'Espanya a la Unió Europea. Així, s'oblida que la defensa del Delta també hauria de preocupar sense l'esmentada incorporació. No és aquesta la que ha fet més urgent la intervenció, sinó la greu situació de l'àrea a què s'ha arribat.

També caldria insistir més en la manca de coordinació entre els treballs realitzats, que és un dels fets on es troba la causa de la inoperància d'algunes mesures preses.

El Delta, com un medi especialment fràgil, es modifica:

- «per la disminució del cabal del riu», causat pels plans d'irrigació, els desviaments...

- «per la retenció pràcticament total de les aportacions sòlides», retingudes a les rescloses construïdes aigües amunt per tota la conca,

- «per la contaminació de les aigües que entren al Delta», procedents d'aplicacions industrials i agràries, i l'ús encara massa viu de l'aforisme «el riu s'ho emporta tot», i

- «per les centrals nuclears».

Aquests són els factors decisius: tot allò que s'emprengui sense resoldre'ls representarà una pèrdua de temps, de diners, d'esforços i d'il·lusions.

La política de posar un pedaç ací i un altre pedaç allà, per molta habilitat que tingui la mestressa sargidora, és una política que no té futur i no pot portar solucions definitives.

Caldria evitar «un increment no controlat de l'explotació turística». Potser la millor manera de fer-ho seria mantenint les infraestructures turístiques fora de l'àrea estricta del Delta. (Vegeu, pel que fa a aquest apartat, el darrer punt d'aquest comentari, en el qual s'esbossa una possibilitat d'ordenament territorial global.)

Finalment, caldria tenir en compte alguns aspectes «territorials» que convindria estudiar i que són oblidats gairebé sempre:

a) Ja s'ha parlat de la necessitat de tenir en compte les influències que tenen obres i mesures preses aigües de l'Ebre amunt, obres que generalment no es tracten amb l'extensió deguda.

b) No es pot confiar en actuacions «sectorials», que poden impedir la visió general dels problemes. El Delta, com la mateixa vida, és una unitat i requereix una estimació única.

c) Quan es tracta de l'ordenament d'un territori, no es pot pensar d'imposar solucions «perfectes», encara que hagin estat elaborades per especialistes de reco-

neguda sapiència i aprovades per autoritats i institucions de reconeguda dedicació i legitimitat democràtica, però allunyades de la crua realitat del Delta.

En una època en la qual la reivindicació més sentida entre les poblacions és la de l'increment de la participació directa dels ciutadans, no es pot elaborar un programa qualsevol sense l'esmentada participació directa, activa i decisòria. Però aquesta, per ser eficaç, no pot emanar d'una minifundització dels àmbits territorials actuals, dels municipis o, fins i tot, de les comarques. S'ha d'intentar trobar l'entitat territorial i administrativa que englobi tots els municipis afectats directament, amb poder decisor i capacitat de gestió. Cal instituir un únic ens territorial de poder local, els límits del qual (àmbit competencial i abast demogràfic) cal discutir entre els afectats, i que, a l'eficàcia de la gestió i al coneixement dels problemes, s'hi pugui unir el respecte als valors polítics dels municipis i dels seus habitants, que són, o han de ser, els principals protagonistes.

Gener de 1993



## ADDENDA



# CENTRE D'AQUÍCULTURA DE L'IRTA

Dolors Furones  
*Centre d'Aqüicultura*  
*Centre de Referència i Desenvolupament en Aqüicultura*  
*Generalitat de Catalunya*

## EL CENTRE D'AQUÍCULTURA DE L'IRTA: ANTECEDENTS I SITUACIÓ EN EL CONTEXT DE R+D DE L'IRTA

L'any 1991, la Direcció General de Pesca del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP) de la Generalitat de Catalunya va promoure la construcció del Centre d'Aqüicultura amb l'objectiu de dotar el sector i l'administració amb una estructura tècnica de suport i gestió. Es van fer unes edificacions i es van iniciar unes activitats tècniques i administratives. Les instal·lacions experimentals no van arribar a posar-se en funcionament.

L'any 1998, per impuls del, en aquell moment, director general de Pesca Marítima, el senyor Josep Miralpeix, s'inicia un ambiciós pla d'acabament i posada en marxa de les instal·lacions i, al mateix temps, es planteja la transferència a l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) del centre com a via per aclarir-ne les funcions i per intentar superar les dificultats i limitacions existents.

Així, pel decret 48/1999, de 23 de febrer, s'adscriu a l'IRTA el Centre d'Aqüicultura, fins a aquell moment integrat, com ja s'ha dit, a la Direcció General de Pesca i Afers Marítims del DARP. Amb aquesta decisió, el Govern de la Generalitat va determinar la transformació d'un centre amb funcions tècniques i d'administració en un centre de R+D+T, amb funcionalitats noves i més clares, dins el context de l'IRTA.

En integrar-se dins l'IRTA, el Centre d'Aqüicultura va assumir la seva missió i les funcions. L'IRTA és una empresa pública de la Generalitat de Catalunya, creada per la Llei 23/1985, de 28 de novembre, del Parlament de Catalunya i que centra l'activitat en la investigació científica i la transferència tecnològica en els àmbits agrari, alimentari i aqüícola.

La missió de l'IRTA, que és ara lògicament també la del Centre d'Aqüicultura, és la de contribuir a la modernització, competitivitat i desenvolupament sostenible dels sectors esmentats i, en general, a la millora del benestar de la població.

Els objectius generals de l'Institut són:

a) Impulsar la investigació i la innovació tecnològiques en els àmbits agroalimentari i aqüícola, enfocar les seves actuacions a les necessitats dels sectors i seguir les orientacions generals de les polítiques públiques.

b) Transferir la tecnologia i els avenços tecnològics propis.

c) Cooperar i col·laborar amb el sector públic com a element de suport i ajuda a la coordinació i vertebració de l'esforç públic en R+D+T agroalimentari i aqüícola.

L'IRTA està constituït per una xarxa de centres d'investigació i d'estacions experimentals distribuïts en el territori.

## FUNCIONS

Les funcions que l'IRTA executa en matèria d'aqüicultura són les següents:

1. Desenvolupar programes d'investigació en relació amb el sector aqüícola i d'adaptació de tecnologia a les necessitats concretes.

2. Transferir al sector els avenços científics.

3. Oferir serveis dins l'àmbit de la investigació, mitjançant programes d'investigació concertada.

4. Assessorar les empreses del sector, els serveis tècnics de la Generalitat, altres entitats i organismes i donar-los suport tècnic.

5. Organitzar i oferir altres serveis de suport tecnològic al sector.

6. Organitzar programes de formació científica i tècnica en els àmbits de la seva actuació.

7. Qualsevol altra que li sigui encomanada per llei.

El Centre d'Aqüicultura forma part de la xarxa dels dotze equips de recerca que integren el Centre de Referència i Desenvolupament en Aqüicultura de la Generalitat de Catalunya (CRAC) (DOGC 3025, de 29/11/99).

Els objectius de recerca s'emmarquen en tres línies prioritàries:

- Noves espècies i desenvolupament de noves tecnologies.
- Millora i optimització de les tecnologies de cultius actuals.
- Qualitat dels productes d'aqüicultura.

Aquestes prioritats es concreten en catorze projectes de recerca, dels quals la majoria ja es troben avançats.

Les principals institucions de recerca catalanes es troben representades al CRAC. Aquestes són:



- Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)
- Universitat de Barcelona (UB)
- Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
- Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC)
- Centre d'Aquicultura (CA-IRTA).

El CA-IRTA participa en un nombre important dels projectes, a més de donar suport als requeriments que tenen els grups en qüestió d'estabulació d'animals i d'execució de protocols de recerca.

## DESCRIPCIÓ DEL CENTRE: MITJANS FÍSICS

El CA-IRTA es troba al terme de Sant Carles de la Ràpita, dins una finca de 55.000 m<sup>2</sup>. L'edifici central i els laboratoris ocupen una superfície de 1.500 m<sup>2</sup>.

El centre té unes instal·lacions per a l'estabulació, reproducció i recerca amb animals aquàtics, distribuïdes en dues estructures.

### ZONA INTERIOR

Vivàrium: (nau industrial coberta, construïda amb plaques de formigó, de 1.225 m<sup>2</sup>)

- Sala de reproductors
- Sala d'incubació
- Sala de larves
- Sala de deslletament/*nursery*
- Sala de fitoplàncton
- Sala de zooplàncton
- Sala de mol·luscs
- Sala de patologia
- Sala d'experiències.

### ZONA EXTERIOR

Hivernacles (1.400 m<sup>2</sup>):

- Nou tancs de fibra de vidre de 14 m<sup>3</sup>/u
- Quatre *raceways* de formigó de 50 m<sup>3</sup>/u
- Un hivernacle de 672 m<sup>2</sup>, totalment cobert amb plaques de PVC bioorientat
- Un hivernacle de 672 m<sup>2</sup>, totalment cobert amb malla d'ombra.

### *Serveis de la zona exterior de cultiu*

Tots els tancs d'aquesta zona disposen de subministrament sempre en circuit obert d'aigua dolça, aigua de mar filtrada a 50 µm, aigua de pou salada, aireig, oxigen... (Temperatura de l'aigua i temperatura ambient no regulables.)

### *Serveis de la zona interior de cultiu*

Tots els tancs de cultiu disposen d'aigua dolça, aigua de mar i aigua de pou filtrada, si es desitja fins a 1 µm, esterilitzada amb u. v., i termoregulada amb intercanviadors de calor, així com aireig, oxigen i climatització independent a cada sala. Aquí hi ha la possibilitat de treballar en circuit obert, semiobert o tancat.

### *Polígon de gàbies surants*

El CA-IRTA té un polígon de gàbies marines surants, situades a una milla aproximadament del port pesquer de les Cases d'Alcanar. El Centre també disposa, de moment, de sis laboratoris dotats, per ara, amb l'equipament bàsic estàndard de laboratoris, segons els requeriments.

## ACTIVITAT INVESTIGADORA

El Centre s'organitza en dues unitats d'investigació:

- Unitat del Seguiment del Medi
- Unitat de Cultius Experimentals.

### UNITAT DEL SEGUIMENT DEL MEDI

La Unitat s'ocupa de realitzar el programa de seguiment de la qualitat de les aigües i de control dels mol·luscs bivalves i altres invertebrats marins del litoral de Catalunya, el qual es porta a terme pel CA-IRTA, que assumeix aquesta funció com una acció de servei públic per encàrrec del Govern de la Generalitat de Catalunya, a fi de donar compliment a la normativa vigent en aquest àmbit (RD 345/1993 i RD 571/1999).

El programa de seguiment inclou actuacions rutinàries, amb freqüències i llocs del litoral català prefixats, per tot un conjunt de paràmetres biòtics i abiòtics que s'han de controlar per garantir la seguretat del consumidor.

Quan es produeix un trencament de tendència d'algun paràmetre que surt de la normalitat, es procedeix a efectuar actuacions específiques o d'urgència (per exemple anòxies, elevades concentracions d'indicadors de contaminació fecal d'origen humà, elevades concentracions de fitoplàncton tòxic, etc.). Aquestes actuacions es porten a terme d'acord amb protocols d'actuació prefixats, per tal de garantir la màxima eficàcia i rapidesa.

Paral·lelament al programa de seguiment, es porta a terme un projecte de recerca sobre l'ecofisiologia d'una dinoflagel·lada tòxica per a la fauna marina (*Gyrodinium corsicum*), que ha produït baixes importants a la fauna aquàtica (peixos i bivalves) de la badia dels Alfacs (Montsià), durant els darrers sis anys, i que es troba localitzada, de moment, només en aquest indret.

#### UNITAT DE CULTIUS EXPERIMENTALS

Aquesta unitat s'ocupa principalment del cultiu de peixos marins. Abasta tots els aspectes de reproducció, cria larvària, preengreix i engreix, per així obtenir tècniques transferibles al sector cada dia més gran de l'aqüicultura mediterrània.

Les activitats de recerca de la unitat estan integrades en projectes concrets del CRAC.

La seva activitat està subdividida en dues línies:

##### *Línia de reproducció de peixos marins*

El grup investiga diversos aspectes de nutrició i biologia de la reproducció d'espècies de peixos d'interès en aquicultura, com l'orada, el déntol i l'anguila. L'objectiu del grup, a mig i llarg termini, és la investigació en profunditat dels mecanismes mol·leculars i cel·lulars implicats en la reproducció de peixos marins d'interès en aquicultura. Amb això es pretén contribuir al desenvolupament de noves aplicacions biotecnològiques en el camp de la criopreservació de gàmetes i del control de la reproducció i la diferenciació sexual en peixos que puguin millorar el cultiu de les espècies actuals o fer possible el cultiu comercial d'altres espècies potencials per a l'aqüicultura marina (per exemple, el déntol i el llenguado).

##### *Línia de cultiu larvari de peixos marins*

El grup investiga diversos aspectes del cultiu larvari d'espècies de peixos d'interès en aquicultura, principalment l'orada i el déntol: les espècies que tenen un interès més gran en el nostre territori. L'objectiu del grup és la consecució de tècni-

ques que permetin millorar els resultats de producció de juvenils de les dues espècies esmentades, i aprofundir en els aspectes de deslletament avançat de l'orada, mitjançant l'ús de microdietes d'elaboració pròpia o de subministrament comercial, i l'estudi de la ruta alimentària adequada per a la cria del déntol per tal d'establir una tècnica de cria larvària que sigui transferible al sector, atès que el déntol encara no es cultiva comercialment.

Gener de 2001



