

Establecimiento de la almeja asiática *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) en la cuenca del río Segura (SE Península Ibérica)

José M. Zamora-Marín*, Antonio Zamora-López, Ana Sánchez-Pérez, Mar Torralva and Francisco J. Oliva-Paterna*

Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad de Murcia, 30100 Campus de Espinardo, Murcia, España.

* Corresponding author: josemanuel.zamora@um.es; fjoliva@um.es

Received: 15/12/16

Accepted: 22/03/17

RESUMEN

Establecimiento de la almeja asiática *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) en la cuenca del río Segura (SE Península Ibérica)

En este trabajo se confirma el establecimiento de la especie exótica invasora *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) en la cuenca del río Segura, ampliando la distribución geográfica de la especie en la Península Ibérica. Se aporta información sobre su distribución y dinámica expansiva a través del propio cauce principal del río Segura y de conducciones artificiales derivadas para la agricultura. La estructura poblacional de la especie refleja probablemente efectos de la regulación en el régimen de caudales. Se proponen posibles hipótesis en lo referente a su invasión en la cuenca: (1) introducción a través del Trasvase Tajo-Segura y (2) una colonización a través de actuaciones involuntarias o negligentes relacionadas con el tránsito de material y embarcaciones destinadas a actividades deportivas, así como la introducción de especies objeto de pesca deportiva.

Palabras clave: moluscos invasores, especies exóticas, dispersión, río Segura

ABSTRACT

Establishment of the Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the Segura River Basin (SE Iberian Peninsula)

*The present study confirms the establishment of the invasive exotic species *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the Segura River Basin, widening the geographical distribution of the species in the Iberian Peninsula. We show its distribution and information about the expansive dynamic through the main channel of Segura River and through the man-made channels for the agricultural purpose. The population structure of the species probably reflected effects of flow regulation. We propose two possible hypotheses concerning the invasion of this exotic species: (1) introduction into the basin through the Tajo-Segura interbasin water transfer system, and (2) the involuntary or negligent actions related to the transit of material and boats, and the introduction of fish for sport fishing as pathways for the clam colonization.*

Key words: *invasive mollusks, alien species, dispersal, Segura River*

INTRODUCCIÓN

La almeja asiática, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), es un bivalvo nativo de las aguas continentales y estuarios del sureste de Asia, Australia y África (McMahon, 1983) que ha invadido ampliamente los ecosistemas acuáticos de los continentes americano y europeo desde que fuese introducida en 1924 y en 1980, respectivamente (Araujo *et al.*, 1993). La primera cita para la Península Ibérica, que constituye también el primer registro para el continente europeo, fue en el estuario del río Tajo en 1980 (Mouthon, 1981), siendo detectada en aguas españolas de la cuenca del río Guadiana una década más tarde (Pérez-Quintero, 1990). Desde entonces, este molusco invasor ha experimentado una rápida expansión por el territorio peninsular y actualmente se encuentra presente casi en la totalidad de las grandes demarcaciones hidrográficas ibéricas (Rivas-Rodríguez, 2013). La invasión más reciente es la que ha tenido lugar en la cuenca del río Segura, donde la almeja asiática fue detectada por primera vez en 2013 en prospecciones reali-

zadas por la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS). El objetivo de este trabajo es confirmar el establecimiento de *C. fluminea* en la cuenca del río Segura, así como aportar información sobre la distribución, abundancia y estructura poblacional de la especie en el área de estudio.

Es una especie hermafrodita que alcanza la madurez sexual en su primer año de vida y se reproduce típicamente a través de fecundación cruzada (Rosa *et al.*, 2013). Este bivalvo muestra preferencia por sistemas dulceacuícolas de carácter lótico y fondos compuestos principalmente por arenas y arcillas, aunque presenta una elevada capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales (Rivas-Rodríguez, 2013). Entre otros aspectos, el impacto que produce sobre las infraestructuras hidráulicas y su afección sobre poblaciones de bivalvos nativos han motivado su inclusión en el Catálogo Español de Especies Invasoras (R.D. 630/2013, de 2 de agosto), lo que prohíbe su introducción en el medio, además de su posesión, transporte, tráfico y comercio de ejemplares vivos.



Figura 1. Localización de la Cuenca del río Segura y puntos de muestreo con presencia y ausencia de *C. fluminea*. Location of the Segura River Basin, river network and presence and absence points of *C. fluminea*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre febrero y agosto de 2016 se muestrearon 23 localidades, realizando tres prospecciones por localidad, ubicadas en el cauce principal de los dos grandes ejes fluviales de la cuenca del río Segura, ríos Mundo y Segura. El tramo muestreado abarca una longitud total de 152 km, correspondiendo a los 34 km del río Mundo aguas abajo de la entrada del trasvase Tajo-Segura, en el Embalse del Talave, y 118 km de continuidad en el río Segura (36.3 % de su longitud total) (Fig.1). En cada localidad de estudio la zona de muestreo fue seleccionada en base a una valoración visual de la composición del sustrato, atendiendo a las preferencias de hábitat descritas para la especie (Aguirre & Poss, 1999; Sousa *et al.*, 2008a), priorizando sobre microhábitats con proporción mayoritaria de arenas y limos. En aquellos puntos donde no se detectó su presencia se prospectó el resto de microhábitats presentes en zonas vadeables (<80 cm profundidad) hasta cubrir el espectro de heterogeneidad ambiental en términos de sustrato y recubrimiento vegetal. En cada localidad de muestreo, las variables relacionadas con la caracterización físicoquímica del agua se registraron por triplicado. A lo largo del ciclo anual agosto de 2015 – agosto de 2016, la temperatura del agua en los tramos fluviales muestreados osciló entre 9.9 y 23.4 °C. La información adicional sobre los puntos de muestreo se encuentra en el material complementario.

De forma paralela a los muestreos realizados

en tramos fluviales, se prospectaron seis canales o acequias de regadío con la intención de obtener muestras comparativas de la abundancia y estructura poblacional entre tramos fluviales y sistemas artificiales.

Las muestras fueron recogidas empleando una pequeña draga de arrastre de 2.5 dm³ y filtradas posteriormente a través de un tamiz con luz de malla de 5 mm. Los ejemplares recolectados fueron conservados en una disolución de alcohol etílico al 70 % y trasladados al laboratorio. Posteriormente, se midió la longitud antero-posterior (L) de la valva utilizando un calibre digital con precisión de 0.01 mm (Rivas-Rodríguez, 2013).

De forma adicional, se recopiló la información disponible sobre presencia de la especie en muestreos previos desarrollados en 2013 y 2014 por la CHS (Castillo-Esteban *com. pers.*, solicitud de registro NI-91/2016), así como otras citas comunicadas por parte de biólogos y naturalistas (ANSE, Tórtola, Ruiz-Rocamora y Aldeguer, *com. pers.*).

RESULTADOS

En 8 de las 23 localidades prospectadas en tramos fluviales se ha confirmado la presencia de almeja asiática, correspondiendo todas ellas al eje fluvial del río Segura (Fig. 1). El tramo con presencia constatada tiene una longitud aproximada de 45 km y la conectividad longitudinal está interrumpida por dos grandes presas (Presa de La Mulata y Presa del Azud de Ojós) y seis azudes de deriva-

Tabla 1. Registros de *C. fluminea* en la cuenca del río Segura según la información obtenida en el presente estudio (L: longitud antero-posterior). *Obtained records of C. fluminea in the Segura River Basin according to the present study (L: antero-posterior length).*

Localidad	Densidad (ind/dm ³)	Lmedia (mm)	Lmin-Lmax (mm)	Sustrato (%)		
				Arenas	Gravas	Limos
La Mulata	4.29	10.79	2.47-34.84	10		90
Hoya García	1.02	10.20	6.05-21.88	70		0
Azud Andelma	1.10	12.97	9.76-19.96	0		50
Azud El Menjú	1.52	8.93	6.19-23.75	20		0
Azud El Jarral	0.10	13.65	12.18-17.49	20		0
Ulea	0.92	13.80	8.57-21.95	20		0
Blanca	1.76	6.44	3.38-9.32	20		0
Archena	0.16	11.56	8.30-15.22	0		70
Acequia Hoya García	100.00	10.83	5.93-24.76	0		70

ción de agua para riego. Además, la especie ha sido detectada en, al menos, dos de los canales de regadío prospectados. Las densidades de las poblaciones encontradas en el tramo fluvial, calculadas con el valor promedio de las tres prospecciones en cada localidad, varían en un rango amplio, con un valor máximo de 4.29 ind/dm³ detectado en la localidad de La Mulata y una densidad mínima de 0.10 ind/dm³ en el tramo próximo al Azud de El Jarral (Tabla 1). No obstante, estas densidades resultaron significativamente inferiores en comparación con los 100 ind/dm³ observados en la Acequia de Hoya García (Tabla 1). El valor promedio de tamaños para los ejemplares detectados en el conjunto de localidades fue de 11.01 mm (L) ($L_{\max}=34.84$ mm; $L_{\min}=2.47$ mm) (Tabla 1).

En los tramos fluviales objeto de estudio la especie ha sido detectada principalmente en sustratos dominados por limos y gravas, con una menor contribución de arenas (Tabla 1). El sustrato predominado por arenas (>50 % composición) únicamente se ha localizado en tres de las 23 localidades prospectadas. La estructura poblacional muestra diferencias notables entre el cauce principal y la observada en acequias (Fig. 2). En el cauce principal, la estructura de tallas refleja diferencias consistentes entre poblaciones, desde localidades con tres clases modales bien diferenciadas (Fig. 2A; La Mulata), localidades con representación de un rango amplio de tallas pero dominancia de la clase modal o cohorte más joven (Fig. 2B; Azud El Menjú) y localidades con la representación exclusiva de la cohorte de menor talla (Fig. 2C; Blanca). En acequias, la estructura de tamaños presenta un alto grado de solapamiento entre las diferentes cohortes con una dominancia notable de las tallas inferiores ($L < 15$ mm) (Fig. 2D; Acequia Hoya García). Las distintas poblaciones detectadas en el cauce principal muestran una distribución de tallas diferente, posiblemente debido a la diferencia temporal en el proceso de invasión. De esta manera, en las localidades situadas aguas abajo en el rango de distribución muestreado la especie aparece en densidades muy bajas (Archena) o únicamente se detectan tallas inferiores (Fig. 2C; Blanca), apuntando a una invasión reciente en estos tramos fluviales.

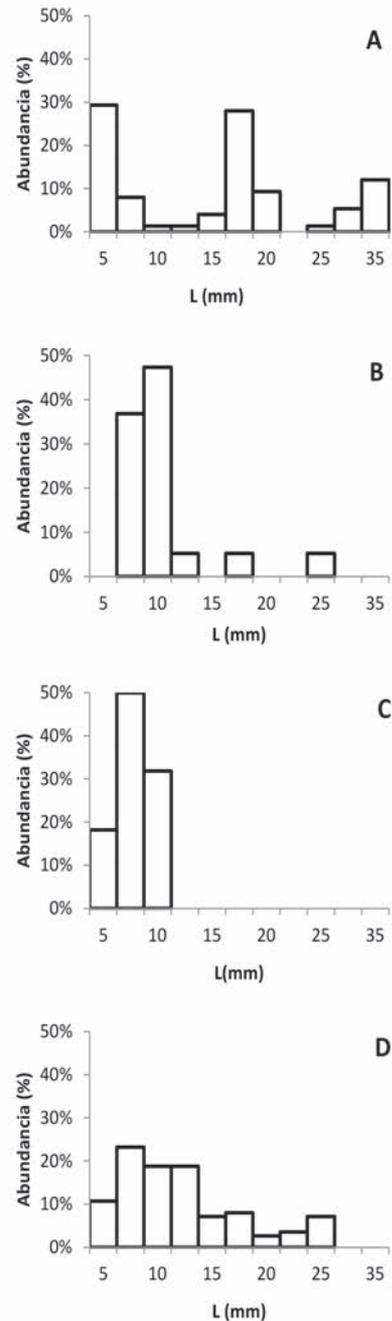


Figura 2. Distribución de frecuencias de tamaño en poblaciones de *C. fluminea* detectadas en tres localidades del cauce principal del río Segura (A: La Mulata, B: Azud El Menjú, C: Blanca) y sistemas artificiales (D: Acequia Hoya García), L: longitud antero-posterior). *Size-frequency distribution of C. fluminea populations detected in the Segura main channel (A: La Mulata, B: Azud El Menjú, C: Blanca) and artificial aquatic systems (D: Acequia Hoya García), (L: antero-posterior length).*

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo confirman el establecimiento de *C. fluminea* en el área de estudio y su dinámica expansiva en la cuenca. Desde su primera cita en el tramo de Hoya García en 2013, la especie ha ampliado su distribución aguas abajo en el cauce principal del río Segura, al menos en una longitud de 40 km. Esta rápida colonización está relacionada con el patrón de dispersión de larvas por deriva característico de la especie (Rosa *et al.*, 2014) y la amplia red de regadío que caracteriza a las partes medias y bajas de la cuenca. Además, características típicas de su biología como la elevada tasa de crecimiento, el ciclo vital corto, la temprana madurez sexual y su alta tasa de fecundidad son también determinantes para el éxito del proceso de invasión (Sousa *et al.*, 2008a). En un periodo inferior a cuatro ciclos anuales, la especie muestra en el río Segura poblaciones con una talla máxima similar a la observada en otras cuencas peninsulares (Rivas-Rodríguez, 2013). Además su densidad y estructura poblacional, principalmente en la Acequia de Hoya García, reflejan sin duda la demografía típica de la especie en procesos de invasión y colonización.

El sustrato en las localidades del cauce principal donde se ha detectado la presencia de *C. fluminea* en este estudio se compone básicamente de gravas y arenas. *C. fluminea* también ha sido localizada en microhábitats que contrastan significativamente por la dominancia de limos (Tabla 1), normalmente menos idóneos para la especie (Matthews & McMahon, 1999; Ilarri *et al.*, 2011). No obstante, es probable que al tratarse de tramos fluviales las condiciones de anoxia no sean letales para la especie.

C. fluminea muestra una mayor capacidad invasora en ecosistemas sin importantes oscilaciones hidrológicas estacionales (Sousa *et al.*, 2008b), aspecto que puede explicar la elevada densidad detectada en sistemas con caudales circulantes durante la mayor parte del año, como ocurre en las acequias de regadío. Por otro lado, el régimen de caudales en los cauces principales de la cuenca del Segura está sujeto a una fuerte regulación debido al intenso desarrollo agrícola (Belmar *et al.*, 2013), que puede dificultar el

reclutamiento de juveniles o el establecimiento de la especie en sectores del tramo fluvial objeto de estudio. La modificación antrópica de los flujos naturales puede resultar en una simplificación del ecosistema fluvial con consecuencias importantes sobre los componentes faunísticos (Eskew *et al.*, 2012). Los efectos de la regulación en el régimen de caudales pueden explicar, en cierta medida, la disparidad entre las estructuras poblacionales detectadas en diferentes localidades del cauce, así como su comparación con las observadas en canalizaciones o acequias de regadío.

En el área de estudio no existen trabajos previos sobre la tasa de crecimiento y el período de liberación larvaria por lo que resulta complicado estimar el número de eventos de liberación al año. No obstante, la distribución de tallas observada en las localidades de La Mulata y Acequia de Hoya García podrían responder a un modelo, al menos, bianual de liberación de larvas (McMahon, 2000).

Una hipótesis que explica la colonización de este sector de la cuenca por parte de *C. fluminea* es su entrada a través del trasvase Tajo-Segura, si bien, la especie no ha sido localizada en la totalidad del tramo esperado aguas abajo del Embalse del Talave (punto de entrada del trasvase en la cuenca) (Fig. 1). Este aspecto puede deberse a la modificación de caudales previamente aludida, que dificulta el establecimiento de la especie en las partes altas o provoca la presencia de densidades muy bajas, minimizando la probabilidad de detección. Aún así, la especie fue detectada en las prospecciones desarrolladas por la CHS en sistemas artificiales con hábitat más propicio para su establecimiento dentro del tramo esperado. Por otro lado, el papel del Trasvase Tajo-Segura como vector de entrada de especies alóctonas en la cuenca ha sido previamente señalado en diversos estudios principalmente con peces (Oliva-Paterna *et al.*, 2014). La presencia de *C. fluminea* en la cuenca del río Júcar ha sido confirmada (F. Alonso, *com. pers.*), aunque la especie no está citada en el Embalse de Alarcón, sistema de abastecimiento del trasvase, probablemente por la ausencia de seguimientos específicos. Esta situación plantea dudas sobre la posibilidad de que el trasvase Tajo-Segura haya ejercido como vía de entrada para *C. fluminea* en la cuenca del río

Segura. Por otro lado, la expansión de la especie a través de los canales de derivación que distribuyen el agua del trasvase, quedaría confirmada por las citas presentadas en este estudio en áreas lejanas al propio cauce del Segura con un importante desarrollo agrícola (Fig. 1, Tabla S1, disponible en www.limnetica.net/es/limnetica).

Dada la presencia de cotos intensivos de pesca en el tramo fluvial donde *C. fluminea* fue citada por primera vez en el área de estudio, junto con la importante presión de actividades náuticas deportivas (piragüismo, rafting, etc.), otra posibilidad sería la colonización de la cuenca a través de actuaciones involuntarias o bien negligentes, es decir, vías de entrada de riesgo sin medidas de prevención adecuadas (ej. antropocoria relacionada con el tránsito de material y embarcaciones entre cuencas, sueltas periódicas de peces en cotos intensivos, etc.). Este mecanismo de dispersión no natural ya ha sido propuesto para explicar la expansión de la almeja asiática en otras cuencas (Brancotte & Vincent, 2002).

En nuestros sistemas acuáticos peninsulares, el establecimiento de especies invasoras es uno de los factores negativos más importantes que afectan a la supervivencia de las especies endémicas (García-Berthou, 2007). Existe abundante bibliografía que describe el impacto ecológico de *C. fluminea* en el hábitat receptor o sobre las especies nativas, especialmente sobre náyades (Sousa *et al.*, 2008a; Ilari *et al.*, 2011; entre otros). En el área de estudio la única especie de náyade con registro histórico es *Potomida littoralis* (Vidal-Abarca & Suárez, 1985) y, aunque se desconoce su situación actual, no se descarta la existencia de poblaciones relictas (Tórtola, 2012) que probablemente se verían afectadas negativamente por la expansión de *C. fluminea*. Además, los impactos económicos derivados de su establecimiento y expansión pueden suponer importantes pérdidas para el sector agrícola del sureste. En infraestructuras de regadío la especie alcanza altas densidades, llegando incluso a colmar e inutilizar estos sistemas o canalizaciones artificiales (McMahon, 1983). En consecuencia, resulta urgente la evaluación exhaustiva de la situación, así como la aplicación de medidas de control y prevención que puedan disminuir la invasión de esta u otras especies invasoras.

AGRADECIMIENTOS

La cesión de datos de la Confederación Hidrográfica del Segura a través de Eva Castillo Esteban (solicitud de registro NI-91_2016). Parte de las campañas de muestreo se han realizado en el contexto de los proyectos LIFE+ Segura Riverlink y LIFE+ Ripisilvanatura. Se agradece al resto de personal de la línea de investigación sus aportaciones y colaboración en los trabajos de campo. La Asociación de Naturalistas del Sureste, Ángel Tórtola, Adrián Ruiz-Rocamora, Maripaz Aldeguer y Rafael Partera (ACPES) aportaron valiosas citas que han contribuido a complementar la información del presente trabajo.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, W. & S. G. POSS. 1999. *Non-indigenous species in the Gulf of Mexico ecosystem: Corbicula fluminea* (Muller, 1774). Gulf States Marine Fisheries Commission (GSMFC).
- ARAUJO, R., D. MORENO & A. RAMOS. 1993. The Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Europe. *American Malacological Bulletin*, 10(1): 39-49.
- BELMAR, O., D. BRUNO, F. MARTÍNEZ-CAPEL, J. BARQUÍN & J. VELASCO. 2013. Effects of flow regime alteration on fluvial habitats and riparian quality in a semiarid Mediterranean basin. *Ecological Indicators*, 30: 52-64. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.01.042>.
- BRANCOTTE, V. & T. VINCENT. 2002. The invasion of french hydrographic system by the molluscs *Corbicula* spp details of settlement and main role of ship canals. *Bulletin Français De La Peche Et De La Pisciculture*: 325-337.
- ESKEW, E. A., J. P. STEVEN & M. E. DORCAS. 2012. Effects of river-flow regulation on anuran occupancy and abundance in riparian zones. *Conservation Biology*, 26(3): 504-512. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01842.x>.
- GARCÍA-BERTHOU, E. 2007. The characteristics of invasive fishes: what has been learned

- so far? *Journal of Fish Biology*, 71(D): 33-55. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01668.x>.
- ILARRI, M. I., C. ANTUNES, L. GUILHERMINO & R. SOUSA. 2011. Massive mortality of the Asian clam *Corbicula fluminea* in a highly invaded area. *Biological Invasions*, 13: 277-280. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9833-5>.
- MATTHEWS, M. A. & R. F. MCMAHON. 1999. Effects of temperature and temperature acclimation on survival of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) and Asian clam (*Corbicula fluminea*) under extreme hypoxia. *Journal of Molluscan Studies*, 65: 317-325. <https://doi.org/10.1093/mollus/65.3.317>.
- MCMAHON, R. F. 1983. Ecology of an invasive pest bivalve, *Corbicula*. En: *The Mollusca*, 6. W. D. Russel-Hunter (ed.): 505-561. Academic press Inc., New York.
- MCMAHON, R. F. 2000. Invasive characteristics of the freshwater bivalve *Corbicula fluminea*. En: *Nonindigenous Freshwater Organisms: Vectors, Biology and Impacts*. Claudi, R. & Leach, J. H. (eds.): 315-343. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- MOUTHON, J. 1981. Sur la présence en France et au Portugal de *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) originaire d'Asie. *Basteria*, 45: 109-116.
- OLIVA-PATERNA, F. J., D. VERDIELL-CUBEDO, A. RUIZ-NAVARRO & M. TORRALVA. 2014. La ictiofauna continental de la Cuenca del río Segura (S.E. Península Ibérica): décadas después de Mas (1986). *Anales de Biología*, 36: 37-45. <http://dx.doi.org/10.6018/analesbio.36.7>.
- PÉREZ-QUINTERO, J. C. 1990. Primeros datos sobre la presencia de *Corbicula fluminea* Müller (Bivalvia, Corbiculidae) en España. *Scientia Gerundensis*, 16(1): 175-182.
- RIVAS-RODRÍGUEZ, S. 2013. *Biología y ecología del bivalvo invasor Corbicula fluminea (Müller, 1774) (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea) en el tramo internacional del río Miño (Galicia, España)*. Ph. D. Thesis. Universidad de Santiago de Compostela, España.
- ROSA, I. C., J. L. PEREIRA, R. COSTA, J. GOMES, M. L. PEREIRA & F. GONÇALVES. 2014. Dispersal of *Corbicula fluminea*: factors influencing the invasive clam's drifting behavior. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 50: 37-47. <https://doi.org/10.1051/limn/2013069>.
- SOUSA, R., C. ANTUNES & L. GUILHERMINO. 2008a. Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 44(2): 85-94. <http://dx.doi.org/10.1051/limn:2008017>.
- SOUSA, R., M. RUFINO, M. GASPAR, C. ANTUNES & L. GUILHERMINO. 2008b. Abiotic impacts on spatial and temporal distribution of *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the River Minho Estuary, Portugal. *Aquatic Conservation-Marine Freshwater Ecosystem*, 18: 98-110. <https://doi.org/10.1002/aqc.838>.
- TÓRTOLA, A. 2012. Fauna malacológica de las acequias de la Huerta de Murcia. *Boletín de la Asociación Cultural Paleontológica Murciana*, 7: 109-114.
- VIDAL-ABARCA, C. & M. L. SUÁREZ. 1985. *Lista faunística y bibliográfica de los Moluscos (Gastropoda & Bivalvia) de las aguas continentales de la Península Ibérica y Baleares*. Asociación Española de Limnología, Madrid.