

SOS, SOS

Al límit de l'extinció: *Margaritifera auricularia* (Bivalvia: Unionoïda)

Cristian R. Altaba*

Rebut: 04.02.97
Acceptat: 12.05.97

Resum

Una de les nàiades (bivalves unionoides) més amenaçades de tot el món és *Margaritifera (Pseudunio) auricularia* (Spengler, 1793), originalment distribuïda als grans rius d'Europa occidental i del Magrib, però avui confinada al curs inferior de l'Ebre. Un mostreig intensiu al llarg de 47 km, motivat per les obres de recuperació de la navegabilitat, ha permès d'avaluar l'estat d'aquesta població. S'han localitzat individus d'entre menys de 2 i més de 15 cm de longitud; l'edat d'aquests darrers és d'uns 100 anys. Es calcula que hi ha 27.000 ± 4.000 individus. La seva distribució espacial és molt irregular, amb més de la meitat confinats en només el 2 % de la superfície de la llera, i un terç de la zona d'estudi pràcticament desocupada a causa de la pol·lució. És possible salvar aquesta població amb una protecció efectiva que abasti el riu mateix. Sense aquesta espècie, l'ecosistema fluvial estaria mancat d'una espècie emblemàtica, i restaria empobrit en termes de biodiversitat, complexitat estructural i riquesa d'interaccions.

MOTS CLAU: conservació, nàiades, *Margaritifera auricularia*, Països Catalans, riu Ebre, distribució espacial, demografia, extinció.

* Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (C.S.I.C.-U.I.B.).
Ctra. de Valldemossa, km 7,5. E-07017 Palma de Mallorca.

Abstract

At extinction's edge: *Margaritifera auricularia* (Bivalvia: Unionoïda)

One of the most endangered naiads (unionoid bivalves) in the world is *Margaritifera (Pseudunio) auricularia* (Spengler, 1793), originally distributed in large rivers of Western Europe and the Maghrib, but now confined to the lower reaches of the Ebro. An intensive sampling along 47 km, triggered by public works aimed at recovering riverine navigation, has allowed an evaluation of the status of this population. Individuals between less than 2 and more than 15 cm long have been located, the latter having an age around 100 years. Their total number is estimated at $27,000 \pm 4,000$. The spatial distribution is very irregular, with over one half of them confined to just 2 % of the river bottom, and a third of the study area virtually unoccupied due to pollution. It is possible to save this population with an effective protection embracing the river itself. Without this species, the riverine ecosystem would lack an emblematic species, and would remain impoverished in terms of biodiversity, structural complexity, and interaction richness.

KEYWORDS: conservation, naiads, *Margaritifera auricularia*, Catalan Countries, Ebro river, spatial distribution, demography, extinction.

Resumen

Al límite de la extinción: *Margaritifera auricularia* (Bivalvia: Unionoïda)

Una de las náyades (bivalvos unionoides) más amenazadas de la fauna mundial es *Margaritifera (Pseudunio) auricularia* (Spengler, 1793), originariamente distribuida por los grandes ríos del occidente de Europa y el Magreb y hoy confinada al curso inferior del río Ebro. Un muestreo intensivo a lo largo de 47 km, motivado por las obras de recuperación de la navegabilidad, ha permitido evaluar el estado actual de dicha población. Se han localizado individuos de tamaño comprendido entre menos de 2 y más de 15 cm de longitud, la edad de estos últimos es de unos 100 años de edad. Se calcula que hay 27.000 ± 4.000 individuos. La distribución espacial es muy irregular, con más de la mitad de la población confinada en tan solo el 2 % de la superficie del lecho, y un tercio de la zona prácticamente desocupada a causa de la contaminación. Es posible conservar esta población mediante una protección efectiva que incluya el propio río. Sin esta especie, al ecosistema fluvial le faltaría una especie emblemática, y quedaría empobrecido en términos de biodiversidad, complejidad estructural y riqueza de interacciones.

PALABRAS CLAVE: conservación, náyades, *Margaritifera auricularia*, Països Catalans, río Ebro, distribució espacial, demografia, extinció.

El destí del pingüí...

Les nàiades (bivalves unionoides) demostren la riquesa i fragilitat de la fauna de les aigües dolces. Encara que la taxonomia de les nàiades a nivell mundial és poc clara, el grup consta d'unes mil espècies recents (Haas, 1969). A Europa i Amèrica del Nord, on són més ben conegudes, se sap que devers la meitat de les espècies i subespècies estan amenaçades o ja extingides (Bogan, 1993). El cas de la família dels margaritifèrids és il·lustrador, perquè totes deu espècies conegudes es troben en perill (Bauer,

1988; Young & Williams, 1983b; Ziuganov *et al.*, 1994; Beasley & Roberts, 1996). La situació als Països Catalans no és cap excepció: totes les nàiades han reduït els seus efectius de manera dràstica, desapareixent de la gran majoria de localitats on s'havien esmentat (Altaba, 1992a, 1992b). L'únic margaritifèrid de la fauna catalana, *Margaritifera (Pseudunio) auricularia* (Spengler, 1793), és una de les nàiades més amenaçades en tot el món.

Aquesta espècie havia estat comuna a pràcticament tots els grans rius de l'Europa occidental i del Magrib (Haas, 1929; Preece *et al.*, 1983; Wells, Pyle & Collins, 1983; Altaba, 1990, 1991, 1992a). Ja al canvi de segle, però, era prou clar que havia desaparegut quasi arreu, i que seguiria la trista sort del famós pingüí del Nord (Haas, 1916, 1917). Quan es va incloure en el Llibre Vermell de la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (Wells *et al.*, 1983), *Margaritifera auricularia* ja reunia tots els requisits per a ser considerada extingida. En efecte, no n'hi havia cap registre des de feia més de seixanta anys, i això per a un animal que pot atènyer quasi un pam de longitud, que viu a Europa, i que ha estat cercat amb passió per molts malacòlegs i col·leccionistes. A més, els rius on vivia han sofert transformacions profundes, de manera que ara contenen comunitats que tenen poc a veure amb les que hi havia en temps preindustrials (e.g., Streit, 1992).

El 1985 es va localitzar una població d'aquesta espècie als canals de reg del delta de l'Ebre. Malauradament, això s'esdevenia just quan s'estaven recobrint de formigó, cosa que implicà l'extermini de totes les nàiades que hi vivien. Una recerca breu però intensiva al riu mateix va permetre de localitzar, en una platja de la vora, unes poques conquilles en molt bon estat. Estava clar que havia existit una població gran i viable fins

feia pocs dies, però la supervivència d'aquest mol·lusc restava en entredit (Altaba, 1990, 1993a).

L'Ebre: d'oblidat a cobejat

El curs inferior de l'Ebre travessa una regió poc desenvolupada i minsament poblada. Aquest riu drena una gran conca, de la qual rep residus urbans, agrícoles i industrials (Pérez Cueva, 1992). Els grans embassaments de Mequinensa i Riba-roja, que marquen el límit entre els trams mitjà i baix del riu, permeten una recuperació notable. Més avall, l'aigua té una qualitat molt acceptable, gràcies a un cabal suficient i a l'escassa contaminació que presenta en comparació amb altres rius propers (Muñoz & Prat, 1994). Dues centrals nuclears, una factoria de productes corrosius, diversos abocadors incontrolats i poblacions sense depuradores constitueixen un perill que afortunadament es va conjurant (bé que de manera parcial) amb mesures de sanejament adequades. El substrat és en bona part natural, subjecte a la dinàmica del riu mateix. Els hàbitats litorals, que sovint han estat destruïts per guanyar terrenys de conreu, encara es conserven en diferents indrets i a les nombroses illes que hi ha al mig del riu.

Malgrat la importància ecològica del curs inferior de l'Ebre, aquest gran riu no ha rebut l'atenció científica que mereix. La informació disponible sobre el riu abans d'entrar al seu delta és escassa: hom hi ha estudiat les nàiades (Haas, 1916, 1917, 1924a, 1924b; Altaba, 1990, 1992a), els peixos (Sostoa & Lobón-Cervià, 1989) i elements del bentos i el fitoplàncton (Muñoz, 1990; Ibáñez *et al.*, 1991; Muñoz & Prat, 1994). Aquests estudis indiquen que les comunitats aquàtiques inclouen moltes espècies indicadores d'aigües netes. També

és important que el bentos de la llera no ha estat enraït per espècies exòtiques, que ja han causat desastres ecològics i econòmics en molts sistemes fluvials, i que desafien les mesures de control (Coblentz, 1990; Rue-sink *et al.*, 1995).

L'aïllament de les terres de l'Ebre ha permès la conservació del riu fins ara, però tot està canviant. La recuperació de la navegabilitat del tram inferior de l'Ebre és una obra pública de dimensions considerables, destinada a potenciar el desenvolupament econòmic de les comarques del Baix Ebre, el Montsià, la Ribera d'Ebre i la Terra Alta (Reventós i Rovira, 1993). Aquesta obra, a causa de la seva localització i característiques, podria representar un perill potencial per al patrimoni natural, i podria afectar negativament algunes espècies protegides (Lorán Benavent, 1993). Amb aquest motiu enguany s'ha realitzat (1996) un estudi intensiu sobre les nàiades de l'Ebre, al llarg d'un tram de 47 km, comprès entre Tortosa i Móra d'Ebre (fig. 1). L'objectiu era conèixer millor aquest component del patrimoni i així poder dissenyar actuacions per a minimitzar l'impacte de les obres en aquests animals.

Les característiques del riu Ebre, les mateixes que per ventura han possibilitat que s'hagi mantingut en un bon estat de conservació, representen una dificultat per a qualsevol mostreig del seu fons. El corrent intens, la terbolesa de l'aigua i la irregularitat de la llera són esculls que calia salvar de manera experimental. La localització de les nàiades, que determina llur accessibilitat, és sumament irregular i fa imprescindible un mostreig quantitatiu (Miller & Payne, 1988). Viuen enterrades al fons del riu, i per a estudiar-les cal tenir-hi accés, cercant-les directament on el corrent i la fondària ho permeten, o bé recollint-les juntament amb els sediments. Aquesta darrera tècnica s'ha

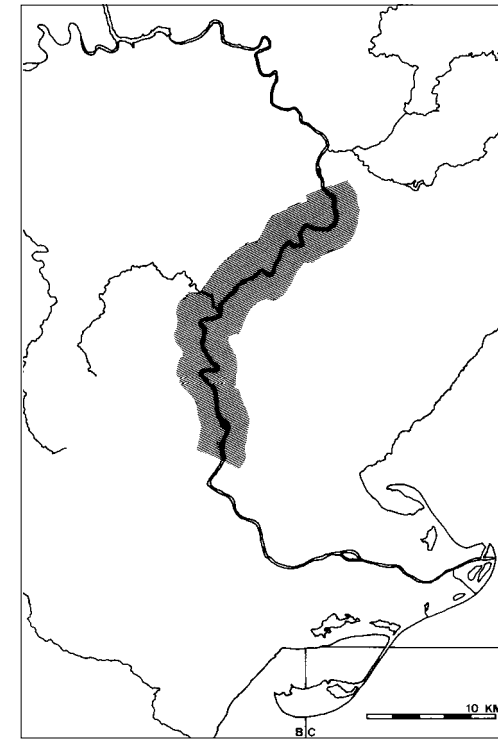


FIGURA 1. Situació de l'àrea d'estudi (tram) al curs inferior del riu Ebre, al sud de Catalunya. Les coordenades indiquen els límits dels quadrats de 100 km de costat dintre de la zona UTM 31T.

Location of the study area (hatched) along the lower reaches of the Ebro river in southern Catalonia. The coordinates show the limits of 100 x 100 square km within UTM zone 31T.

aplicat a la major part del tram estudiat, emprant maquinària pesant: on era previst dragar, s'han obtingut cates repetides mitjançant una retroexcavadora situada damunt una pontona, i a tot el tram s'ha realitzat un transecte mitjançant una bomba de succió que rastrejava el fons.

La situació actual

La viabilitat d'una població natural és la capacitat que té de perpetuar-se durant un

període extens i en unes condicions ambientals donades (Mühlenberg, Hovestadt & Röser, 1991). Aquesta capacitat depèn de la seva demografia i de factors externs. Pel que fa a la població mateixa, hi ha tres factors decisius: la distribució espacial, el nombre d'individus i l'estructura d'edats. Els resultats més rellevants del mostreig de l'Ebre es presenten a continuació en aquest context.

La distribució espacial de *Margaritifera auricularia* és força heterogènia. Els hàbitats que ocupa són variats, però sembla que



FIGURA 2. Aquest codolar al curs baix de l'Ebre, exposat durant un període de nivell molt baix a l'agost, és un dels darrers hàbitats capaços de mantenir elevades densitats de *Margaritifera auricularia*. Sovint les vores d'aquest riu han estat aterrades per guanyar terrenys de conreu.

This riffle along the lower Ebro, exposed during a period of very low water level in August, is one of the last remaining habitats able to host high densities of *Margaritifera auricularia*. Often the shores of this river have been filled to gain agricultural fields.



FIGURA 3. *Margaritifera auricularia* al riu Ebre. Aquest exemplar representa la mida màxima observada (15 cm de longitud), que correspon a una edat d'uns 100 anys. Noteu els umbons (la part més vella de la conquilla) erosionats, i la remodelació intensa que provoca al fons amb el seu desplaçament.

Margaritifera auricularia in the Ebro river. This individual represents the maximum size observed (15 cm long), which corresponds to an age near 100 years. Notice the eroded umbos (the oldest part of the shell), as well as the intense reworking of the bottom produced by its movement.

l'ambient més favorable són els codolars poc profunds i amb corrent ràpid (fig. 2, 3). Pràcticament no s'han trobat exemplars vivents en un terç del tram estudiat, sens dubte a causa de la pol·lució causada per abocaments urbans, industrials i agrícoles. La densitat local pot oscil·lar entre 0 i 2 individus per m², encara que les zones amb valors elevats són poques i d'extensió reduïda. Aquesta variació s'ha registrat en un mapa de tot el tram estudiat, on s'han representat les densitats, amittjanades a una escala d'uns 20 m, i per intervals en una escala logarítmica (de 10ⁿ a 10ⁿ⁺¹ individus m⁻², on -4 < n < 0). La figura 4a mostra la fracció de la superfície de la llera permanentment inundada que està ocupada per cada interval de densitat. Com que es tracta d'una espècie protegida i potencialment amenaçada per recol·lectors, la cartografia detallada és d'ús restringit i no se'n preveu la publicació.

El nombre d'individus en tota la zona estudiada s'ha avaluat a partir dels mapes de densitats. Multiplicant l'àrea que ocupa cada interval de densitat per un valor mitjà, i sumant els resultats, es pot obtenir una estimació quantitativa i objectiva de la mida absoluta de la població. Els valors mesurats són propers al límit inferior de cada interval, amb mitjanes entre 1,5 i 2 vegades el valor d'aquest límit. Així, doncs, multiplicant per aquest factor calculem la contribució de cada interval de densitat al total d'individus (fig. 4b). El total segons aquest càlcul estaria entre 22.910 i 30.546 exemplars; és a dir, uns 27.000, amb un marge d'error, raonablement ample, proper al 15 %. La importància de les zones d'alta densitat es reflecteix en què més de la meitat de la població (el 55,16 %) es troba concentrat en poc més del 2 % de la superfície.

L'estructura d'edats es pot establir a partir de recomptes dels anells de creixement

al lligament o a les capes internes de la conquilla (Hendelberg, 1961; McQuaig & Green, 1983; Neves & Moyer, 1988; Ziuganov *et al.*, 1994). Així, resulta que els exemplars més grans de *Margaritifera auricularia* de l'Ebre (fig. 3) tenen una edat propera a cent anys. Una longevitat igualment extrema ha estat trobada en altres margaritifèrids (Hendelberg, 1961; Ziuganov *et al.*, 1994). Encara que hom ho desconeix quasi tot de la reproducció de *Margaritifera auricularia*, s'han observat de femelles gràvides entre abril i juny. No se n'han observat de juvenils, però això pot ser un artefacte del mostreig: com en altres nàiades (Neves & Widlak, 1987), aquests serien molt petits i menarien una vida intersticial a la llera del riu. S'han trobat, però, exemplars de menys de 2 cm, la qual cosa indica que el cicle vital es pot tancar actualment. Altres margaritifèrids amb estructures demogràfiques semblants es mantenen com a poblacions viables (Young & Williams, 1983a; Ziuganov *et al.*, 1994).

Els individus vells tenen la conquilla auriforme característica, però els exemplars més joves presenten una gran plasticitat ecofenotípica, una característica de quasi totes les nàiades (Tevesz & Carter, 1980; Watters, 1994). A partir d'un llinar de mida, doncs, els còdols del sediment ja no limitarien els moviments del bivalve, que podria créixer sense els impediments que hauria pogut sofrir fins llavors. Aquesta constància en la morfologia de la conquilla vella es manté en tots els exemplars coneguts d'arreu de la primitiva àrea de distribució. Això contrasta amb la diferenciació entre conques que han experimentat altres nàiades a la regió mediterrània (Altaba, 1992a, 1996, 1997a; Falkner, 1994). La manca aparent de divergència genètica entre les poblacions de *M. auricularia* suggereix que un dels peixos hostes era l'esturió

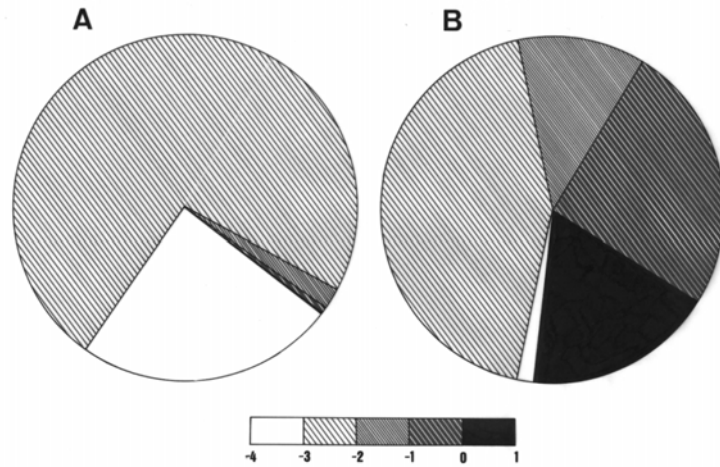


FIGURA 4. Distribució relativa de la superfície de la llera (a) i del nombre d'individus (b) entre intervals de densitat de *Margaritifera auricularia* a l'àrea d'estudi. L'escala indica individus per metre quadrat en potències de 10.

Relative distribution of the river bottom surface (a) and the number of individuals (b) among density intervals of *Margaritifera auricularia* in the study area. The scale indicates individuals per square meter in exponents of 10.

(*Acipenser sturio*), una espècie anàdroma (cria als rius i viu al mar), la distribució de la qual es pot superposar a la d'aquesta nàiade (Altaba, 1990). L'esturió, però, també està greument amenaçat (Sostoa, 1990).

La població de *Margaritifera auricularia* al riu Ebre sembla viable, però està formada per nuclis molt localitzats, entre els quals hi ha amples zones minsament ocupades. En termes ecològics i genètics, doncs, s'aproxima a una metapoblació (Schoener, 1991), és a dir, està sotmesa a una dinàmica complexa, resultat de la demografia en cadascun dels nuclis i dels intercanvis dels mateixos. Aquesta estructura permet la supervivència en un ambient on les perturbacions naturals són intenses i recurrents; però pot menar a l'extinció si els nuclis de població són destruïts sistemàticament, tal com s'ha esdevingut amb els ambients més favorables

per a aquest animal. Un deteriorament de la qualitat de l'aigua també podria precipitar l'extinció a través de canvis fisiològics a les nàiades (Bauer, 1991). Es pot afirmar que som a temps de salvar l'espècie, però també està clar que cal una acció decidida de recerca i gestió.

Margaritifera auricularia ha estat trobada fora de la zona estudiada en anys recents, per bé que es tracta de poblacions aparentment relictuals. S'han trobat conquilles d'aparència recent a la conca del Loira (Jungbluth, 1993), però sense estudiar el material i sense fer-ne una anàlisi adequada és impossible avaluar aquesta citació. També se n'ha constatat la presència a la conca del Guadiana (Altaba, dades inèdites), però no hi ha certesa que les conquilles trobades indiquin poblacions actuals. Finalment, als canals de reg que

voregen l'Ebre al seu pas per Aragó n'hi ha encara exemplars grans i aïllats. Al Galacho de Alfranca se'n capturà un, que hi va viure en un aquari (R. Balada, com. pers.). A Villafranca de Ebro, durant el mes de febrer, període en què l'Acequia de Pina es buida per netejar-la, es recol·lectà l'espècie des del 1965 (col·lecció C. Altimira), i el 1995 encara s'hi va poder trobar una conquilla gran i en perfecte estat (C. Jordà, com. pers.). Al Canal Imperial, proper a la darrera localitat, també hi han estat localitzats alguns exemplars de mida força gran el 1996 (R. Araújo, com. pers.). Sens dubte, *M. auricularia* ha sobreviscut fins fa molt poc a tot el curs mitjà i baix de l'Ebre (i als canals de rec que se'n deriven), però és qüestionable que hi hagi poblacions viables aigües amunt de l'embassament de Mequinensa.

...o com un Fènix?

Una cosa és testimoniar una extinció, i una altra ben diferent consisteix a posar-hi remei. La importància d'aquesta espècie ha estat copsada per col·lectius diversos, i així s'ha traduït en una protecció legal prou àmplia. La legislació que empara *Margaritifera auricularia* és la següent:

– Llei 3/1988, del 4 de març del 1988, de Protecció dels Animals (DOGC núm. 967, del 18.3.1988). Ordre del 16 de març del 1993 (DOGC núm. 1730, del 5.4.1993) per la qual s'amplia la relació d'espècies protegides a Catalunya. Inclou en l'Annex totes les espècies i subespècies de nàiades del Principat.

– Conveni de Berna, del 19 de setembre del 1979 (BOE núm. 235, de l'1 d'octubre del 1986), relatiu a la Conservació de la Vida Silvestre i del Medi Natural d'Europa. En

l'actualització d'aquest Conveni (BOE núm. 136, del 7 de juny del 1988), Annex II, es troba *M. auricularia* entre les espècies estrictament protegides.

– Directiva 92/43/CEE, del 21 de maig del 1992 (BOE núm., del 7 de desembre del 1995), relativa a la Conservació dels Hàbitats Naturals i de la Fauna i la Flora Silvestres. En l'Annex IV s'inclou *Margaritifera auricularia* dins les espècies animals i vegetals d'interès comunitari que requereixen una protecció estricta.

– Real Decreto 977/95, del 7 de desembre del 1995 (BOE núm. 310, del 28 de desembre del 1995), pel qual es declara *M. auricularia* especialment protegida.

– Orden Ministerial, del 29 d'agost del 1996 (BOE núm. 217, del 7 de setembre del 1996), per la qual s'inclou *Margaritifera auricularia* en el Catàleg Nacional de Espècies Amenazadas.

De tota manera, el compliment d'aquest conjunt de lleis ha estat sovint poc factible. D'una banda, la majoria de ciutadans i moltes autoritats han mostrat fins fa poc un interès més aviat escàs pels mol·luscs de les aigües dolces. És difícil observar tot allò que viu sota la superfície de l'aigua, i més encara si està enterrat al fons. A més, la simpatia dels humans rarament arriba si no es tracta d'animals de pèl o ploma. D'altra banda, els ecosistemes fluvials depenen de les activitats que es duen a terme en tota la conca drenada (Margalef, 1983). Això contrasta fortament amb els requeriments de molts altres animals, perquè l'hàbitat ocupat per una població de nàiades al llarg de tot el seu cicle vital és sovint extens i fràgil.

Les mesures que cal prendre al curs baix de l'Ebre són la protecció efectiva i l'estudi ecològic de la població, juntament amb la salvaguarda i millora de l'ecosistema flu-

vial. Cal donar a conèixer l'espècie i el seu valor, perquè només així es podrà protegir a llarg termini (e.g., Altaba, 1997b). Ara bé, és essencial evitar qualsevol intent de recollida il·legal. També és important recordar que tots els plans d'ús del riu han d'incloure una gestió exquisida per als nuclis d'alta densitat. En el cas que s'afecti el fons del riu, com esdevé amb les obres de navegabilitat, cal recollir tots els exemplars a les zones afectades i translocar-los a indrets segurs, favorables i propers. La translocació de nàiades és una pràctica freqüent en projectes de conservació i gestió de grans rius a Amèrica del Nord, però la manca generalitzada d'estudis de seguiment fa impossible d'avaluar l'èxit d'aquest procediment (Cope & Waller, 1995). En tot cas, és clar que un tractament delicat dels animals pot disminuir dràsticament la mortalitat que puguin experimentar (Waller *et al.*, 1995). Afortunadament, aquestes propostes coincideixen amb un seguit de normatives tendents a conservar i millorar els ambients fluvials de Catalunya (Jordà *et al.*, 1993).

Per què interessa aquesta espècie? A banda dels motius ètics i estètics que ens obliguen a tenir cura del patrimoni natural per a les generacions futures (e.g., Altaba, 1993b), hi ha raons pràctiques i científiques per a protegir-la. En els indrets on encara és present constitueix la fracció major de la biomassa bèntica, afectant decisivament l'estructura i la dinàmica del sediment a través dels seus moviments i l'acumulació de conquilles (fig. 3). A més, en filtrar l'aigua per obtenir-ne l'aliment, és probable que es comporti com un mecanisme de depuració natural i eficient. D'aquesta manera la població està afectada per tota la conca drenada, i així és probable que, igual com s'esdevé amb altres nàiades (Havlik & Marking, 1987), acumuli pesticides, metalls pesants i residus radioactius. Finalment, té

un cicle vital complex, que inclou la utilització dels peixos com a hostes per a les seves larves paràsites. Sense *Margaritifera auricularia*, l'ecosistema fluvial està mancat d'una espècie emblemàtica, i resta empobrit en termes de biodiversitat, complexitat estructural i riquesa d'interaccions.

Agraïments

És obligat recordar aquí l'ajuda i el suport rebuts de moltes persones al llarg de la realització d'aquest estudi. La meva esposa, Catalina Ponsell, ha col·laborat durant les tasques de camp, de laboratori i de redacció. La Junta d'Aigües a les Terres de l'Ebre ha mostrat un gran interès, posant a la meva disposició tot el que era necessari, i m'ha ofert una hospitalitat que agraeixo sincerament. La Direcció General de Patrimoni Natural, del Departament de Medi Ambient, ha contribuït perquè tot rutllés sense excessius entrebancs. La Subdirecció General de Conservació de la Natura, del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, ha facilitat tots els permisos necessaris. L'empresa constructora Dumez-Copisa ha col·laborat de manera decisiva durant el mostreig. Finalment, el Taller d'Enginyeries ha fet possible tot aquest estudi, mitjançant les tasques de gestió i suport logístic.

Bibliografia

- ALTABA, C. R. 1990. The last known population of *Margaritifera auricularia*: a conservation priority. *Biol. Conserv.*, 52: 271-286.
- ALTABA, C. R. 1991. Mol·luscs. In: *Història Natural dels Països Catalans*, vol. 8: *Invertebrats no artròpodes* (C. R. Altaba, Ed.) Enciclopèdia Catalana. Barcelona. p. 375-416, 427-470.
- ALTABA, C. R. 1992a. Les nàiades (Bivalvia: Unionoida) dels Països Catalans. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.* 60 (Secc. Zool., 9): 23-44.

- ALTABA, C. R. 1992b. Distribució geogràfica i ecològica dels bivalves d'aigua dolça dels Països Catalans. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 60 (Secc. Zool., 9): 77-103.
- ALTABA, C. R. 1993a. El problema de la extinció de espècies. Fauna fluvial ibèrica. *O. P., Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*, 26: 86-95.
- ALTABA, C. R. 1993b. La protecció de la natura: motius i models. In: Terra i sòl (E. Cassassas & S. Alegret, Eds.). *Monografies de les Seccions de Ciències, Institut d'Estudis Catalans*, 9: 103-121.
- ALTABA, C. R. 1996. Counting species names. *Nature*, 380: 488-489.
- ALTABA, C. R. 1997a. Biodiversitat: ¿cómo cuantificarla? *Investigación y Ciencia (Scientific American)*, 250: 35.
- ALTABA, C. R. 1997b. L'Ebre, l'últim reducte de la nàiade *Margaritifera auricularia*. *L'Aljub, Butlletí del Grup de natura Freixie*, 4: 9-13.
- BAUER, G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. *Biol. Conserv.*, 43: 239-253.
- BAUER, G. 1991. Plasticity in life history traits of the freshwater pearl mussel. Consequences for the danger of extinction and for conservation measures. In: *Species conservation: a population-biological approach* (A. Seitz & V. Loeschcke, Eds). Birkhäuser. Basel. p. 103-120.
- BEASLEY, C. R. & ROBERTS, D. 1996. The current distribution and status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. 1758 in north-west Ireland. *Aquat. Cons. Mar. Freshw. Ecosyst.*, 6: 169-177.
- BOGAN, A. E. 1993. Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionoida): A search for causes. *Amer. Zool.*, 33: 599-609.
- COBLENTZ, B. E. 1990. Exotic organisms: a dilemma for conservation biology. *Cons. Biol.*, 4: 261-265.
- COPE, W. G. & WALLER, D. L. 1995. Evaluation of freshwater mussel relocation as a conservation and management strategy. *Regul. Riv. Res. Manag.*, 11: 147-155.
- FALKNER, G. 1994. Systematik vorderorientalischer Najaden als Vorstudie zur Bearbeitung archäologischer Funde. *Beitr. Archäozool. Prähist. Anthropol.*, 8: 135-162.
- HAAS, F. 1916. Sobre una concha fluvial interesante («*Margaritana auricularia*» Spglr) y su existencia en España. *Bol. Soc. Arag. Cienc. Nat.*, 15: 33-44.
- HAAS, F. 1917. Estudios sobre las náyades del Ebro. *Bol. Soc. Arag. Cienc. Nat.*, 16: 71-82.
- HAAS, F. 1924a. Anatomische Untersuchungen an europäischen Najaden. *Arch. Moll.*, 56: 66-82, tfln. 4-5.
- HAAS, F. 1924b. Beitrag zur Molluskenfauna des unteren Ebrogebietes. *Arch. Moll.*, 56: 137-160, lám. VIII.
- HAAS, F. 1929. Fauna malacológica terrestre y de agua dulce de Cataluña. *Trab. Mus. cienc. nat. Barcelona*, 13: 1-491.
- HAAS, F. 1969. *Superfamilia: Unionacea*. Das Tierreich, 88. Gruyter. Berlin.

- HAVLIK, M. E. & MARKING, L. L. 1987. Effects of contaminants on naiad mollusks (Unionidae): A review. *Resource publication (U.S. Fish and Wildlife Service)*, 164: ii + 20 pp.
- HENDELBERG, J. 1961. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.). On the localization, age, and growth of the individual and on the composition of the population according to an investigation in Pärälven in Arctic Sweden. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, 41: 149-171.
- IBÁÑEZ, C.; ESCOSA, R.; MUÑOZ, I. & PRAT, N. 1991. Life cycle and production of *Ephoron virgo* (Ephemeroptera: Polymitarcidae) in the lower Ebro River (NE Spain). In: *Overview and strategies of Ephemeroptera and Plecoptera* (J. Alba-Tercedor & A. Sánchez-Ortega, Eds.) The Sandhill Crane Press. p. 483-492.
- JORDÀ I SANUY, C.; CARCELLER, X.; GIRÓ, F.; GRAU, S. & RODRÍGUEZ, I. 1993. Directrices ambientales para la gestión de los espacios fluviales de Catalunya. *O. P., Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*, 26: 10-23.
- JUNGBLUTH, J. H. 1993. Beiträge zur Najadenfauna in Mitteleuropa. *Arch. Moll.*, 122: 155-170.
- LORAN BENAVENT, G. 1993. El medio ambiente y la navegación fluvial por el bajo Ebro. *O. P., Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*, 26: 74-83.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Omega, Barcelona.
- MCCUAIG, J. M. & GREEN, R. H. 1983. Unionid growth curves derived from annual rings: a baseline model for Long Point Bay, Lake Erie. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 436-442.
- MÜHLENBERG, M.; HOVESTADT, T. & RÖSER, J. 1991. Are there minimal areas for animal populations? In: *Species conservation: a population-biological approach* (A. Seitz & V. Loeschcke, Eds.). Birkhäuser. Basel. p. 227-264.
- MILLER, A. C. & PAYNE, B. S. 1988. The need for quantitative sampling to characterize size demography and density of freshwater mussel communities. *Amer. Malacol. Bull.*, 6: 49-54.
- MUÑOZ, I. & PRAT, N. 1994. Macroinvertebrate community in the lower Ebro river (NE Spain). *Hydrobiologia*, 286: 65-78.
- NEVES, R. J. & MOYER, S. M. 1988. Evaluation of techniques for age determination of freshwater mussels (Unionidae). *Amer. Malacol. Bull.*, 6: 179-188.
- NEVES, R. J. & WIDLAK, J. C. 1987. Habitat ecology of juvenile freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) in a headwater stream in Virginia. *Amer. Malacol. Bull.*, 5: 17.
- PÉREZ CUEVA, A. 1992. Els rius. *Geografia General dels Països Catalans*, vol. 2 (C. Carreras i Verdaguier, Ed.) Enciclopèdia Catalana. Barcelona. p. 1-31.
- PREECE, R. C.; BURLEIGH, R.; KERNEY, M. P. & JARZEMBOWSKI, E. A. 1983. Radiocarbon age determinations of fossil *Margaritifera auricularia* (Spengler) from the River Thames in West London. *J. Archaeol. Sci.*, 10: 249-257.
- REVENTÓS I ROVIRA, M. 1993. Recuperación de la navegación por el curso bajo del Ebro. *O. P., Revis-*

-
- ta del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 26: 62-73.
- RUESINK, J. L.; PARKER, I. M.; GROOM, M. J. & KAREIVA, P. M. 1995. Reducing the risks of non-indigenous species introductions. *Bioscience*, 45: 465-477.
- SCHOENER, T. W. 1991. Extinction and the nature of the metapopulation: a case system. *Acta Oecologica*, 12: 53-75.
- SOSTOA, A. de (Ed.) 1990. *Història Natural dels Països Catalans*, vol. 11: *Peixos*. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- SOSTOA, A. de & LOBÓN-CERVIÀ, J. 1989. Fish and fisheries in the river Ebro: actual state and recent history. In: *Historical changes of large alluvial rivers in Western Europe*. Wiley & Sons. Londres. p 233-247.
- STREIT, B. 1992. Zur Ökologie der Tierwelt im Rhein. *Verh. Naturf. Ges. Basel*, 102: 323-342.
- TEVESZ, M. J. S. & CARTER, J. G. 1980. Environmental relationships of shell form and structure in Unionacean bivalves. In: *Skeletal growth of aquatic organisms* (D. C. Rhoads & R. A. Lutz, Eds.) Plenum Press. New York. p. 295-322.
- WALLER, D. L.; RACH, J. J. & COPE, W. G. 1995. Effects of handling and aerial exposure on the survival of unionid mussels. *J. Freshw. Ecol.*, 10: 199-210.
- WATTERS, G. T. 1994. Form and function of unionoid shell sculpture and shape (Bivalvia). *Amer. Malacol. Bull.*, 11: 1-20.
- WELLS, S. M.; PYLE, R. M. & COLLINS, N. M. (compiladors). 1983. *The UICN invertebrate red data book*. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Suïssa.
- YOUNG, M. R. & WILLIAMS, J. C. 1983a. Redistribuition and local recolonisation by the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.). *J. Conchol.*, 31: 225-234.
- YOUNG, M. R. & WILLIAMS, J. C. 1983b. The status and conservation of the freshwater pearl mussel in Great Britain. *Biol. Conserv.*, 25: 35-52.
- ZIUGANOV, V.; ZOTIN, A.; NEZLIN, L. & TRETIAKOV, V. 1994. *The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fishes*. VNIRO. Moscou.