



## Estado de conservación de la náyade *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus 1758) en el curso bajo del río Mandeo (A Coruña)

### Status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus 1758) in the lower course of the river Mandeo (A Coruña)

Álvaro BARROS\*

Recibido el 2-VII-2013. Aceptado el 13-I-2014

#### RESUMEN

Se estudian las densidades, la estructura por tamaños y la clasificación por edades de una población de la náyade *Margaritifera margaritifera* en el curso bajo del río Mandeo (A Coruña). Se seleccionaron tres parcelas de estudio en el año 2000 que fueron nuevamente estudiadas en el año 2010, año en el que además se añadió una cuarta parcela. Las densidades no difirieron de manera significativa entre los dos años de control, mientras que la distribución por tamaños mostró un claro dominio de los ejemplares adultos en todas las parcelas en los dos años considerados. En la parcela controlada únicamente en 2010 se registró una talla media superior a la de las otras zonas estudiadas, lo que unido al hecho de que sólo se hayan localizado animales jóvenes en puntos muy concretos del río, podría indicar una distribución no homogénea de los distintos grupos de edad. Aunque la fracción mayoritaria de la población está constituida por animales de entre 21 y 40 años de vida, la localización de ejemplares inmaduros apunta a que existe cierto grado de reclutamiento poblacional en el tramo estudiado del río Mandeo.

#### ABSTRACT

In this study the population density, size distribution and age classes of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in the low stretch of the Mandeo river (A Coruña) are analysed. Three sampling plots were selected in 2000, which were studied again in 2010, when a fourth plot was added. Differences in density were not significant between years, and most sampled animals were adult in all plots and in both years. Freshwater pearl mussels found in the plot studied just in 2010 were significantly larger, and juvenile mussels were only found on certain areas of the river, suggesting a not homogenous distribution of different age classes along the river. Although most freshwater pearl mussels were 21-40 years old, some juveniles were also recorded, revealing some degree of current recruitment in the studied stretch of the river Mandeo.

#### INTRODUCCIÓN

La náyade *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus 1758) se distribuye por las fachadas costeras atlánticas de Norte-

américa y Europa, incluida la Rusia europea, en ríos árticos y atlánticos (SMITH, 2001). En Europa, GEIST (2010)

\* Departamento de Ecoloxía e Bioloxía Animal, Edificio Ciencias Experimentais, Universidade de Vigo, As Lagoas, 36310, Pontevedra. alvaro.barros@uvigo.es

cita su presencia en diecinueve países. Sin embargo, a pesar de esta extensa área de distribución, se trata de una especie en clara regresión a nivel mundial, actualmente catalogada como "en peligro" por la IUCN (2013). En Europa, las alteraciones provocadas por el hombre en sus hábitats han causado el envejecimiento de muchas poblaciones por falta de reclutamiento, cuando no su completa desaparición (VERDÚ Y GALANTE, 2009). Entre los impactos más importantes cabe citar la construcción de obras hidráulicas (particularmente embalses) en los ríos; estas infraestructuras dificultan o impiden los movimientos de los salmónidos, especies sin las cuales la náyade no puede completar su ciclo vital, al ser las larvas (gloquidios) parásitos obligados de las mismas (YOUNG Y WILLIAMS, 1984; BAUER, 1987a, 1987b; BEASLEY Y ROBERTS, 1999). Al mismo tiempo, los embalses provocan un cambio radical en el hábitat de la especie al disminuir la velocidad de la corriente y modificar los patrones de deposición de los materiales sólidos en suspensión (MOORKENS, 2011). Otra causa importante de desaparición es la contaminación de las aguas, particularmente la de origen orgánico, que afecta a la especie fundamentalmente en su estado juvenil (BAUER, 1988; YOUNG, 1991; YOUNG, COSGROVE Y HASTIE, 2001).

En la Península Ibérica, esta náyade está presente actualmente únicamente en el cuadrante noroccidental. En Portugal, donde se consideró extinta durante muchos años (YOUNG *ET AL.*, 2001), ha sido redescubierta en seis ríos de la cuenca del Duero, y al norte de esta en los ríos Cávado y Neiva (REIS, 2003; VARANDAS, LOPES-LIMA, TEIXEIRA, HINZMANN, REIS, CORTES, MACHADO Y SOUSA, 2013). En España, hoy en día se encuentra únicamente en un curso de Asturias (río Narcea; ÁLVAREZ-CLAUDIO, GARCÍA-ROVÉS, OCHARAN, CABAL, OCHARAN Y ÁLVAREZ, 2000), en seis de Castilla y León (ríos Bibey, Negro, Tera, Castro, Águeda y Alberche; VELASCO, ARAUJO, BUENO Y LAGUNA 2002; MORALES, NEGRO, LIZANA, MARTÍNEZ Y PALACIOS, 2004; VELASCO, ARAUJO, BALSET, TOLEDO Y MACHORDOM, 2006; ARAUJO, 2006) y en Galicia. Precisa-

mente en esta última región es donde mantiene su área de distribución más amplia y continua en la Península, ocupando un buen número de cursos que vierten sus aguas a las fachadas atlántica y cantábrica (ARAUJO, 2008). En una reciente revisión del estatus de la especie en Galicia, LOIS, ONDINA, OUTEIRO, AMARO Y SAN MIGUEL (2013) citan su presencia en un total de 55 ríos, encontrando ejemplares juveniles en 11 de los mismos, lo que pone de relieve la importancia crucial de las poblaciones gallegas en la conservación de la especie en Europa. En el río Mandeo (A Coruña) hay referencias históricas de su presencia (MACHO, 1878), mientras que la existencia de reclutamiento fue confirmada hace décadas (BAUER, 1986). Según el trabajo de LOIS *ET AL.* (2013), el Mandeo sería el noveno río con mayor población estimada de la especie en Galicia (del orden de los 7.500 ejemplares), habiendo aún presencia de ejemplares juveniles, aunque en escaso número.

En el presente trabajo se aporta información sobre el estatus de la náyade de río en el curso bajo del río Mandeo, analizándose los cambios habidos en las densidades y en la estructura por tamaños y edades de una población estudiada con un lapso de diez años. Además, se discute la viabilidad de la población y las amenazas a las que actualmente se enfrenta la especie en este río.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

Con una longitud de 56 km, el río Mandeo nace en la sierra de A Cova da Serpe, a unos 700 m de altitud, y desemboca en la ría de Betanzos, en la provincia de A Coruña. Durante una serie de prospecciones realizadas en el año 1999 en los tramos medio y bajo del río, se determinó que la náyade de río estaba presente en la mayor parte de los puntos muestrados, si bien resultó ser especialmente abundante en los últimos kilómetros del curso (Figura 1). Así, en agosto de 2000 se procedió a delimitar tres par-

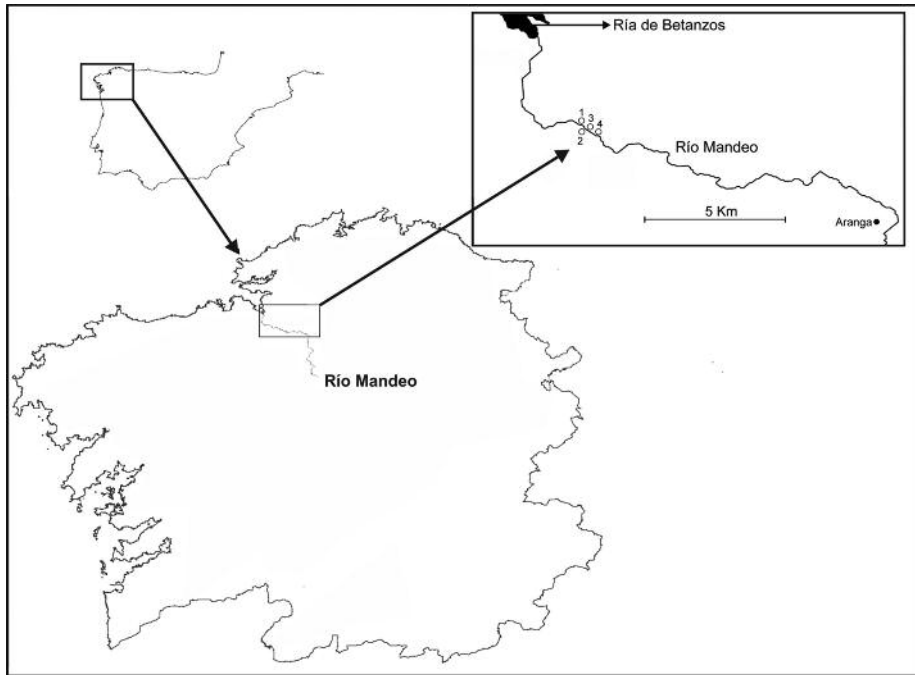


Figura 1. Área de estudio, indicando la localización aproximada de las parcelas estudiadas.  
*Figure 1. Study area, showing approximate situation of the sampled areas.*

celas de estudio en el citado tramo, a las cuales se unió una cuarta parcela en agosto de 2010 (Figura 1). La elección de estos puntos de muestreo se realizó atendiendo a la heterogeneidad de biotopos que ocupa la especie en los ríos y que están caracterizados fundamentalmente por el tipo de sustrato, la profundidad y la cobertura de sombra proyectada por los árboles de ribera en el agua (GITTINGS, O'KEEFE, GALLAGHER, FINN Y O'MAHONY, 1998; HASTIE, PHILIP Y YOUNG, 2000) (Tabla I). En el primer año de trabajo la posición de cada parcela fue georeferenciada mediante un GPS, realizándose además distintos croquis que permitiesen su localización exacta en posteriores visitas.

#### **Densidad y estructura de la población por tamaños**

El censo de ejemplares presentes en cada parcela se realizó de manera visual mediante la realización de transectos

longitudinales sistemáticos, cubriendo toda la extensión de los sectores del río delimitados. Cada transecto abarcó una banda de censo de un metro de ancho a cada lado del observador. Para evitar conteos múltiples de un mismo ejemplar se colocó una pequeña piedra de color claro, cogida en el propio lecho del río, al lado de cada náyade. El censo se dio por concluido cuando en sucesivas repeticiones de los transectos no se localizaron animales sin dicha piedra anexa. Cuando la visibilidad del fondo, por la luz o por la corriente, fue mala, se empleó un visor de fondo. En 2010 se obtuvo además un dato de densidad máxima en cada parcela, con el fin de comparar esta medida con la existente para otros ríos ibéricos. Este dato se obtuvo contando los ejemplares que quedaban englobados en un cuadrado metálico de un metro de lado que fue situado sobre las zonas con mayores agrupamientos de náyades. Todos los

Tabla I. Características físicas de las parcelas de estudio seleccionadas en el río Mandeo. Diámetros de las partículas del sustrato: piedra grande >20 cm; piedra pequeña 2-20 cm; grava 2-20 mm; arena < 2 mm.

Table I. Physical characteristics of sampled plots in the river Mandeo. Bottom particles diameters: large stone >20 cm; small stone 2-20 cm; gravel 2-20 mm; sand < 2 mm.

Parcela	Superficie m <sup>2</sup>	Prof. máx. (cm)	Tipo de sustrato	% en sombra
1	40	80	Piedra pequeña y grava	0
2	99	40	Piedra grande y arena	30
3	60	30	Piedra pequeña y arena	70
4	60	110	Piedra pequeña y arena	100

datos de densidades se presentan como ejemplares/m<sup>2</sup> (ej/m<sup>2</sup>). En cada parcela se procedió a tomar la medida de la longitud máxima de la concha del mayor número posible de ejemplares con un calibre de 0,05 mm de precisión. Una vez medidas, las náyades fueron depositadas en su ubicación exacta y las piedras colocadas para su localización fueron retiradas.

#### Estructura de la población por edades

Los cálculos de las edades que correspondieron a una determinada longitud de la concha se realizaron empleando la fórmula de crecimiento no lineal de VON BERTALANFFY (1938), expresada como

$$L(t) = L_{\text{inf}} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

donde  $t$  representa la edad,  $L(t)$  la longitud de la náyade a la edad  $t$ ,  $L_{\text{inf}}$  es una constante que representa la longitud asintótica o la longitud teórica máxima que la náyade puede alcanzar cuando  $t$  tiende a infinito,  $K$  representa la constante de crecimiento y  $t_0$  es la edad teórica a la cual la longitud de la náyade debe ser cero. En nuestro caso, los valores de  $L_{\text{inf}}$ ,  $K$  y  $t_0$  fueron obtenidos de los cálculos realizados por SAN MIGUEL, MONSERRAT, FERNÁNDEZ, AMARO, HERMIDA, ONDINA Y ALTABA (2004) para el propio río Mandeo.

#### Análisis estadístico

Los cambios en la densidad de las tres parcelas entre los dos años de estudio fueron analizados mediante el

test de Wilcoxon. Las longitudes de las conchas se ajustaron a los supuestos de normalidad y homocedasticidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov,  $\alpha > 0,12$  en todas las muestras), por lo que se analizaron mediante análisis de la varianza (ANOVA unifactorial). Finalmente, para analizar posibles variaciones en las frecuencias por categorías de tamaño entre parcelas y años se empleó el test  $\chi^2$ . El nivel de significación para todos los análisis se fijó en 0,05.

## RESULTADOS

#### Densidad poblacional

En el año 2000 se contabilizó un total de 168 ejemplares en el conjunto de las tres parcelas estudiadas, frente a 183 en 2010; la parcela 4, controlada únicamente en 2010, sumó 370 individuos (Tabla II). Atendiendo a las tres parcelas para las que hay datos de los dos años de estudio, las densidades observadas no difirieron de manera significativa en ninguna de ellas comparando los datos de 2000 y 2010 (Wilcoxon,  $W = 3$ ,  $P = 1$ ). Así, en 2000 la densidad fue máxima en la parcela 2, media en la 3 y mínima en la 1, situación que se repitió diez años después. La única diferencia destacable se dio en la parcela 2, donde en 2010 se detectó un aumento del 21% frente al número de ejemplares presentes en 2000. La mayor densidad de población se registró en la parcela 4, con 6,17 ej/m<sup>2</sup> y una densidad máxima de 50 ej/m<sup>2</sup>.

Tabla II. Tamaño de la población, densidad (ejemplares/m<sup>2</sup>) y tasa de cambio en las tres parcelas controladas en 2000 y 2010.

Table II. Population size, density (individuals/m<sup>2</sup>) and population change rate recorded on the three studied plots in 2000 and 2010.

Parcela	nº ej 2000	nº ej 2010	ej/m <sup>2</sup> 2000	ej/m <sup>2</sup> 2010	Tasa de cambio 2000/2010
1	12	11	0,3	0,27	-8%
2	100	121	1,01	1,21	+21%
3	56	51	0,93	0,85	-9%
4	-	370	-	6,17	-

### Distribución de tamaños

En el año 2000 se midieron 106 de los 168 ejemplares contabilizados (63%), mientras que en 2010 se midieron todos los ejemplares encontrados en las parcelas muestreadas en 2000 ( $n = 183$ ) más una muestra de 100 ejemplares localizados en la parcela 4, lo que sumó un total de 282 ejemplares. Las longitudes en las parcelas 1-3 fueron similares entre sí tanto en 2000 (ANOVA unifactorial,  $F_{2,103} = 0,87$ ;  $P = 0,42$ ) como en 2010 ( $F_{2,180} = 0,81$ ;  $P = 0,45$ ). Así mismo, no difirieron en el conjunto de estas tres parcelas entre años ( $F_{1,287} = 0,85$ ;  $P = 0,36$ ). Por el contrario, los ejemplares de la parcela 4 resultaron ser sensiblemente mayores que los de las parcelas 1-3 (ANOVA unifactorial para varianzas desiguales,  $F_{275,8} = 40,33$ ;  $P < 0,0001$ ), mientras que 4 de los 5 únicos juveniles (longitud inferior a los 65 mm; HASTIE ET AL., 2000; YOUNG ET AL., 2001) medidos entre los dos años de estudio se encontraron en la parcela 2.

Tanto en 2000 como en 2010 y en las cuatro parcelas consideradas la gran mayoría de los ejemplares alcanzaron una talla de 80-100 mm (Tabla III, Figura 2). En el año 2000, las frecuencias por categorías de tamaño en la parcela 1, considerando sólo tres categorías en función de los tamaños de muestra (<80, 80-90 y >90 mm), no difirieron de las de la parcela 2 ( $\chi^2 = 4,17$ ; g.l. = 2,  $P = 0,12$ ;  $n = 68$ ) ni de la 3 ( $\chi^2 = 2,03$ ; g.l. = 2,  $P = 0,36$ ;  $n = 50$ ), mientras que estas dos últimas tuvieron poblaciones estructuradas de manera similar ( $\chi^2 = 0,77$ ; g.l. = 2,  $P = 0,68$ ;  $n = 94$ ). De las categorías de

tamaño consideradas, la mayoritaria en todas las parcelas fue la de 80-90 mm. En el año 2010 aumentó considerablemente el número de náyades incluidas en la categoría 90-100 mm en el conjunto de la población (Figura 2). Una vez más, las frecuencias no variaron entre las distintas parcelas: parcela 1 vs. parcela 2:  $\chi^2 = 1,47$ ; g.l. = 2,  $P = 0,48$ ;  $n = 131$ ; parcela 1 vs. parcela 3:  $\chi^2 = 1,27$ ; g.l. = 2,  $P = 0,53$ ;  $n = 62$ ; parcela 2 vs. parcela 3:  $\chi^2 = 0,87$ ; g.l. = 2,  $P = 0,65$ ;  $n = 171$ .

### Estructura de la población por edades y longevidad

La porción mayoritaria de la población medida en el río Mandeo en el año 2010, con una longitud de la concha de 80-100 mm, se corresponde con una edad de 21 a 40 años, siendo por tanto adultos reproductores; la población juvenil, formada por animales de <65 mm (Figura 3), representaría únicamente el 1% de la población. Entre las 389 náyades medidas en este estudio, la de mayor longitud, localizada en la parcela 4, alcanzó los 123,55 mm, correspondiéndole una edad próxima al máximo descrito para Galicia (65 años, según SAN MIGUEL ET AL., 2004).

## DISCUSIÓN

### Cambios en la densidad y en la estructura de la población por tamaños

Las variaciones registradas en la densidad de las tres parcelas controladas en 2000 y 2010 no fueron significativas, lo que sugiere que la población se ha

Tabla III. Tamaño de muestra, media longitudinal y desviación típica de las poblaciones muestreadas en 2000 y 2010.

*Table III. Sample size, average length and standard deviation of populations studied in 2000 and 2010.*

Parcela	Muestra (n)	Media	Rango	Dv. típica
Año 2000				
1	12	85,17	70,90-92,60	5,88
2	56	87,18	48,40-116,20	8,36
3	38	85,08	57,70-97,80	8,19
Año 2010				
1	11	89,11	76,00-98,65	6,90
2	121	87,32	35,70-110,80	10,34
3	51	86,48	69,60-98,50	6,49
4	100	92,91	73,15-119,40	5,82

mantenido estable en el período de diez años considerado. Puesto que durante la realización del trabajo de campo no se detectaron transformaciones importantes en el hábitat de las parcelas estudiadas, ni la recolección directa de ejemplares, las variaciones observadas en el número de náyades presente en cada parcela podrían deberse a fenómenos de mortalidad natural (parcelas 1 y 3) o a la llegada de nuevos ejemplares arrastrados por la corriente en períodos de aguas caudalosas (parcela 2). El aumento registrado en 2010 del número de animales incluidos en la categoría 90-100 mm podría estar explicado simplemente por el crecimiento natural de los ejemplares, de unas décimas de milímetro anuales (SAN MIGUEL *ET AL.*, 2004), en el período considerado.

Las frecuencias de las distintas categorías de tamaño fueron similares entre parcelas en los dos años de estudio. Sin embargo, teniendo en cuenta el mayor tamaño de los ejemplares de la parcela 4 y que casi todos los ejemplares juveniles se encontraron en la parcela 2, es posible que la distribución de los distintos tamaños en el río no sea homogénea, si no que distintas zonas del río podrían tener condiciones adecuadas para el asentamiento de unas clases de tamaño determinadas (DUARTE Y DIEFENBACH 1994; GEIST Y AUERSWALD, 2007).

#### Sobre la viabilidad de la población

Las densidades observadas en el curso bajo del río Mandeo en el presente estudio (0,27-6,17 ej/m<sup>2</sup>) son superiores a las estimadas para el conjunto del río (0,008-3,7 ej/m<sup>2</sup>; LOIS *ET AL.*, 2013), lo que indicaría que el tramo estudiado presenta condiciones particularmente favorables para la especie. La gran mayoría de los ejemplares localizados fueron adultos, siendo claramente minoritaria la fracción de la población formada por juveniles, que estuvo muy lejos del 25% estimado como necesario para que una población pueda ser considerada viable (HASTIE Y COSGROVE, 2002). La abundancia de juveniles es posible que haya sido subestimada, ya que durante esta fase las náyades permanecen preferentemente enterradas y para localizarlas es preciso tamizar el lecho del río (ZIUGANOV, ZOTIN, NEZLIN, TRETIAKOV, 1994; HASTIE *ET AL.*, 2000; HASTIE Y COSGROVE, 2002), lo que no se ha realizado en el presente estudio. Sin embargo, otros autores que sí realizaron búsquedas específicas de juveniles enterrados (LOIS *ET AL.*, 2013), citan la presencia de estos en un porcentaje bajo (5%) sobre el total de las unidades de muestreo en el Mandeo, destacando además que únicamente el 27% de las náyades juveniles en Galicia se encuentran enterradas en el sustrato. Por consi-



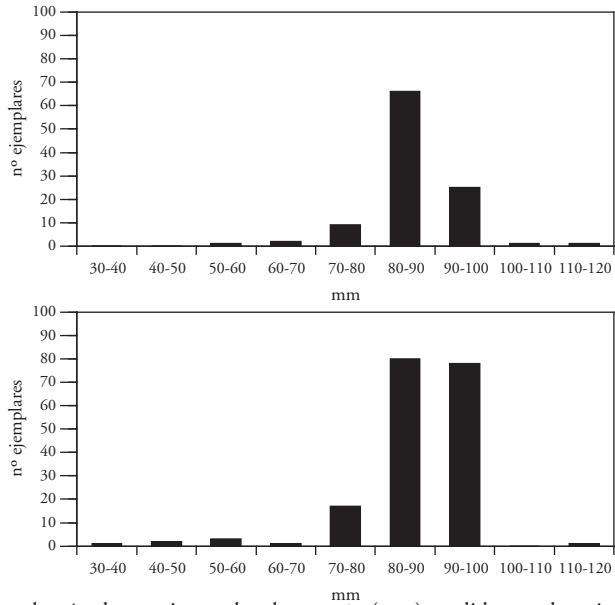


Figura 2. Número de náyades por intervalos de tamaño (mm) medidas en el conjunto de las parcelas 1-3 en 2000 (n = 106) (arriba) y 2010 (n = 183) (abajo).

Figure 2. Number of freshwater pearl mussels on each class size (mm) measured on plots 1-3 in 2000 (n = 106) (above) and in 2010 (n = 183) (below).



Figura 3. Ejemplar adulto de *Margaritifera margaritifera* de unos 100 mm de longitud junto a dos inmaduros de unos 45 mm, fotografiados durante la realización del presente estudio en el río Mandeo. En estos últimos son visibles a simple vista seis anillos de crecimiento anual.

Figure 3. An adult *Margaritifera margaritifera* about 100 mm length along with two immatures about 45 mm length found during the present study on the river Mandeo. Six annual growth rings are easy visible in the latter.

guiente, la información actualmente disponible apunta a que la presencia de juveniles en el río Mandeo es escasa, encontrándonos ante una población en claro proceso de envejecimiento.

Como conclusión, el hecho de que las densidades de náyades se hayan mantenido prácticamente invariables en el período de diez años considerado, sugiere que el curso bajo del río Mandeo mantiene un hábitat favorable para la especie. En este sentido, es de destacar que las densidades de salmónidos (particularmente de trucha común *Salmo trutta fario*) observadas en el Mandeo están muy próximas a las que registran algunos de los ríos con las poblaciones de náyades más importantes de Galicia, como el Eo o el Masma (HERVELLA Y CABALLERO, 1999; LOIS ET AL., 2013). Sin embargo, es preocupante la escasez de náyades juveniles, lo que supone una amenaza el mantenimiento a largo plazo de la población. Durante la realización del presente estudio se detectaron distintas amenazas que se ciernen de manera preocupante sobre la población de náyades estudiada, pese a encontrarse incluida en el LIC Betanzos-Mandeo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ-CLAUDIO C., GARCÍA-ROVÉS P., OCHARAN R., CABAL J.A., OCHARAN F.J. Y ÁLVAREZ M.A. 2000. A new record of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia, Unionoidea) from the river Narcea (Asturias, north-western Spain). *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 10: 93-102.
- ARAUJO R. 2006. *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758). En Verdú J.R., Galante E. (Eds.): *Libro Rojo de los Invertebrados de España*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 307-310.
- ARAUJO R. 2008. *Margaritifera margaritifera* (Linné, 1758). En Verdú, J.R., Galante, E. (Eds.): (2009) *Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies en Peligro Crítico y En Peligro)*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 246-253.
- BAUER G. 1986. The status of the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera* L. in the South of Its European Range. *Biological Conservation*, 38: 1-9.
- BAUER G. 1987a. Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Journal of Animal Ecology*, 56: 691-704.
- BAUER G. 1987b. The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) III. Host relationships. *Archiv für Hydrobiologie*, 76: 413-423.
- BAUER G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. *Biological Conservation*, 45: 239-253.
- BEASLEY C.R. Y ROBERTS D. 1999. Towards a strategy for the conservation of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in County Donegal, Ireland. *Biological Conservation*, 89: 275-284.

## AGRADECIMIENTOS

A José A. de Souza, Manuel Aira, Alberto Lucas y Cristóbal Pérez, por distintas aportaciones sobre el manuscrito original. Quisiera agradecer también el trabajo de dos revisores anónimos, cuyas observaciones y correcciones mejoraron sensiblemente este artículo.



- DUARTE M.M. Y DIEFENBACH C.O. 1994. Microdistribution and abundance of freshwater mussels (Mollusca: Unionacea and Corbiculacea) in Suzana lake, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 29: 233-250.
- GEIST J. Y AUERSWALD K. 2007. Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology*, 52: 2299-2316.
- GEIST J. 2010. Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): a synthesis of conservation genetics and ecology. *Hydrobiologia*, 644: 69-88.
- GITTINGS T., O'KEEFE D., GALLAGHER F., FINN J. Y O'MAHONY T. 1998. Longitudinal variation in abundance of a freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* population in relation to riverine habitats. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, 98: 171-178.
- HASTIE L., PHILIP J.B. Y YOUNG M.R. 2000. Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Hydrobiologia*, 429: 59-71.
- HASTIE L.C. Y COSGROVE P.J. 2002. Intensive searching for mussels in a fast-flowing river: an estimation of sampling bias. *Journal of Conchology*, 37: 309-316.
- HERVELLA F. Y CABALLERO P. 1999. *Inventariación piscícola de los ríos gallegos*. Ed. Xunta de Galicia.
- IUCN. 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org>. Accessed on 26 December 2013.
- LOIS S., ONDINA P., OUTEIRO A., AMAROR. Y SAN MIGUEL E. 2013. The north-west of the Iberian Peninsula is crucial for conservation of *Margaritifera margaritifera* (L.) in Europe. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24: 35-47. DOI:10.1002/aqc.2352
- MACHO J. 1878. *Unio margaritifera*. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 7: 244-245.
- MOORKENS E. 2011. *Margaritifera margaritifera*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. www.iucnredlist.org. Accessed on 26 December 2013.
- MORALES J.J., NEGRO A.L., LIZANA M., MARTÍNEZ A. Y PALACIOS J. 2004. Preliminary study of the endangered populations of pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in the River Tera (north-west Spain): habitat analysis and management considerations. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14: 587-596.
- REIS J. 2003. The fresh water pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia, Unionoida) rediscovered in Portugal and threats to its survival. *Biological Conservation*, 114: 447-452.
- SAN MIGUEL E., MONSERRAT S., FERNÁNDEZ C., AMARO R., HERMIDA M., ONDINA P. Y ALTABA C.R. 2004. Growth models and longevity of freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) in Spain. *Canadian Journal of Zoology*, 82: 1-10.
- SMITH D.G. 2001. Systematics and distribution of the Recent Margaritiferidae. In: Bauer G. and Wächtler K. (Eds.): Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida. *Ecological Studies*, 145: 337-357.
- VARANDAS S., LOPES-LIMA M., TEIXEIRA A.C., HINZMANN M., REIS J., CORTES R., MACHADO J. Y SOUSA R. 2013. Ecology of southern European pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*): first record of two new populations on the rivers Terva and Beça (Portugal). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23: 374-389.
- VELASCO J.C., ARAUJO R., BUENO R. Y LAGUNA A. 2002. Descubierta la población europea más meridional de la madreperla de río *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia, Unionoida), en la Península Ibérica (Río Águeda, Salamanca). *Iberus*, 20: 99-108.
- VELASCO J.C., ARAUJO R., BALSET J., TOLEDO C. Y MACHORDOM A. 2006. Primeros datos sobre la presencia de *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia, Unionoida) en la cuenca del Tajo (España). *Iberus*, 24: 69-79.
- VERDÚ J.R. Y GALANTE E. (eds.). 2009. *Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies en Peligro Crítico y En Peligro)*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- VON BERTALANFFY L. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on Growth Laws. II). *Human Biology*, 10(2): 181-213.
- YOUNG M. Y WILLIAMS J. 1984. The reproductive biology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (LINN.) in Scotland. I. Field studies. *Archiv für Hydrobiologie*, 99: 405-422.
- YOUNG M. 1991. Conserving the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) in the British Isles and Continental Europe. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 1: 73-77.
- YOUNG M.R., COSGROVE P.J. Y HASTIE L.C. 2001. The extent of, and causes for, the decline of a highly threatened Naiad: *Margaritifera margaritifera*. En: Bauer, G., Wächtler, K. (eds.), *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- ZIUGANOV, V., ZOTIN, A., NEZLIN, L., TRETIAKOV, V. 1994. *The fresh water pearl mussels and their relationships with salmonid fish*. VNIRO Publishing House, Moscow.