



## Los moluscos alóctonos del Mediterráneo occidental: estatus actual y tendencias futuras

Joaquín López-Soriano<sup>1\*</sup> & Sergio Quiñonero-Salgado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Associació Catalana de Malacologia, Museu Blau, Plaça Leonardo da Vinci 4-5, 08019 Barcelona, Spain

Rebut el 8 de setembre de 2022

Acceptat el 8 de novembre de 2022

Editat per Jordi Cadevall

**Paraules clau:** invasions, lessepsianes, tropicalització, aqüicultura, aigües de last, hotspots

**Keywords:** invasions, lessepsian species, tropicalization, aquaculture, ballast water, hotspots

### RESUM

La Mar Mediterrània constitueix un immens laboratori natural per a l'estudi de les invasions biològiques. L'apertura del Canal de Suez el 1869 va constituir el principal punt de partida d'aquest fenomen en la conca, que s'està accelerant com a conseqüència d'accions d'origen antròpic i per l'escalfament global dels oceans. La presència i els efectes causats per les espècies exòtiques són força diferents entre les regions de la Mediterrània, havent estat la subconca occidental la menys estudiada, donat el menor nombre d'espècies registrades, en comparació amb les altres subconques. En la present nota es llisten de forma actualitzada les espècies de mol·luscs amb poblacions assentades conegudes en la subconca occidental, i s'indiquen aquelles que podrien presentar una alta probabilitat d'arribada durant els propers anys.

### ABSTRACT

The Mediterranean Sea is an immense natural laboratory for the study of biological invasions. The opening of the Suez Canal in 1869 was likely the starting point of this event in this basin, which is accelerating as a consequence of different actions of anthropic origin, as well as the global warming of oceans. The presence of and the effects caused by exotic species are quite different among the different regions of the Mediterranean Sea, being the western basin the least studied by far, given the lower number of registered species, in comparison with the other basins. In the present note, an updated list is given with all the exotic mollusks presenting established populations in Western Mediterranean, as well as those that may have a high risk of arrival in the coming years.

© Associació Catalana de Malacologia (2022)

### Introducción

La llegada y proliferación de especies invasoras constituye uno de los principales factores que amenazan la biodiversidad del planeta. En los sistemas marinos, altamente interconectados entre sí, se conocen numerosas especies que han sido localizadas de forma reciente fuera de su teórico ámbito nativo, aunque no siempre es sencillo precisar de forma fehaciente si esta presencia corresponde a fenómenos de invasión o a un conocimiento incompleto previo de su biología (especies criptogénicas). En cualquier caso, es indiscutible que el Mar Mediterráneo, con menos de un 1% de la extensión de todos los océanos, constituye un punto caliente (*hotspot*) para las invasiones biológicas, con cifras que han aumentado de forma remarcable en los últimos años, y que ya representan porcentajes de la biodiversidad y biomasa muy notables en ciertas áreas (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2019a).

Son diversos los motivos para la particularidad mediterránea. La apertura del Canal de Suez en 1869 permitió contactar de forma directa el mar Rojo con el Mediterráneo, favoreciendo el paso continuado de las llamadas especies lessepsianas, lo que parece la principal causa de la llegada de especies alóctonas, que podría incluso incrementarse con su reciente ampliación (Galil *et al.*, 2015). El intenso tráfico marítimo en la cuenca (en particular debido

a las aguas de lastre de los buques de carga) y el desarrollo de la acuicultura comercial, han generado efectos sinérgicos con el primer factor, amplificando las consecuencias en un mar casi cerrado como el Mediterráneo (Zenetos *et al.*, 2010; López Soriano & Quiñonero Salgado, 2019a). El aumento de las temperaturas de sus aguas, fenómeno llamado generalmente "tropicalización" (Oliverio, 2000; Bianchi, 2007; Raitos *et al.*, 2010) parece haber contribuido también favorablemente al asentamiento de numerosas especies. Finalmente, la basura marina, particularmente la procedente de las instalaciones de acuicultura, representa un factor emergente para la ulterior dispersión secundaria de numerosos organismos alóctonos ya asentados previamente en alguna localidad cercana, si bien todavía es un factor muy poco estudiado (Katsanevakis & Crocetta, 2014; Rech *et al.*, 2018; Haram *et al.*, 2021), con quizás la excepción de los restos del último gran tsunami de Japón en el Pacífico (Therriault *et al.*, 2018).

El mar Mediterráneo puede subdividirse en diversas subcuencas, en función de la composición de su biota y ciertos factores abióticos, principalmente la temperatura y las corrientes marinas: Mediterráneo oriental, Mediterráneo central, Adriático, y Mediterráneo occidental (EEA, 2017). Esta subdivisión también afecta de alguna manera a la distribución de las especies foráneas presentes, con un marcado gradiente este-oeste en el número de especies exóticas, debido a la elevada llegada de especies o de sus propágulos a través del Canal de Suez. A su vez, esto también determina una proporción distinta en el origen de las mismas, con un porcentaje relativo mucho más bajo para las lessepsianas y más elevado para aguas de lastre y

\*Autor corresponsal.

Adreça electrònica: qlopez@yahoo.com

acuicultura en la subcuenca occidental (Tsiamis *et al.*, 2018; López Soriano & Quiñonero Salgado, 2019a).

La subcuenca occidental incluye las aguas al oeste del Canal de Sicilia, que constituye una barrera importante para la dispersión de muchas especies, particularmente numerosas lessepsianas que presentan alguna fase planctónica en su ciclo biológico, de manera que pocas consiguen llegar y asentarse en esta subcuenca, en comparación con las costas más orientales. Esta observación, válida para numerosos organismos marinos, es particularmente evidente para los moluscos, que constituyen el grupo biológico con mayor número de especies foráneas en toda la cuenca mediterránea (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2019a). Así, por ejemplo, hasta hace pocos años solo se conocía una única especie de molusco prototípicamente lessepsiana asentada en las costas de la península Ibérica, frente a varias docenas en las costas de Israel, Líbano o Grecia, por ejemplo (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2019a). Sin embargo, dada la continua llegada de nuevas especies exóticas, sean genuinamente lessepsianas o arribadas a través de las otras vías ya mencionadas, la tendencia podría cambiar, aspecto además afectado por la entrada de especies atlánticas a través del Estrecho de Gibraltar.

El objetivo de la presente nota es dar a conocer el estado actual de las especies de moluscos alóctonos en la subcuenca occidental, que es con diferencia la menos estudiada en este aspecto, y apuntar a posibles nuevas llegadas que cabe esperar en un futuro inmediato, a la vista de las observaciones más recientes de especies foráneas en regiones próximas.

### Moluscos alóctonos en la subcuenca occidental

A continuación, se detallan las especies de moluscos exóticos citados en la bibliografía para la cuenca suboccidental del Mediterráneo con aparentes poblaciones establecidas (ver tabla 1). Para interpretar adecuadamente este listado, cabe considerar no solo el posible origen críptico de algunas especies, sino también que algunas especies de ámbito subtropical pueden extender su rango nativo de distribución atlántico a las costas mediterráneas próximas (Estrecho de Gibraltar y mar de Alborán). Entre estas últimas, se han considerado unas pocas especies como alóctonas en este listado, solo si han ampliado de forma reciente su rango de distribución hacia el norte o el este, rompiendo las barreras previas que delimitaban (al menos aparentemente) su área de distribución nativa. En la parte final de este apartado se mencionan también aquellas especies con alguna cita aislada, pero para las que no hay evidencia de su establecimiento en la subcuenca, por lo que su presencia cabría considerarla como accidental o anecdótica, mientras no haya nuevas citas que confirmen una presencia estable.

#### Clase Gastropoda Cuvier, 1795

##### Familia Aeolidiidae Gray, 1827

*Anteaeolidiella foulisi* (Angas, 1864). Especie indopacífica de nudibranquio que ha sido hallada en costas atlánticas y mediterráneas, incluidas las costas italianas tirrenas, posiblemente introducida por aguas de lastre. No obstante, es posible que pertenezca a un complejo de especies mal caracterizado, que incluya alguna especie nativa del Mediterráneo (Crocetta *et al.*, 2013).

##### Familia Aglajidae Pilsbry, 1895 (1847)

*Biuve fulvipunctata* (Baba, 1938). Especie de opistobranquio nativo del Indopacífico tropical, ampliamente distribuido por el Mediterráneo oriental y central, con citas en el sur de Francia (Horst, 2015) y Baleares (Malaquías *et al.*, 2016) en la subcuenca occidental.

**Tabla 1.** Listado actualizado con las especies de moluscos exóticos con presencia confirmada en el Mediterráneo occidental. Se indica su posible origen geográfico, y su vía de entrada más probable. LES: Lessepsiana; ATL: Atlántico; IND: Indopacífico; PAC: Pacífico. LAS: aguas de lastre; AQU: acuicultura; DIS: dispersión larvaria. Se marca con interrogante (?) cuando no hay una evidencia contrastada en la bibliografía.

Especie	Origen	Entrada
<i>Anadara kagoshimensis</i>	IND	LAS
<i>Anadara transversa</i>	ATL	AQU
<i>Anteaeolidiella foulisi</i>	IND	LAS
<i>Aplus assimilis</i>	ATL	?
<i>Aplysia dactylomela</i>	ATL	DISP
<i>Arcuatula senhousia</i>	IND	AQU
<i>Biuve fulvipunctata</i>	IND	LAS
<i>Bostrycapulus odites</i>	PAC	LAS
<i>Brachidontes pharaonis</i>	LES	LAS
<i>Bursatella leachii</i>	ATL	LAS
<i>Cerithium scabridum</i>	LES	LAS
<i>Crepidula fornicata</i>	ATL	AQU
<i>Crepidipatella dilatata</i>	PAC	AQU
<i>Eastonia rugosa</i>	ATL	DIS
<i>Favorinus ghanensis</i>	ATL	?
<i>Finella pupoides</i>	IND	LAS
<i>Fulvia fragilis</i>	LES	LAS
<i>Haloa japonica</i>	PAC	AQU
<i>Haminoea cyanomarginata</i>	LES	LAS
<i>Magallana gigas</i>	PAC	AQU
<i>Marginella glabella</i>	ATL	?
<i>Melibe viridis</i>	IND	LAS
<i>Mercenaria mercenaria</i>	ATL	AQU
<i>Mitrella psilla</i>	ATL	LAS
<i>Mya arenaria</i>	ATL	AQU
<i>Nucella lapillus</i>	ATL	AQU
<i>Pinctada radiata</i>	LES	LAS
<i>Polycera hedgpethi</i>	IND	LAS
<i>Polycerella emertoni</i>	ATL	LAS
<i>Ruditapes philippinarum</i>	IND	AQU
<i>Theora lubrica</i>	PAC	LAS
<i>Xenostrobus securis</i>	PAC	LAS

##### Familia Aplysiidae Lamarck, 1809

*Aplysia dactylomela* Rang, 1828. Especie de origen atlántico, llegada presumiblemente a través del estrecho de Gibraltar. Fue localizada inicialmente en Lampedusa en 2002, y con posterioridad en numerosos puntos del Mediterráneo oriental (Turquía, Líbano, Siria, Israel, Chipre), Mediterráneo central (Grecia, Malta), Adriático (Croacia, Italia) y Mediterráneo occidental (Sicilia occidental,

Calabria, Baleares, Cataluña), que demuestran una distribución generalizada por toda la cuenca (Crocetta *et al.*, 2013; Manino *et al.*, 2014; Moles *et al.*, 2017).

***Bursatella leachii* (De Blainville, 1817).** Especie de grandes dimensiones ampliamente extendida por toda la cuenca mediterránea (Selfati *et al.*, 2017). Inicialmente se consideró una especie típicamente lessepsiana, dada su evidente progresión este-oste en la cuenca, pero estudios genéticos recientes sugieren que sería en realidad más probablemente de origen atlántico (Bazzicalupo *et al.*, 2018).

#### Familia Calyptraeidae Lamarck, 1809

***Bostrycapulus odites* Collin, 2005.** Citada en el puerto de Alicante, adonde habría llegado a través de aguas de lastre de grandes buques de carga (Collin *et al.*, 2010). Esta especie presenta desarrollo larvario no planctotrófico, por lo que su posible dispersión a otros puntos con ambientes similares (puertos comerciales y lagunas litorales) parece condicionada por acción antrópica directa. Fue inicialmente citada en el Mediterráneo como *Crepidula calyptraeiformis* Deshayes, 1830, y más tarde como *Crepidula aculeata* (Gmelin, 1791).

***Crepidula fornicata* (Linnaeus, 1758).** Especie nativa de la costa atlántica norteamericana, que se estableció en Europa a finales del siglo XIX, para extenderse posteriormente por la mayor parte del litoral atlántico europeo. Existen diversas citas mediterráneas, estando presente en la cuenca occidental al menos en varios puntos de Cataluña y la laguna de Thau (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2016). Tanto su introducción como su dispersión parecen directamente asociadas al cultivo de ostras. En el Mediterráneo no se han descrito efectos adversos sobre los ecosistemas, a diferencia de lo observado en algunos puntos del Atlántico (por ejemplo, las rías gallegas) donde forma poblaciones muy densas.

***Crepidatella dilatata* (Lamarck, 1822).** Especie originaria de las costas pacíficas y atlánticas sudamericanas. Su llegada a Europa parece asociada a la acuicultura de bivalvos, ya que se produjo en zonas de Galicia donde se localizan numerosas instalaciones de este tipo. La única población mediterránea conocida está en el delta del Ebro (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2014), donde parece estar asentada varios años después de su detección inicial (López Soriano & Quiñonero Salgado 2021). Al presentar desarrollo larvario no planctotrófico, parece poco probable cualquier dispersión a grandes distancias que no sea debida a factores antrópicos directos.

#### Familia Cerithiidae J. Fleming, 1822

***Cerithium scabridum* Philippi, 1848** (Figura 1B). Especie lessepsiana que ya estaba presente en el Mediterráneo oriental a finales del siglo XIX. Muy abundante en puntos del Mediterráneo central y oriental, particularmente el Golfo de Gabes (Túnez), donde forma densas colonias a escasa profundidad. Tras diversas citas que ya mostraban una presencia consolidada en la subcuenca occidental y aguas próximas de la cuenca central, entre localidades de Malta, norte de Sicilia y costas occidentales de Calabria (Garilli & Carusso, 2004), la especie dio un salto a la península Ibérica sin escalas aparentes, con presencia consolidada al menos en el Mar Menor, la provincia de Castellón y sur de Cataluña (López Soriano *et al.*, 2018, 2020a,b).

#### Familia Columbelloidea Swainson, 1840

***Mitrella psilla* (Duclos, 1846).** Especie de origen atlántico que presenta tres localidades conocidas en el Mediterráneo occidental, donde forma colonias muy densas: Golfo de Túnez, costa del Lazio y Comunidad Valenciana (Antit *et al.* 2010; Nappo *et al.*, 2019; Marco Magraner *et al.*, 2020; Martínez-Ortí *et al.*, 2020). Recientemente se ha publicado su llegada a la costa oriental de Sicilia, ya en la cuenca mediterránea central (Scuderi & Villari, 2022). Su entrada sin duda

ha sido debida a transporte por embarcaciones, ya que los puntos colonizados son todos importantes puertos comerciales, y dado su desarrollo larvario no planctotrófico.

#### Familia Facelinidae Bergh, 1889

***Favorinus ghanensis* Edmunds, 1968.** Especie de nudibranchio propia de las costas africanas (Ghana), citada como invasora en la costa atlántica de Marruecos (Tamsouri *et al.*, 2014). Existe una cita en el puerto de Radès (Golfo de Túnez), espacio que pertenece a la cuenca occidental (Ben Soussi *et al.*, 2004).

#### Familia Haminoeidae Pilsbry, 1895

***Haloa japonica* (Pilsbry, 1895).** Originaria del Japón, ha sido introducida a través de cargamentos de la almeja japonesa en puntos de la costa pacífica de Estados Unidos, Adriático, costas de Galicia y Asturias (Álvarez *et al.*, 1993; Crocetta *et al.*, 2013). En la subcuenca occidental se presenta en las costas italianas del Lazio y Campania. Algunos autores sugieren que puede estar ampliamente distribuida por todas las costas italianas (Crocetta *et al.*, 2013).

***Haminoea cyanomarginata* Heller & Thompson, 1983.** Especie lessepsiana ampliamente distribuida por el Mediterráneo: Turquía, Malta, Italia, Chipre, Croacia, Libia (Rizgalla *et al.*, 2018). El punto más occidental conocido hasta la fecha son las islas Baleares (Fernández-Vilert *et al.*, 2018).

#### Familia Marginellidae J. Fleming, 1828

***Marginella glabella* (Linnaeus, 1758).** Especie originaria del noroeste de África y Canarias. Se conoce una única población en el Mediterráneo, en el puerto pesquero de Málaga. Se considera que su introducción fue debida a los descartes de pescadores con base en dicho puerto que faenaban en el continente africano (Luque *et al.*, 2012). No parece haberse expandido hasta la fecha a otros puntos.

#### Familia Muricidae Rafinesque, 1815

***Nucella lapillus* (Linnaeus, 1758)** (Figura 1D). Especie propia de las costas atlánticas europeas y norteamericanas, donde es abundante. Citada en el Mediterráneo central en aguas griegas (Manousis *et al.*, 2018). Existen dos citas en la subcuenca occidental, debidas a translocaciones de acuicultura: Marbella (Málaga) y delta del Ebro (Barrajón Mínguez & Barrajón Doménech, 2012; López Soriano & Quiñonero Salgado, 2015). No obstante, no se ha confirmado ninguna de las dos poblaciones como establecida, aunque en la segunda se ha localizado regularmente.

#### Familia Pisaniiidae Gray, 1857

***Aplus assimilis* (Reeve, 1846)** (Figura 1A). Especie de origen atlántico que recientemente ha establecido poblaciones en el Mediterráneo occidental (delta del Ebro y cercanías, Lazio, Cerdeña) y Túnez (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2014; Nappo & Loi, 2015; Nappo *et al.*, 2018, Martínez-Ortí *et al.*, 2020). Recientemente se ha publicado su llegada a la costa oriental de Sicilia, ya en la cuenca mediterránea central (Scuderi & Villari, 2022). Algunos autores sugieren un posible origen mediterráneo críptico (Aissaoui *et al.*, 2016), aunque parece más probable una introducción reciente desde el Atlántico.

#### Familia Polyceridae Alder & Hancock, 1845

***Polycera hedgpethi* Er. Marcus, 1964.** Especie de distribución circuntropical, extendida por numerosos puntos del planeta. Entre otros, se ha localizado como invasor en la costa cantábrica (Santander), Golfo de Cádiz (diversos puntos de Algarve y provincia

de Huelva), y varios puntos de las costas mediterráneas occidentales (Cervera *et al.*, 1991; Keppel *et al.*, 2012; Giacobbe & De Matteo, 2013; Martín Álvarez *et al.*, 2020).

***Polycerella emertoni* Verrill, 1880.** Especie atlántica citada en el delta del Ebro (Camps & Prado, 2018) y previamente en puntos de Túnez, Malta, Italia y Grecia (Tamsouri *et al.*, 2014). Dado su pequeño tamaño, es plausible que muchas poblaciones hayan pasado desapercibidas hasta la fecha, y que presente un rango de distribución bastante más extenso en buena parte del Mediterráneo.

#### Familia Scaliolidae Jousseaume, 1912

***Finella pupoides* Adams, 1860.** Especie indopacífica de pequeñas dimensiones, encontrada por primera vez en el Mediterráneo en 1958, y que se ha extendido por toda la cuenca oriental y Egeo (Öztürk & Can, 2006; Bogi & Galil, 2013). También ha sido encontrada en las costas tirrenas (Crocetta *et al.*, 2013).

#### Familia Tethyidae Rafinesque, 1815

***Melibe viridis* (Kelaart, 1858).** Opistobranquio de amplia distribución indopacífica, citada inicialmente en el Mediterráneo central en 1984, a la que siguieron citas en diversas zonas del Egeo, Jónico, Adriático, Chipre, Túnez (Golfo de Gabes), Malta y puntos muy cercanos al Canal de Sicilia (Borg *et al.*, 2009). En la subcuenca occidental ha sido citada en el norte de Cerdeña (Doneddu & Trainito, 2008). Se considera que habría llegado e incluso dispersado accidentalmente a través de embarcaciones, posiblemente incrustaciones y sedimentos transportados con anclas y cascos (Doneddu & Trainito, 2008).

#### Clase Bivalvia Linnaeus, 1758

#### Familia Arcidae Lamarck, 1809

***Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906).** Bivalvo de interés comercial cuya distribución nativa incluye Índico central y Pacífico occidental (desde India a Corea y Australia). Sus primeras citas mediterráneas son del Adriático norte hacia 1970, donde se podría haber introducido por aguas de lastre (Bañón *et al.*, 2015; Strafella *et al.*, 2017). Actualmente se encuentra distribuido por todo el Mediterráneo, mar Negro y mar de Azov, y con poblaciones atlánticas en Galicia y Francia. Forma altísimas densidades en los mares Adriático y Negro, al ser muy resistente a bajos niveles de oxígeno. En el Adriático desplaza a bivalvos de interés comercial, como almejas y berberechos (Strafella *et al.*, 2017).

***Anadara transversa* (Say, 1822)** (Figura 1E). Especie de origen norteamericano, extendida por todo el Mediterráneo. Su expansión está aparentemente muy ligada a la acuicultura de bivalvos. No existen demasiadas citas explícitas en la subcuenca occidental, pero está presente tanto en las costas ibéricas (delta del Ebro) como de la península itálica (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2018).

#### Familia Cardiidae Lamarck, 1809

***Fulvia fragilis* (Forsskål, 1775)** (Figura 1H). Bivalvo lessepsiano originario del Índico, extendido en la actualidad por toda la cuenca mediterránea, siendo localmente muy abundante en ciertos puntos (Rizgalla *et al.*, 2019a). Su llegada y dispersión fue debida muy probablemente a aguas de lastre. En el Mediterráneo occidental es particularmente abundante en el delta del Ebro (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2016). Suele colonizar fondos de arena de ámbitos estuarinos, y presenta cierta tolerancia a cambios de salinidad y contaminación. No se han descrito hasta la fecha efectos adversos de esta especie sobre la fauna nativa.

#### Familia Mactridae Lamarck, 1809

***Eastonia rugosa* (Helbling, 1779).** Especie nativa de las costas atlánticas africanas, incluyendo Canarias y Cabo Verde y sur de la península Ibérica, hasta el Cantábrico central. Aparentemente su ámbito nativo podría incluir las costas mediterráneas próximas al Estrecho de Gibraltar. En los últimos años ha aumentado considerablemente su área de distribución mediterránea, siendo abundante en Cataluña y costas italianas tirrenas (López Soriano *et al.*, 2010).

#### Familia Margaritidae Blainville, 1824

***Pinctada radiata* (Leach, 1814).** Fue una de las primeras especies lessepsianas conocidas, ya detectada en el Mediterráneo oriental a finales del siglo XIX. Ampliamente extendida por el Mediterráneo central y oriental, donde llega a formar colonias con altísimas densidades, pero poco común en el Adriático (Theodorou *et al.*, 2019). Tras diversas citas aisladas que sugerían una presencia no consolidada en la subcuenca occidental, finalmente la especie ha sido hallada formando una densa población en el delta del Ebro (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2019b) y también en puntos de Baleares y Mar Menor (Ballesteros *et al.*, 2020; Png-González *et al.*, 2021; Murcia Requena *et al.*, 2022). Es capaz de infestar jaulas de peces pelágicos usadas en acuicultura (Theodorou *et al.*, 2019), que podrían haber sido un vector clave en su expansión.

#### Familia Myidae Lamarck, 1809

***Mya arenaria* Linnaeus, 1758.** Especie norteamericana extendida a través de la acuicultura a numerosas localidades europeas atlánticas. Posteriormente se ha dispersado secundariamente más al sur, probablemente por el mismo vector, a puntos de la península Ibérica (desde el País Vasco hasta la ría de Aveiro en Portugal) y Mediterráneo central y Adriático (Crocetta & Turolla, 2011; Conde *et al.*, 2012). Hay una sola cita confirmada en el Mediterráneo occidental, en la laguna de Berre (Francia, cerca de Marsella) (Stora, 1976).

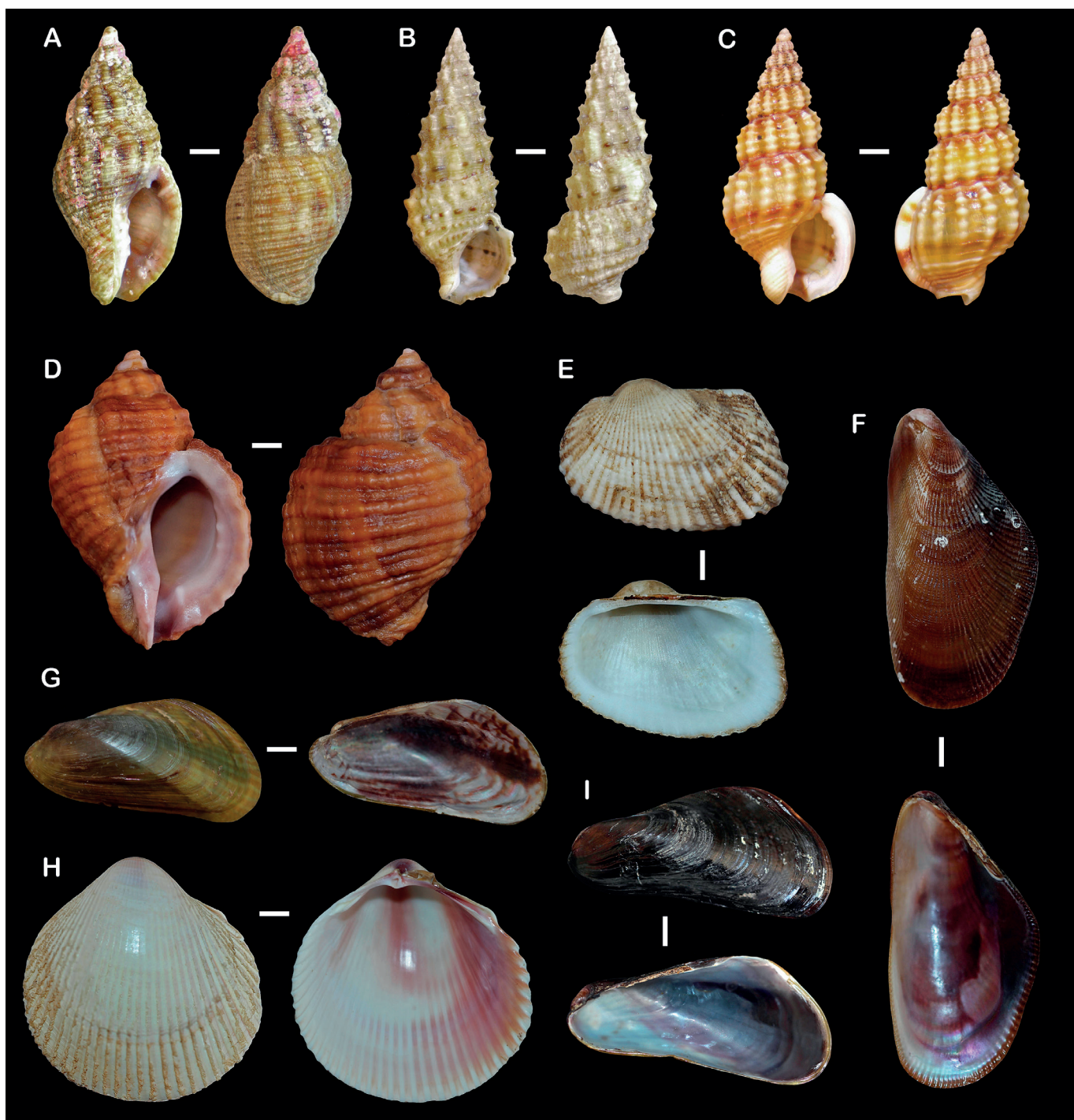
#### Familia Mytilidae Rafinesque, 1815

***Arcuatula senhousia* (Benson in Cantor, 1842)** (Figura 1G). Especie originaria del Pacífico, extendida por Norteamérica, Australia, costas atlánticas europeas, y por todo el Mediterráneo. Su expansión por esta cuenca está principalmente ligada a la acuicultura (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2018).

***Brachidontes pharaonis* (Fischer, 1870)** (Figura 1F). Fue una de las primeras especies lessepsianas conocidas. Su presencia es masiva en áreas del mediterráneo oriental y central. Recientemente ha sido citada en numerosos puntos de la isla de Sicilia, con poblaciones en sus costas occidentales y septentrionales, ya dentro de la cuenca occidental, así como en la costa tirrena de Calabria, Malta y Túnez (Misfud & Cilia, 2009; Sarà *et al.*, 2008, 2018). Es una especie capaz de modificar profundamente los hábitats rocosos donde se instala, siendo muy tolerante a la desecación y la salinidad. Puede alcanzar densidades superiores a los 10.000 ejemplares por metro cuadrado, desplazando a los bivalvos nativos (Sarà *et al.*, 2008). Modelos predictivos sugieren una extensión a toda la cuenca mediterránea en las próximas décadas (Sarà *et al.*, 2018), aunque ya ha sido localizada en la península Ibérica, en aguas del mar Menor y en puntos de la Comunidad Valenciana, mucho antes de lo previsto en estos modelos (Murcia Requena *et al.*, 2020; Martínez-Ortí & Escutia, 2021, Quiñonero-Salgado *et al.*, 2022).

***Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819)** (Figura 1I). Especie originaria de aguas salobres de Australia y Nueva Zelanda. Citada como invasora en Galicia y en diversos puntos del Mediterráneo (Adriático, sur de Francia, noroeste de Italia, Cerdeña y Cataluña) (Giusti *et al.*, 2008; Barbieri *et al.*, 2011; López Soriano & Quiñonero Salgado, 2016). Especie de vida corta y altísima capacidad reproductora, que infesta





**Figura 1.** Diversas especies alóctonas establecidas o con citas esporádicas en el Mediterráneo occidental. A) *Aplus assimilis* (Les Cases d'Alcanar, Tarragona, 18 mm). B) *Cerithium scabridum* (Mar Menor, 17 mm). C) *Tritia vaucheri* (Cádiz, 10 mm). D) *Nucella lapillus* (delta del Ebro, 27 mm). E) *Anadara transversa* (delta del Ebro, 15 mm). F) *Brachidontes pharaonis* (Mar Menor, 26 mm). G) *Arcuatula senhousia* (delta del Ebro, 22 mm). H) *Fulvia fragilis* (La Ràpita, Tarragona, 35mm). I) *Xenostrobus securis* (desembocadura del Fluvià, Girona, 36 mm)

rápido los puntos donde se asienta, principalmente lagunas litorales, desembocadura de ríos, puertos artificiales y aguas salobres de estuarios. No solo desplaza especies nativas por competición trófica, sino que puede transmitir patógenos a bivalvos de interés comercial (Barbieri *et al.*, 2011).

#### Familia Ostreidae Rafinesque, 1815

***Magallana gigas* (Thunberg, 1793).** Especie nativa de las costas pacíficas asiáticas (de Japón a Indonesia), ampliamente introducida como especie de cultivo en acuicultura por todo el mundo, y en Europa para reemplazar a la ostra nativa, *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758. Naturalizada hacia 1975 en las costas neerlandesas, en la actualidad parece presente en numerosas localidades atlánticas y

mediterráneas, con poblaciones abundantes en las costas tirrenas y sur de Francia (Nehring, 2011).

#### Familia Semelidae Stoliczka, 1870 (1825)

***Theora lubrica* Gould, 1861.** Especie de bivalvo de pequeñas dimensiones, originaria del Pacífico occidental, e introducida probablemente por aguas de lastre en diferentes puntos: Australia, Nueva Zelanda, California, Inglaterra, Países Bajos y País Vasco (Faasse *et al.*, 2019; Worsfold *et al.*, 2020). En el Mediterráneo, citada de Israel y el puerto de Livorno (Toscana) (Campani *et al.*, 2004; Faasse *et al.*, 2019). Especie muy resistente a cambios en los niveles de oxígeno y a la contaminación.

### Familia Veneridae Rafinesque, 1815

***Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758).** Especie nativa de las costas atlánticas norteamericanas, introducida para su cultivo en las costas pacíficas de Estados Unidos, costas atlánticas europeas y Adriático (Arias & Anadón, 2012). Naturalizada en costas atlánticas francesas y belgas, Asturias, posiblemente la laguna de Venecia (Turolla, 2006; Arias & Anadón, 2012) y, en el Mediterráneo occidental, al menos en la laguna de Thau (Bascheri, 1965), aunque aquí no se han reportado citas recientes.

***Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850).** Especie nativa del Indopacífico, extendida por todo el mundo para su uso en acuicultura, siendo de hecho una de las especies de bivalvos más cultivadas (Chiesa *et al.*, 2006; Dias *et al.*, 2019). Naturalizada en algunos puntos del Cantábrico y Mediterráneo (Alonso Suárez & Raven, 2020). Puede hibridarse con la especie nativa *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758), lo que podría poner en peligro a las poblaciones de esta especie, también de alto interés comercial.

### Especies con citas esporádicas en la subcuenca occidental

Algunas especies de moluscos han sido citadas en base a uno o muy pocos ejemplares en una única localidad. Pasados los años, no se han confirmado estas citas como poblaciones consolidadas, ni tampoco nuevas citas en otras localidades, por lo que cabe considerarlas como no introducidas.

Particularmente relevantes son las citas de diversos gasterópodos hallados en el delta del Ebro, asociados a la acuicultura de ostras y mejillones. Aquí se han encontrado diferentes especies atlánticas y cantábricas, cuya llegada parece debida a un episodio muy concreto y limitado en el tiempo de importación de material contaminado desde otras localidades, presumiblemente de Galicia. Entre otras, se localizaron ejemplares de *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758), *Littorina obtusata* (Linnaeus, 1758), *Steromphala umbilicalis* (da Costa, 1778), *Steromphala cineraria* (Linnaeus, 1758) y *Phorcus lineatus* (da Costa, 1778) (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2016). Para todas ellas el número de ejemplares hallados fue muy bajo, con la excepción de *L. littorea*, de la que se hallaron varios centenares de individuos adultos, lo que hace pensar en la presencia de una población muy numerosa de esta especie. Sin embargo, la ausencia de ejemplares en sucesivas campañas sugiere que la especie no logró establecerse, como había ya sucedido en un par de localidades italianas en décadas precedentes, o incluso en la bahía de San Francisco, donde el hallazgo de ejemplares adultos es habitual, pero nunca se ha confirmado presencia de ejemplares juveniles (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2016). También recientemente se ha hallado en la misma localidad el bivalvo *Leiosolenus aristatus* (Dillwyn, 1817), una especie cuyo ámbito nativo incluye el Atlántico oriental y la parte sudoccidental del Mediterráneo. Su hallazgo parece directamente relacionado con la acuicultura (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2019c).

Finalmente, el nasárido *Tritia vaucheri* (Pallary, 1906) (Figura 1C) fue encontrado en Cullera (Valencia), en lo que se ha considerado una introducción accidental, aunque podría presentar una población establecida por la zona (Oliver Baldoví, 2007).

### Moluscos alóctonos con alta probabilidad de llegada a la subcuenca occidental y especies criptogénicas

En este apartado se citan numerosas especies alóctonas aún no citadas en la subcuenca mediterránea occidental, pero que presentan una alta probabilidad de llegada, tanto por presentar un marcado carácter invasor, como por su cercanía geográfica (presencia en Atlántico u otros puntos del Mediterráneo) (tabla II). Este listado presenta el interés de poder anticipar aquellas especies sobre las que habría que realizar un seguimiento detallado, lo que podría

**Tabla 2.** Especies que podrían llegar en un futuro próximo a las costas occidentales mediterráneas. Se indica su distribución actual. ATL: Atlántico; CMED: Mediterráneo central; ADRIA: Adriático; EMED: Mediterráneo oriental.

Especie	Distribución actual
<i>Amathina tricarinata</i>	EMED
<i>Conomurex persicus</i>	EMED, CMED
<i>Diodora funiculata</i>	EMED, CMED
<i>Diodora ruppellii</i>	EMED, CMED
<i>Ensis leei</i>	ATL
<i>Ergalatax junionae</i>	EMED, CMED
<i>Gastrana matadoa</i>	ATL
<i>Isognomon legumen</i>	EMED, CMED
<i>Lottia iani</i>	CMED
<i>Naria turdus</i>	EMED, CMED
<i>Ocenebra inornata</i>	ATL
<i>Rapana venosa</i>	CMED, ADRIA, ATL
<i>Siphonaria pectinata</i>	CMED, ADRIA, ATL
<i>Urosalpinx cinerea</i>	ATL

permitir adecuar acciones tempranas de detección e incluso posible erradicación, particularmente en las zonas de alto riesgo como lagunas litorales, puertos e instalaciones de acuicultura (véase por ejemplo Marchini *et al.*, 2015).

### Clase Gastropoda Cuvier, 1795 Familia Amathinidae Ponder, 1987

***Amathina tricarinata* (Linnaeus, 1767).** Especie lessepsiana solo citada en la cuenca mediterránea oriental (Líbano, Chipre, Turquía e Israel), aunque en aparente expansión (Kletou *et al.*, 2019).

### Familia Cypraeidae Rafinesque, 1815

***Naria turdus* (Lamarck, 1810).** Presenta una muy densa población asentada en el golfo de Gabes e isla de Lampedusa, además de diversos puntos del Mediterráneo central y oriental. Se ha sugerido, a la vista de su alta proliferación en ciertos puntos, que podría desplazar a especies nativas como *Zonaria pyrum* (Gmelin, 1791) (Zenetos *et al.*, 2010). Presente muy lejos de su área de distribución nativa (mar Rojo), en el Caribe, al menos en Aruba, Curaçao, Bonaire, Costa Rica y Puerto Rico, donde forma densas poblaciones (Dekkers & Ros, 2022), presentando por tanto elevadísima capacidad invasora.

### Familia Fissurellidae J. Fleming, 1822

***Diodora funiculata* (Reeve, 1850).** Especie indopacífica asentada en la cuenca mediterránea oriental, pero hallada también en Trípoli (Libia) y aguas griegas (Manousis *et al.*, 2018; Rizgalla & Crocetta, 2020).

***Diodora ruppellii* (Sowerby I, 1835).** Especie indopacífica considerada como lessepsiana, ya que se la localizó inicialmente (1939) en la costa levantina, desde donde ha colonizado prácticamente toda la subcuenca oriental (Palestina, Israel, Egipto, Líbano, Turquía y Siria). Más recientemente se ha localizado en Túnez y Libia, lo que sugiere un salto importante en su ámbito colonizado en años recientes, posiblemente favorecido por aguas de lastre (Rizgalla *et al.*, 2019b).

**Familia Lottiidae** Gray, 1840

***Lottia iani* Scuderi, Nakano & Eernisse, 2021.** Un hallazgo inesperado de las costas orientales sicilianas fue el de *Lottia* sp. (Scuderi & Eernisse, 2016), cuya identidad ha sido finalmente esclarecida en base a caracteres moleculares. La especie parece ser originaria de las costas de Sri Lanka. Se desconoce su vía de llegada. Actualmente presenta poblaciones establecidas en, al menos, Catania y Siracusa (Scuderi *et al.*, 2021).

**Familia Muricidae** Rafinesque, 1815

***Ergalatax junionae* Houart, 2008.** Especie de taxonomía discutida en el pasado, al parecerse a otras especies del Mar Rojo e Índico occidental. Se considera que entró en el Mediterráneo hacia 1992, con las primeras citas en Turquía, para extenderse posteriormente por países cercanos (Israel, Líbano, Siria, Chipre y Grecia). Su expansión inicial por tanto habría seguido el patrón de una especie típicamente lessepsiana, aunque se considera que el transporte por buques habría jugado un importante papel para su dispersión (Zenetos *et al.*, 2008).

***Ocenebra inornata* (Récluz, 1851).** Especie nativa de las costas pacíficas septentrionales de Asia. Muy extendida por la costa pacífica norteamericana, y en diversas localidades del Atlántico europeo (Faasse & Lighthart, 2009). Una cita en el sur de Portugal sugiere su translocación por acuicultura (Afonso, 2011). Ávido depredador de bivalvos comerciales (Faasse & Lighthart, 2009). Recientemente hallada en Galicia (Trigo, 2019), donde parece estar en clara expansión.

***Rapana venosa* (Valenciennes, 1846).** Esta especie se presenta de forma masiva en el Mar Negro y en la laguna de Venecia, con poblaciones dispersas en otros puntos del Mediterráneo central y Adriático. También ha sido citada en Galicia, pero en base a muy pocos ejemplares (Rolán & Bañón Díaz, 2007). Existe una cita en el Mar Tirreno, de un único ejemplar adulto capturado en la isla de Elba (Terreni, 1980), pero no se ha registrado nunca como establecida en la subcuenca occidental, aunque sí se llegó a citar un ejemplar en Cerdeña (Doneddu, 2011). Presenta no obstante muy alta probabilidad de llegada accidental con material de acuicultura, o por simple dispersión de sus larvas planctónicas. Es una especie muy dañina para los cultivos comerciales de bivalvos, sobre los que depreda activamente.

***Urosalpinx cinerea* (Say, 1822).** Especie depredadora de bivalvos comerciales, de desarrollo no planctotrófico, originaria de las costas atlánticas norteamericanas, que se introdujo en el Reino Unido hacia 1920, donde se estableció. Posteriormente se fue extendiendo por las costas neerlandesas, con alguna cita en centros franceses de acuicultura en los que no ha llegado a asentarse (Faasse *et al.*, 2009; López Soriano & Quiñonero Salgado, 2016).

**Familia Siphonariidae** Gray, 1827

***Siphonaria pectinata* (Linnaeus, 1758).** Especie criptogénica, aparentemente nativa de las costas europeas y africanas atlánticas, aunque su rango de distribución nativo podría incluir el mar de Alborán y costas argelinas. En todo caso, se han reportado citas en diversos puntos lejanos del Mediterráneo central y Adriático (Croacia, Túnez y Grecia), que sugieren una introducción de origen antrópico (Zenetos *et al.*, 2010; Crocetta, 2016). Es factible que pueda haber llegado a otros puntos del Mediterráneo. La cita tunecina corresponde a Cap Bon, en el límite exacto entre Mediterráneo central y occidental.

**Familia Strombidae** Rafinesque, 1815

***Conomurex persicus* (Swainson, 1821).** Especie endémica de la península arábiga y Golfo Pérsico, hallada por primera vez en el Mediterráneo en la bahía de Iskenderun (Turquía) en 1978, extendiéndose posteriormente por todo el Mediterráneo oriental y

central, donde forma densas poblaciones (Mutlu, 2004; Corso, 2022). Existe una única cita no confirmada en el Adriático (de Min and Vio, 1998).

**Clase Bivalvia** Linnaeus, 1758**Familia Isognomonidae** Woodring, 1925 (1828)

***Isognomon legumen* (Gmelin, 1791).** Bivalvo que se ha extendido recientemente por la costa levantina, y hallada también ya en el Estrecho de Messina, donde podría haber llegado por dispersión planctónica de sus larvas (Giacobbe & Renda, 2019). Su salto a la cuenca occidental parece pues inminente.

**Familia Pharidae** H. Adams & A. Adams, 1856

***Ensis leei* (Huber, 2015).** Especie nativa de la costa atlántica norteamericana, importada en el Mar del Norte en los años 70. Se ha extendido por buena parte de las costas europeas bálticas y atlánticas, incluyendo las costas cantábricas de Asturias y Galicia (Arias & Anadón, 2012; Kottsieper *et al.*, 2019). Puede formar densidades de más de 10.000 individuos/m<sup>2</sup> constituyendo un importante recurso trófico para aves limícolas (Kottsieper *et al.*, 2019). Más conocida por *Ensis directus* (Conrad, 1843), terminología ampliamente usada en la bibliografía. Fácilmente encontrada en mercados de pescado en el Mediterráneo occidental (*obs. pers.* de los autores), donde se importa viva desde el Atlántico, lo que podría favorecer su asentamiento a través de instalaciones de comercio y depuración de marisco vivo.

**Familia Tellinidae** Blainville, 1814

***Gastrana matadoa* (Gmelin, 1791).** Bivalvo originario de las costas atlánticas africanas, que en los últimos años ha formado poblaciones consolidadas en el Golfo de Cádiz, donde es muy abundante (Martín Álvarez *et al.*, 20019). Recientemente ha sido reportada su presencia en costas andaluzas mediterráneas, en base a solo dos ejemplares (Torres Alba, 2022).

Otros muchos moluscos de pequeñas dimensiones que han colonizado la subcuenca oriental podrían presentar un área invadida mucho mayor que la reportada hasta la fecha, por lo que su invasividad y su posible extensión al Mediterráneo occidental podrían estar infravaloradas, ya que son en general de muy difícil detección (Albano *et al.*, 2021a). Ejemplos de especies ya asentadas en la cuenca occidental, como *Finella pupoides* o *Polycerella emertoni*, o los recientes hallazgos en la península Ibérica de poblaciones masivas de *Cerithium scabridum* e incluso *Brachidontes pharaonis*, sugieren que muchas especies podrían seguir pasando desapercibidas por años antes de su detección inicial.

Algunos bivalvos altamente invasivos presentan poblaciones consolidadas en las costas europeas atlánticas, lo que supone una cierta probabilidad de llegada a las costas mediterráneas, tanto por actividades de acuicultura como por aguas de lastre. Entre estas, se pueden citar a *Mulinia lateralis* (Say, 1822), asentada en el Mar de Waden y Países Bajos (Klunder *et al.*, 2019; Craeymeersch *et al.*, 2019); *Mytilus trossulus* Gould, 1850, abundante en el Báltico y capaz de hibridar con los mejillones europeos (Väinölä & Strelkov, 2011); *Potamocorbula amurensis* (Schrenk, 1861), especie que solo era conocida como invasora en la bahía de San Francisco, pero recientemente hallada en el Mar del Norte (Kattenwinkel, 2019); *Rangia cuneata* (Sowerby I, 1831), con poblaciones extendidas por Báltico y Mar del Norte (Möller & Kotta, 2017); *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad, 1831), presente en el Atlántico próximo y ya citada en el Adriático (Zulian & Quaggiotto, 2020); y *Perna perna* (Linnaeus, 1758), recientemente descrita en el Mediterráneo oriental y en las costas portuguesas (Douek *et al.*, 2021), si bien se desconoce si su ámbito nativo pudiera incluir las costas africanas mediterráneas (Lourenço *et al.*, 2012).



## Discusión

Este es el primer trabajo que trata de forma exhaustiva las especies de moluscos con poblaciones establecidas en la cuenca mediterránea occidental, con un total de 32 especies recogidas en la bibliografía hasta la fecha. Esto contrasta con un trabajo previo que abordaba la problemática, si bien de forma indirecta (Gofas & Zenetos, 2003), que describía la presencia de solo dos moluscos invasores en toda la subcuenca (*F. fragilis* y *B. leachii*). Más recientemente, no obstante, Zenetos *et al.* (2010) subían la cifra a 17 especies, mientras que Crocetta (2012) describía las especies de moluscos exóticas en todas las costas italianas agrupadas por zonas, con un máximo de 16 especies en la costa tirrena central, y un total de unas 20 si se suman las de todas las regiones del estudio comprendidas en la subcuenca occidental. El incremento producido en los años más recientes parece, por tanto, de importante magnitud (más de un 50% en la última década).

A la vista del crecimiento constante en la llegada y asentamiento de nuevas especies a zonas cercanas, y a una expansión de las poblaciones de muchas de ellas, en el presente trabajo se listan también aquellas especies que podrían tener un protagonismo en un futuro próximo en esta subcuenca. Algunas tendencias parecen bastante evidentes para justificar este segundo listado, que en cualquier caso podría llegar a ser bastante más extenso si se usasen criterios de inclusión más laxos. La llegada de especies lessepsianas a la subcuenca occidental parece estar acelerándose (*C. scabridum*, *B. pharaonis* o *P. radiata* son claros ejemplos en la península Ibérica), al igual que la extensión hacia el este de algunas especies atlánticas. Por otra parte, actividades antrópicas en expansión, como el tráfico marítimo de buques de carga y embarcaciones recreativas, la construcción o ampliación de puertos deportivos, la acuicultura de peces y mariscos, así como la reciente ampliación del Canal de Suez, sumados a la intensa degradación de los sistemas litorales por sobrepesca, urbanización o contaminación, constituyen un cóctel de factores que incrementará notablemente las probabilidades de llegada de nuevas especies exóticas, o de la expansión de las que presentan en la actualidad rangos de distribución bastante limitados (Ulman *et al.* 2017; López Soriano & Quiñonero Salgado, 2019a). Existirá además una presión de propágulo cada vez mayor, con posibles episodios independientes de introducción para una misma especie que incrementen notablemente la probabilidad de asentamiento, como se ha demostrado para *R. venosa* en el Adriático, para la que se han postulado reiteradas introducciones en base a análisis genéticos (Castellazzi *et al.*, 2007), o lo mismo para *B. pharaonis* en la bahía de Túnez, con idénticas conclusiones (Antit *et al.*, 2018). Estos efectos podrían amplificarse aún más con el calentamiento progresivo de las aguas del Mediterráneo, abriendo un segundo frente todavía relativamente incipiente, como es la expansión de especies atlánticas subtropicales que entran por la zona del Estrecho, también en aparente auge (ejemplos de ello son *M. psilla*, *A. assimilis* o *G. matadoa*).

Otro factor a tener en cuenta es la evidencia cada vez mayor que algunas regiones se comportan como *hotspots* para la llegada, concentración, asentamiento y expansión de especies exóticas. Particularmente, las zonas estuarinas o deltaicas, próximas a grandes puertos comerciales y/o con proximidad o presencia de instalaciones de acuicultura, están cobrando mayor protagonismo como áreas preferentes de asentamiento y exportación de especies foráneas. En la cuenca occidental, al menos dos áreas se pueden incluir por derecho propio en esta categoría: el delta del Ebro y la laguna de Thau, así como posiblemente el puerto de Livorno (Giusti *et al.*, 2008; López Soriano & Quiñonero Salgado, 2016; Tempesti *et al.*, 2020). Pero otras zonas cercanas o con las que estas puedan presentar estrechos vínculos comerciales, podrían contribuir decisivamente a acelerar el proceso invasivo. Son bien conocidas en este aspecto la laguna de Venecia, las costas de Sicilia, el Golfo de Gabes (Túnez), la bahía de Iskenderun (Turquía), o más recientemente el puerto de Trípoli

(Libia), donde sondeos exhaustivos en un área hasta ahora apenas explorada han evidenciado la presencia inesperada de múltiples especies invasoras (Rizgalla *et al.*, 2018, 2019a, 2019b), que dan una idea de la magnitud del problema. Probablemente otras zonas no mediterráneas con explotaciones de acuicultura intensiva, y en sí mismas *hotspots* de invasiones, puedan aportar también abundante biota invasora, como ya han evidenciado algunos casos previos de intercambio de moluscos con dichas regiones: rías gallegas, bahías de Arcachon y Marennes-Oléron (costa atlántica francesa), y delta del Rin/Escalda, entre otras (López Soriano & Quiñonero Salgado, 2016).

En este sentido, algunas especies de pequeñas dimensiones y/o alta capacidad reproductora, podrían llegar a ser excelentes bioindicadores, o especies centinela, para cuantificar y hacer un seguimiento permanente del proceso invasivo en localidades o áreas geográficas concretas. Los casos con mayor interés potencial serían seguramente *M. psilla* y *A. assimilis* entre las especies atlánticas, *T. lubrica* y *A. senhousia* entre las pacíficas, y *C. scabridum* entre las lessepsianas, que ciertamente se deberían complementar con organismos de otros grupos biológicos (anélidos, crustáceos, algas, ascidias, etc).

Además, el impacto conjunto de las especies invasoras y las alteraciones de los ecosistemas, principalmente por el calentamiento de las aguas, está produciendo una pérdida sin precedentes en la malacofauna nativa. En el Mediterráneo oriental, se estima esta pérdida en una cifra comprendida entre el 88 y 95% de las especies nativas históricamente presentes, lo que sugiere un total colapso de sus ecosistemas (Albano *et al.*, 2021b). Es por tanto probable que este efecto se vaya trasladando de forma progresiva, pero equiparable en sentido y magnitud, al resto de la cuenca mediterránea en las próximas décadas.

En conclusión, la llegada y el asentamiento de moluscos marinos parece estar acelerándose en todo el Mediterráneo, y cobrando un mayor protagonismo en los últimos años en la subcuenca mediterránea occidental, que no estaría tan protegida contra este fenómeno como se podría concluir por el relativo bajo número de especies registradas hasta la fecha, en comparación con las otras subcuencas. Es de esperar que especies aún no asentadas en esta subcuenca, pero con poblaciones ya establecidas en el Mediterráneo central o Atlántico próximo, puedan llegar y establecerse en los próximos años, ya que los factores antrópicos y ambientales (ampliación del Canal de Suez, incremento del tráfico marítimo comercial y recreativo, acuicultura, cambio climático y degradación acelerada de los sistemas costeros) parecen jugar claramente a favor de este fenómeno, en el que algunas zonas, los *hotspots* de especies exóticas, serán puntos clave a tener muy en cuenta para el seguimiento y gestión de esta problemática.

## Agradecimientos

SQS y JLS son miembros del “Grup de Malacofauna Invasora de Catalunya” (GMIC) y participan en el proyecto “MINVACAT” (Mol-luscs Invasors de Catalunya) de la Associació Catalana de Malacologia (ACM). Nuestro agradecimiento a Andrea Nappo y al Dr. Andrés Arias por comentarios críticos que han permitido mejorar el manuscrito.

## Bibliografía

- Afonso, C.M.L. (2011). Non-indigenous Japanese oyster drill *Pteropurpura (Ocinebrellus) inornata* (Récluz, 1851) (Gastropoda: Muricidae) on the South-west coast of Portugal. *Aquat. Inv.* 6, S85–S88.
- Aissaoui, C., Puillandre, N., Bouchet, P., Fassio, G., Modica, M.V. & Oliverio, M. (2016). Cryptic diversity in Mediterranean gastropods of the genus *Aplus* (Neogastropoda: Buccinidae). *Sci. Mar.* 80, 521–533.



- Albano, P.G., Steger, J., Bakker, P.A.J., Bogi, C., Bošnjak, M., Guy-Haim, T., Huseyinoglu, M.F., LaFollette, P.I., Lubinevsky, H., Mulas, M., Stockinger, M., Azzarone, M. & Sabelli, B. (2021a). Numerous new records of tropical non-indigenous species in the Eastern Mediterranean highlight the challenges of their recognition and identification. *Zookeys* 1010, 1–95.
- Albano, P.G., Steger, J., Bošnjak, M., Dunne, B., Guifarro, Z., Turapova, E., Hua, Q., Kaufman, D.S., Rilov, G. & Zuschin, M. (2021b). Native biodiversity collapse in the eastern Mediterranean. *Proc. R. Soc. B.* 288, 20202469.
- Alonso Suárez, A. & Raven, J.G.M. (2020). First records of naturalised *Ruditapes philippinarum* (Bivalvia, Veneridae) in Asturias (NW Spain), keys for identification, and evidence of hybridisation with native *Ruditapes decussatus*. *Elona* 2, 67–83.
- Alvarez, L.A., Martínez, E., Cigarría, J., Rolán, E., Villani, G. (1993). *Haminaea callidegenita* Gibson & Chia, 1989 (Opisthobranchia: Cephalaspidea), a Pacific species introduced in European coasts. *Iberus* 11, 59–65.
- Antit, M., Gofas, S., & Azzouna, A. (2010). A gastropod from the tropical Atlantic becomes an established alien in the Mediterranean. *Biol. Inv.* 12(5), 991–994.
- Antit, M., Amor, N., Urrea, J., Alagaili, A.N. & Farjallah, S. (2018). Genetic variability of the Lessepsian migrant mussel *Brachidontes pharaonis* (Bivalvia: Mytilidae) in Tunisia. *Afr. J. Mar. Sci.* 40, 211–217.
- Arias, A. & Anadón, N. (2012). First Record of *Mercenaria mercenaria* (Bivalvia: Veneridae) and *Ensis directus* (Bivalvia: Pharidae) on Bay of Biscay, Iberian Peninsula. *J. Shellfish Res.* 31, 57–60.
- Ballesteros, E., Marsinyach, E., Bagur, M., Sales, M., Movilla, J., Bolado, I. & Cefali, M.E. (2020). The pearl oyster *Pinctada imbricata radiata* (Leach, 1814) (Bivalvia: Pteriidae) reaches Minorca, Balearic Islands. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 63, 97–108.
- Bañón, R., Fernández, J., Trigo, J.E., Pérez-Dieste, J., Barros-García, D. & de Carlos, A. (2015). Range expansion, biometric features and molecular identification of the exotic ark shell *Anadara kagoshimensis* from Galician waters, NW Spain. *J. Mar. Biolog. Ass. U.K.* 95, 545–550.
- Barbieri, M., Matagliati, F., di Giuseppe, G., Cossu, P., Lardicci, C. & Castelli, A. (2011). New records of the pygmy mussel *Xenostrobus securis* (Bivalvia: Mytilidae) in brackish-water biotopes of the western Mediterranean provide evidence of its invasive potential. *Marine Biodiv. Rec.* 4, e48. doi.org/10.1017/S175526721100042X
- Barrajón Mínguez, A. & Barrajón Doménech, A. (2012). Primeras citas de *Nucella lapillus* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda: Muricidae) en el Mediterráneo donde debe ser considerada como una especie exótica. *Notic. SEM* 58, 42–44.
- Bascheri, M.C. (1965). Essai d'acclimatation du clam, *Venus mercenaria*, en milieu lagunaire méditerranéen (note préliminaire). *Rapport Committee International de la Mer Méditerranée, CIEM*, 18(3), 703–714.
- Bazzicalupo, E., Crocetta, F., Estores-Pacheco, K., Golestani, H., Bazairi, H., Giacobbe, S., Jaklin, A., Poursanidis, D., Chandran, B.K.S., Cervera, J.L. & Valdés, A. (2018). Population genetics of *Bursatella leachii* (De Blainville, 1817) and implications for the origin of the Mediterranean population. *Helgol. Mar. Res.* 72, 19. doi.org/10.1186/s10152-018-0521-7.
- Ben Soussi, J., Zaouali, J., Rezig, M., Bradai, M.N., Quignard, J.P. & Rudman, B. (2004). Contribution a l'étude de quelques récentes migrations d'espèces exotiques dans les eaux Tunisiennes. *Rapport Commission International pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 37, 312.
- Bianchi, C.N. (2007). Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 580, 7–21.
- Bogi, C. & Galil, B.S. (2013). *Finella pupoides* Adams A., 1860 (Gastropoda, Scaliolidae) – a population explosion underway, Mediterranean Sea. *Bioinvasions Rec.* 2(1), 43–45.
- Borg, J.A., Evans, J. & Schembri, P.J. (2009). Occurrence of the alien nudibranch *Melibe viridis* (Kelaart, 1858) (Opisthobranchia, Tethydidae), in the Maltese Islands. *Med. Mar. Sci.* 10, 131–136.
- Campani, E., Coppini, M., Cuneo, F. & Margelli, A. (2004). Bivalvia «alieni» nelle acque del porto di Livorno: *Theora* (*Endopleura*) *lubrica* Gould, 1861 e *Musculista senhousia* (Benson in Cantor, 1842). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie B* 111, 1–5.
- Camps, J. & Prado, P. (2018). *Polycerella emertoni* associated to *Amathia verticillata* in the Ebro Delta, NE Spain (Western Mediterranean). p 675. In Yokes M, et al., New Mediterranean Biodiversity Records (November 2018). *Med. Mar. Sci.* 19, 673–689.
- Castellazzi, M., Savini, D. & Occhipinti Ambrogi, A. (2007). Shell morphotypes of the invasive gastropod *Rapana venosa* in the Northern Adriatic Sea. *Boll. Malacol.*, 43 (1-8), 103–107.
- Cervera, J.L., Garcia-Gomez, J.C., Toscano, F. & Villani, G. (1991). *Polycera hedgpethi* Marcus, 1964 (Gastropoda, Nudibranchia), una especie indo pacifica descubierta en el Mediterráneo. *Iberus* 8, 225–231.
- Chiesa, S., Lucentini, L., Freitas, R., Nonnis Marzano, F., Breda, S., Figueira, E., Caill-Milly, N., Herbert, R.J.H., Soares, A.M.V.M. & Argese, E. (2016). Mapping the stranger: genetic diversity of Manila clam in European coastal lagoons. *Bulletin of Japan Fisheries Research and Education Agency* 42, 55–65.
- Collin, R., Ramos-Esplá, A.A. & Izquierdo, A. (2010). Identification of the South Atlantic spiny slipper limpet *Bostrycapulus odites* Collin, 2005 (Caenogastropoda: Calyptraeidae) on the Spanish Mediterranean coast. *Aquat. Inv.* 5, 197–200.
- Conde, A., Novais, J.M., Domínguez, J. (2012). The presence of *Mya arenaria* in the Ria de Aveiro is the third confirmed record of this invasive clam on the Portuguese coast. *Mar. Biodiv. Rec.* 5, e88; doi:10.1017/S1755267212000784.
- Corso, A. (2022). First record of living *Conomurex persicus* (Swainson, 1821) (Gastropoda Strombidae) for the Italian's water. *J. Biodiv.* 13, 137–140.
- Craeymeersch, J.A., Faase, M.A., Gheerardyn, H., Troost, K., Nijland, R., Engelberts, A., Perdon, K.J., Ende, D. van den & Zwo, J. van. (2019). First records of the dwarf surf clam *Mulinia lateralis* (Say, 1822) in Europe. *Mar. Biodiv. Rec.* 12, 5 doi.org/10.1186/s41200-019-0164-7.
- Crocetta, F. (2012). Marine alien Mollusca in Italy: a critical review and state of the knowledge. *J. Mar. Biolog. Assoc. U.K.* 92, 1357–1365.
- Crocetta, F. (2016). Backdating the confirmed presence of *Siphonaria pectinata* (Gastropoda: Siphonariidae) along the northern Mediterranean shores, with a discussion on its status in the basin. *Mar. Biodiv. Rec.* 9, 55. DOI 10.1186/s41200-016-0034-5.
- Crocetta, F. & Turolla, E. (2011). *Mya arenaria* Linné, 1758 (Mollusca: Bivalvia) in the Mediterranean Sea: its distribution revisited. *J. Biol. Res.-Thessaloniki* 16, 188–193.
- Crocetta, F., Macali, A., Furfaro, G., Cooke, S., Villani, G. & Valdés, A. (2013). Alien molluscan species established along the Italian shores: an update, with discussions on some Mediterranean “alien species” categories. *Zookeys* 277, 91–108.
- Dekkers, A.M. & Ros, L.G. (2022). On the invasion of *Naria turdus* (Gastropoda, Cypraeidae) in the Dutch Caribbean, with taxonomic notes on the species. *The Festivus* 54, 269–273.
- Dias, E., Chainho, P., Barrocas-Dias, C. & Adão, H. (2019). Food sources of the non-indigenous bivalve *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850) and trophic niche overlap with native species. *Aquat. Inv.* 14, 638–655.
- Doneddu, M. (2011). Molluschi alloctoni rinvenuti lungo le coste del comune di Olbia (Sardegna nord-orientale): rassegna dei dati disponibili. *Notiziario SIM* 2, 12–17.
- Doneddu, M. & Trainito, E. (2008). *Melibe viridis* (Kelaart, 1858) (Opisthobranchia: Tethydidae): prima segnalazione per il Tirreno (Sardegna settentrionale). *Boll. Malacol.* 44, 45–47.

- Douek, J., Paz, G., Gayer, K., Mendelson, M., Rinkevich, B. & Galil, B.S. (2021). An outbreak of *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) in the Eastern Mediterranean. *Biol. Inv. Rec.* 10(1), 136–148.
- EEA, European Environment Agency (2017). *Delineation of the MSFD Article 4 marine regions and subregions*. Versión 2.0. 04/10/2017. 21p. Editado por Hans Mose Jensen & Periklis Panagiotidis (ICES). <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/europe-seas>
- Faasse, M.A. & Ligthart, M. (2009). American (*Urosalpinx cinerea*) and Japanese oyster drill (*Ocenebrellus inornatus*) (Gastropoda: Muricidae) flourish near shellfish culture plots in The Netherlands. *Aquat. Inv.* 4, 321–326.
- Faasse, M.A., Gheerardyn, H., Morys, C., Haaren, T. van, Ysebaert, T. & Nijland, R. (2019). The non-indigenous window shell *Theora lubrica* Gould, 1861 (Bivalvia: Cardiida: Semelidae) in the delta area of the Netherlands. *Basteria* 83, 52–58.
- Fernández-Vilert, R., Giménez, J., Mas, G., Figueroa, I. & Moles, J. (2018). First records of the Red Sea alien mollusc *Haminoea cyanomarginata* (Gastropoda: Heterobranchia: Cephalaspidea) in the Western Mediterranean. *J. Nat. Hist.* 52, 1817–1823.
- Galil, B.S., Boero, F., Campbell, M.L., Carlton, J.T., Cook, E., Fraschetti, S., Gollasch, S., Hewitt, C.L., Jelmert, A., Macpherson, E., Marchini, A., McKenzie, C., Minchin, D., Occhipinti-Ambrogi, A., Ojaveer, H., Olenin, S., Piraino, S. & Ruiz, G.M. (2015). 'Double trouble': the expansion of the Suez Canal and marine bioinvasions in the Mediterranean Sea. *Biol. Inv.* 17, 973–976.
- Garilli, V. & Caruso, T. (2004). Records of *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Caenogastropoda, Cerithiidae) from Northwestern Sicily. *Boll. Malacol.* 39, 157–160.
- Giacobbe, S. & De Matteo, S. (2013). The potentially invasive opisthobranch *Polycera hedgpethi* Er. Marcus, 1964 (Gastropoda Nudibranchia), introduced in a Mediterranean coastal lagoon. *Biodiv. J.* 4, 359–364.
- Giacobbe, S. & Renda, W. (2019). First record of *Isognomon legumen* (Gmelin, 1791) in Italian seas, p.645. In Dragicevic et al., New Mediterranean Biodiversity Records 2019. *Med. Mar. Sci.* 20, 645–656.
- Giusti, F., Dell'Angelo, B., Sosso, M. & Schiaparelli, S. (2008). First record of the invasive species *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) (Bivalvia: Mytilidae) from Central Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). *Boll. Malacol.* 44, 11–14.
- Gofas, S. & Zenetos, A. (2003). Exotic molluscs in the Mediterranean basin: current status and perspectives. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 41, 237–277.
- Haram, L.E., Carlston, J.T., Centurioni, L., Crowley, M., Hafner, J., Maximenko, N., Murray, C.C., Scherbina, A.Y., Hormann, V., Wright, C. & Ruiz, G.M. (2021). Emergence of a neopelagic community through the establishment of coastal species on the high seas. *Nat. Commun.* 12, 6885, doi: 10.1038/s41467-021-27188-6.
- Horst, B. (2015). Premier signalement d'un spécimen vivant de *Chelidonura fulvipunctata* (Gastropoda: Cephalaspidea: Aglajidae) en Méditerranée occidentale, sur les côtes françaises. *Xenophora* 150, 18–20.
- Katsanevakis, S. & Crocetta, F. (2014). *Pathways of introduction of marine alien species in European waters and the Mediterranean. A possible undermined role of marine litter*, p61-68. In CIESM (2014). Marine litter in the Mediterranean and Black Seas. CIESM Workshop Monograph n° 46. F. Briand, ed., 180 p., CIESM Publisher, Monaco.
- Kattenwinkel, A.H. (2019). First record of the Asian basket clam *Potamocorbula amurensis* (Schrenk, 1861) in Europe. *Spirula* 419, 33–36.
- Keppel, E., Sigovini, M. & Tagliapietra, M. (2012). A new geographical record of *Polycera hedgpethi* Er. Marcus, 1964 (Nudibranchia: Polyceridae) and evidence of its established presence in the Mediterranean Sea, with a review of its geographical distribution. *Mar. Biol. Res.* 8, 969–981.
- Kletou, D., Romani, L. & Crocetta, F. (2019). *Amathina tricarinata* (Linnaeus, 1767) reaches Cyprus (eastern Mediterranean Sea) (Mollusca, Gastropoda, Amathinidae). *Spixiana* 42, 6.
- Klunder, L., Lavaleye, M., Schaars, L.K., Dekker, R., Holthuijsen, S. & van der Veer, H.K. (2019). Distribution of the dwarf surf clam *Mulinia lateralis* (Say, 1822) in the Wadden Sea after first introduction. *Biol. Inv. Rec.* 8, 818–827.
- Kottsieper, J., Schemmer, P., Markones, N., Fox, A.D. & Garthe, S. (2019). An invasive alien bivalve apparently provides a novel food source for moulting and wintering benthic feeding sea ducks. *Helgol. Mar. Res.* 73, 11, doi:org/10.1186/s10152-019-0532-z.
- López Soriano, J. & Quiñonero Salgado, S. (2014). Primeras citas de diversos moluscos marinos alóctonos en el Delta del Ebro (Cataluña, España). *Spira* 5, 149–151.
- López Soriano, J. & Quiñonero Salgado, S. (2015). Seis nuevos gasterópodos marinos alóctonos en el Delta del Ebro (Cataluña, España). *Spira* 5, 201–203.
- López Soriano, J. & Quiñonero Salgado, S. (2016). Malacofauna alóctona asociada a acuicultura marina. *Spira* 6, 67–77.
- López Soriano, J. & Quiñonero Salgado, S. (2018). Presència consolidada dels bivalves invasors *Anadara transversa* (Say, 1822) i *Arcuatula senhousia* (Benson in Cantor, 1842) al delta de l'Ebre. *Nemus* 8, 137–141.
- López-Soriano, J. & Quiñonero-Salgado, S. (2019a). Siglo y medio de invasiones biológicas en el Mediterráneo. Los moluscos que nos llegan a través del Canal de Suez. *Quercus* 405, 24–30
- López-Soriano, J. & Quiñonero-Salgado, S. (2019b). Primera cita de *Pinctada radiata* (Leach, 1814) (Bivalvia: Pteriidae) para la península Ibérica. *Elona* 1, 27–31.
- López-Soriano, J. & Quiñonero-Salgado, S. (2019c). Primera cita de *Leiosolenus aristatus* (Dillwyn, 1817) (Bivalvia: Mytilidae) para las costas catalanas. *Spira* 7, 93–95.
- López-Soriano, J. & Quiñonero-Salgado, S. (2021). Consolidació de les poblacions dels mol·luscs invasors *Pinctada radiata* (Leach, 1814) i *Crepipatella dilatata* (Lamarck, 1822) al delta de l'Ebre. *Nemus* 11, 214–216.
- López Soriano, J., Quiñonero Salgado, S. & Tarruella A. (2010). Primera cita de *Eastonia rugosa* (Helbling, 1799) (Bivalvia: Mactridae) en las costas catalanas. *Spira* 3, 197–200.
- López Soriano, J., Quiñonero Salgado, S., Verdejo Guirao, J.F. & Pla Ventura, M. (2018). Primeras citas de *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Gastropoda: Cerithiidae) para la península ibérica. *Nemus* 8, 133–136.
- López-Soriano, J., Quiñonero-Salgado, S., Forner, E., Verdejo Guirao, J.F. & Murcia Requena, J.F. (2020a). Consolidación de las poblaciones ibéricas del invasor lessepsiano *Cerithium scabridum* (Mollusca: Cerithiidae). *Elona* 2, 98–101.
- López-Soriano, J., Quiñonero-Salgado, S., & Pla Ventura, M. (2020b). Primeras citas para Cataluña del invasor lessepsiano *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Mollusca: Cerithiidae). *Spira* 7, 189–190.
- Lourenço, C.R., Nicastro, K.R., McQuaid, C.D., Chefaoui, R.M., Assis, J., Taleb, M.Z. & Zardi, G.I. (2017). Evidence for rangewide panmixia despite multiple barriers to dispersal in a marine mussel. *Sci. Rep.* 7, 10279, doi:10.1038/s41598-017-10753-9
- Luque, A.A., Barrajon, A., Remon, J.M., Moreno, D. & Moro, L. (2012). *Marginella glabella* (Mollusca: Gastropoda: Marginellidae): a new alien species from tropical West Africa established in southern Mediterranean Spain through a new introduction pathway. *Mar. Biodiv. Rec.* 5(3), e17. doi:10.1017/S1755267212000012
- Malaquias, M.A.E., Madrenas, E. & Ballesteros, M. (2016). First occurrence of the tropical Indo-West Pacific head-shield sea slug *Chelidonura fulvipunctata* in the Balearic Islands confirms its range extension into the western Mediterranean Sea, p232. In Karachle P.K. et al., New Mediterranean Biodiversity Records (March 2016). *Med. Mar. Sci.* 17(1), 230–252.

- Mannino, A.M., Balistreri, P. & Yokeş, M.B. (2014). First record of *Aplysia dactylomela* (Opisthobranchia: Aplysiidae) from the Egadi Islands (western Sicily). *Mar. Biodiv. Rec.* 7, 1-4.
- Manousis, T., Kontadakis, C., Polyzoulis, G., Mbazios, G. & Galinou-Mitsoudi, S. (2018). New marine gastropod records for the Hellenic waters. *J. Biol. Res.-Thessalon.* 25, 6.
- Marchini, A., Ferrario, J., Sfriso, A. & Occhipinti-Ambrogi, A. (2015). Current status and trends of biological invasions in the Lagoon of Venice, a hotspot of marine NIS introductions in the Mediterranean Sea. *Biol. Inv.* 17, 2943–2962.
- Marco Magraner, N., Genis-Armero, R. & Capaccioni Azzati, R. (2020). Primera cita de *Mitrella psilla* (Duclos, 1864) (Gastropoda: Columbelloidea) en España (Marina de Valencia, Mediterráneo Occidental). *Iberus* 38, 151–157.
- Martín Álvarez, J.F., Muñoz Sánchez, B.J., Quiñonero Salgado, S. & López Soriano, J. (2019). Primeras citas de *Gastrana matadoa* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Tellinidae) para la península Ibérica. *Spira* 7, 97–99.
- Martín Álvarez, J.F., Quiñonero Salgado, S. & López Soriano, J. (2020). Consolidación de las poblaciones del nudibranchio exótico *Polycera hedgpehi* Er. Marcus, 1964 en el sudoeste peninsular. *Elona* 2, 84–87.
- Martínez-Ortí, A., Nappo, A. & Escutia, V. (2020). Nuevos hallazgos de los gasterópodos *Aplus assimilis* (Reeve, 1846) (F. Pisaniidae) y *Mitrella psilla* (Duclos, 1846) (F. Columbelloidea) en la costa mediterránea española. *Arx. Miscel. Zool.* 18, 51–57.
- Martínez-Ortí, A. & Escutia, V. (2021). Primeros hallazgos del mejillón invasor *Brachidontes pharaonis* (P. Fischer, 1870) (Mollusca Bivalvia: F. Mytilidae) en la costa valenciana (España). *Iberus* 39, 111–115.
- Min, R. de & Vio, E. (1998). Molluschi esotici nell'Alto Adriatico. *Annales Histoire Sciences Sociales* 13, 43–54.
- Misfud, C. & Cilia, D.P. (2009). On the presence of a colony of *Brachidontes pharaonis* (P. Fischer, 1870) (Bivalvia: Mytilidae) in Maltese waters. *Triton* 20, 20–22.
- Moles, J., Mas, G., Figueroa, I., Fernández-Vilert, R., Salvador, X. & Giménez, J. (2017). As fast as a hare: colonization of the heterobranch *Aplysia dactylomela* (Mollusca: Gastropoda: Anaspidea) into the western Mediterranean Sea. *Cah. Biol. Mar.* 58, 341–345.
- Möller, T. & Kotta, J. (2017). *Rangia cuneata* (G. B. Sowerby I, 1831) continues its invasion in the Baltic Sea: the first record in Pärnu Bay, Estonia. *Biol. Inv. Rec.* 6, 167–172.
- Murcia Requena, J., Tórtola Sánchez, A., Tórtola García, M., García-Meseguer, A.J., Quiñonero-Salgado, S. & López-Soriano, J. (2022). Presencia de una población de *Pinctada radiata* (Leach, 1814) (Bivalvia: Pteriidae) en el Mar Menor. *Spira* 8, 43-46
- Mutlu, E. (2004). Sexual dimorphisms in radula of *Conomurex persicus* (Gastropoda: Strombidae) in the Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 145, 693–698.
- Nappo, A. & Loi, S. (2015). First record of *Polia assimilis* (Reeve, 1846) (Gastropoda: Buccinidae) from Italy. *Boll. Malacol.* 51, 87–90.
- Nappo, A., Strizzi, M.N.T., Mancini, E. & Marcelli, M. (2018). Nuova segnalazione di esemplari viventi di *Aplus assimilis* (Reeve, 1846) (Gastropoda: Pisaniidae) nel Lazio. *Alleryana* 36(2), 93–95.
- Nappo, A., Strizzi, M.N.T., Mancini, E. & Marcelli, M. (2019). First record of *Mitrella psilla* (Duclos, 1846) (Gastropoda: Columbelloidea) in Italy. *Boll. Malacol.* 55, 62–64.
- Nehring, S. (2011). NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Crassostrea gigas*. Online Database of the European Network on Invasive Alien Species - NOBANIS www.nobanis.org, consultado 3/01/2020.
- Oliver Baldoví, J.D. (2007). Catálogo de los gasterópodos testáceos marinos de la parte sur del Golfo de Valencia (España). *Iberus* 25, 29–61.
- Oliverio, M. (2000). *Variazioni climatiche e microevoluzione in gasteropodi marini*. In: S. Silenzi (Ed.) *Mari e cambiamenti globali*, pp. 93-104. ICRAM, Roma.
- Öztürk, B. & Can, A. (2006). Indo-Pacific gastropod species in the Levantine and Aegean Seas. *Aquat. Inv.* 1, 124–129.
- Png-González, L., Aguilo-Arce, J., Vázquez-Luis, M. & Carbonell, A. (2021). New occurrence of *Pinctada imbricata radiata* (Leach, 1814) in the Balearic Archipelago (NW Mediterranean Sea). *Biol. Inv. Rec.* 10, 853–858.
- Quiñonero-Salgado, S., Herrero Hernán, J. & López-Soriano, J. (2022). Poblaciones consolidadas de *Brachidontes pharaonis* (Fischer, 1870) (Bivalvia: Mytilidae) en el levante peninsular. *Elona* 3, 68–71.
- Raitsos, D.E., Beaugrand, G., Georgopoulos, D., Zenetos, A., Pancucci-Papadopoulou, A.M., Theocharis, A. & Papathanassiou, E. (2010). Global climate change amplifies the entry of tropical species into the Eastern Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.* 55, 1478–84.
- Rech, S., Salmina, S., Borrell Pichs, Y.J. & García-Vazquez, E. (2018). Dispersal of alien invasive species on anthropogenic litter from European mariculture areas. *Mar. Pollut. Bull.* 131, 10–16.
- Rizgalla, J. & Crocetta, F. (2020). First record of the fissurellid mollusc *Diodora funiculata* (Reeve, 1850) (Mollusca: Gastropoda) in Libyan waters (central Mediterranean Sea). *Biol. Inv. Rec.* 9, 60–64.
- Rizgalla, J., Fridman, S., Ben Abdallah, A., Bron, J.E. & Shinn, P. (2018). First record of the non-native sea snail *Haminoea cyanomarginata* Heller & Thompson, 1983 (Gastropoda: Haminoeidae) in the Southern Mediterranean Sea. *Biol. Inv. Rec.* 7, 411–414.
- Rizgalla, J., Shinn, A.P. & Crocetta, F. (2019a). First documented record of the invasive cockle *Fulvia fragilis* (Forsskål in Niebuhr, 1775) (Mollusca: Bivalvia: Cardiidae) in Libya. *Biol. Inv. Rec.* 8, 314–319.
- Rizgalla, J., Shinn, A.P. & Crocetta, F. (2019b). The alien fissurellid *Diodora ruppellii* (G. B. Sowerby I, 1835): a first record for Libya from Tripoli Harbour. *Biol. Inv. Rec.* 8, 813–817.
- Rolán, E. & Bañón Díaz, R. (2007). Primer hallazgo de la especie invasora *Rapana venosa* y nueva información sobre *Hexaplex trunculus* (Gastropoda, Muricidae) en Galicia. *Notic. SEM* 47, 57–59.
- Sarà, G., Romano, C. & Mazzola, A. (2008). A new Lessepsian species in the western Mediterranean (*Brachidontes pharaonis* Bivalvia: Mytilidae): density, resource allocation and biomass. *Marine Biodiv. Rec.* 1, e8.
- Sarà, G., Porporato, E.M.D., Mangano, M.C. & Mieszkowska, N. (2018). Multiple stressors facilitate the spread of a non-indigenous bivalve in the Mediterranean Sea. *J. Biogeogr.* 45, 1090–1103.
- Scuderi, D. & Eernisse, D.J. (2016). A new alien limpet for the Mediterranean: *Lottia* sp. (Patellogastropoda Lottiidae). *Biodiv. J.* 7, 287–293.
- Scuderi, D. & Villari, A. (2022). Further two alien species for the Sicilian waters: *Aplus assimilis* (Reeve, 1846) and *Mitrella psilla* (Duclos, 1846) (Gastropoda Neogastropoda). *Biodiv. J.* 13, 355–359.
- Scuderi, D., Nakano, T. & Eernisse, D.J. (2021). A limpet (Lottiidae), introduced to Sicily, is traced to its homeland in Sri Lanka and described as a new species. *Malacologia* 64, 79–92.
- Selfati, M., El Ouamari, N., Crocetta, F., Mesfioui, A., Boissery, P. & Bazairi, H. (2017). Closing the circle in the Mediterranean Sea: *Bursatella leachii* Blainville, 1817 (Mollusca: Gastropoda: Anaspidea) has reached Morocco. *Biol. Inv. Rec.* 6, 129–34.
- Stora, G. (1976). Evolution des peuplements benthiques d'un étang marin soumis à un effluent d'eaux douces. *Bulletin d'Ecologie* 7, 275–285.
- Strafella, P., Ferrari, A., Fabi, G., Salvalaggio, V., Punzo, E., Cuicchi, C., Santelli, A., Cariani, A., Tinti, F., Tassetti, A., & Scarcella G. (2017). *Anadara kagoshimensis* (Mollusca: Bivalvia: Arcidae) in Adriatic Sea: morphological analysis, molecular taxonomy, spatial distribution, and prediction. *Med. Mar. Sci.* 18, 443–453.
- Tamsouri, N., Carmona, L., Moukrim, A. & Cervera, J.L. (2014). *Polycerella emertoni* and *Favorinus ghanensis*: two new alien sea slug molluscs from the Moroccan Atlantic coasts. *Mar. Biodiv. Rec.* 7, e13.



- Tempesti, J., Langeneck, J. Maltagliati, F. & Castelli, A. (2020). Macro-benthic fouling assemblages and NIS success in a Mediterranean port: The role of use destination. *Mar. Pollut. Bull.* 150, doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110768
- Terreni, G. (1980). Molluschi poco conosciuti dell'Arcipelago Toscano. I Gasteropodi. *Boll. Malacol.* 16, 9–17.
- Theodorou, J.A., Perdikaris, C. & Spinos, E. (2019). On the occurrence of rayed pearl oyster *Pinctada imbricata radiata* (Leach, 1814) in Western Greece (Ionian Sea) and its biofouling potential. *Biharean Biologist* 13(1), 4–7.
- Therriault, T.W., Nelson, J.C., Carlton, J.T., Liggan, L., Otani, M., Kawai, H., Scriven, D., Ruiz, G.M. & Murray, C.C. (2018). The invasion risk of species associated with Japanese Tsunami Marine Debris in Pacific North America and Hawaii. *Mar. Pollut. Bull.* 13, 82–89.
- Torres Alba, J.S. (2022). Primera cita de *Gastrana matadoa* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Tellinidae) para el mar Mediterráneo. *Elona* 3, 72–73.
- Trigo, J.E. (2019). *Ocenebrellus inornatus* (Récluz, 1851) (Gastropoda: Muricidae) en la ría de Arousa. Nueva especie exótica para aguas españolas. Póster, *Foro de la Sociedad Española de Malacología 2019, Vigo*. Abstract consultado en [https://www.researchgate.net/publication/335973491\\_Ocenebrellus\\_inornatus\\_nueva\\_cita\\_para\\_aguas\\_espanolas](https://www.researchgate.net/publication/335973491_Ocenebrellus_inornatus_nueva_cita_para_aguas_espanolas) el 27/02/2022.
- Tsiamis, K., Zenetos, A., Deriu, I., Gervasini, E. & Cardoso, A.C. (2018). The native distribution range of the European marine non-indigenous species. *Aquat. Inv.* 13, 187–198.
- Turolla, E. (2006). Considerazioni sul ritrovamento di esemplari adulti di *Mercenaria mercenaria* (Linneo, 1758) in due lagune del Delta del Po. *Boll. Malacol.* 42, 1–4.
- Ulman, A., Ferrario, J., Occhipinti-Ambrogi, A., Arvanitidis, C., Bandi, A., Bertolino, M., Bogi, C., Chatzigeorgiou, G., Çiçek, B.A., Deidun, A., Ramos-Esplá, A., Koçak, C., Lorenti, M., Martinez-Laiz, G., Merlo, G., Princisgh, E., Scribano, G. & Marchini, A. (2017). A massive update of non-indigenous species records in Mediterranean marinas. *Peer J* 5, e3954; DOI 10.7717/peerj.3954
- Väinölä, R. & Strelkov, O. (2011). *Mytilus trossulus* in Northern Europe. *Mar. Biol.* 158, 817–833.
- Worsfold, T.M., Pennisi, N. & Ashelby, C. (2020). *Theora lubrica* Gould, 1861 (Bivalvia: Semelidae), new to the UK, with notes on associated non-native species, and an earlier date of introduction for *Arcuatula senhousia* (Bivalvia: Mytilidae) to the UK. *J. Conchol.* 43, 665–674.
- Zenetos, A., Ovalis, P. & Houart, R. (2008). Eastward spread of *Ergalatax junionae* Houart, 2008 (Gastropoda, Mollusca), a recent alien species in the Mediterranean. *J. Biol. Res.-Thessaloniki* 10, 221–223.
- Zenetos, A., Gofas, S., Verlaque, M., Cinar, M., García Raso, J., Bianchi, C., Morri, C., Azzurro, E., Bilecenoglu, M., Frogli, C., Siokou, I., Violanti, D., Sfriso, A., San Martin, G., Giangrande, A., Katagan, T., Ballesteros, E., Ramos-Esplá, A., Mastrototaro, F., Ocaña, O., Zingone, A., Gambi, M. & Streftaris, N. (2010). Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Med. Mar. Sci.* 11, 381. doi:<http://dx.doi.org/10.12681/mms.87>
- Zulian, E. & Quaggiotto, E. (2020). First report of *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad, 1831) (Bivalvia: Dreissenidae) from the coasts of Italy. *Boll. Malacol.* 56, 176–180.