

**Tesis Doctoral/PhD Thesis**

**FLUJO GENÉTICO Y ESPECIACIÓN  
EN CRUSTÁCEOS DECÁPODOS DE  
AGUA DULCE (*Atyaephyra desmarestii*  
complex) Y MARINA (*Pagurus forbesii*  
complex) DE AGUAS EUROPEAS Y  
AFRICANAS**

**Gene flow and speciation in freshwater and marine  
decapod crustaceans (*Atyaephyra desmarestii* complex  
and *Pagurus forbesii* complex) from  
European and African waters**

**JOSÉ ENRIQUE GARCÍA MUÑOZ**

**2016**



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

AUTOR: José Enrique García Muñoz

 <http://orcid.org/0000-0003-3870-5586>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): [riuma.uma.es](http://riuma.uma.es)



## RESUMEN de la Tesis

# FLUJO GENÉTICO Y ESPECIACIÓN EN CRUSTÁCEOS DECÁPODOS DE AGUA DULCE (*ATYAEPHYRA DESMARESTII* COMPLEX) Y MARINA (*PAGURUS FORBESII* COMPLEX) DE AGUAS EUROPEAS Y AFRICANAS

de **José Enrique García Muñoz.**

**Objetivos:** Clarificar la situación taxonómica de los complejos *Atyaephyra desmarestii* (camarón de agua dulce) y *Pagurus forbesii* (ermitaño de la plataforma continental marina) mediante estudios morfológicos y moleculares (*DNA barcoding*)

Se comienza con una **introducción general** sobre los conceptos de especie, haciendo especial hincapié en la metapoblación, y los modelos de especiación, destacando el geográfico por ser el que más se ajusta a nuestro caso, en especial al del género *Atyaephyra*. Asimismo, se hace una breve descripción de la historia de la cuenca mediterránea, por ser ésta la zona donde habitan las especies objeto de estudio.

Tras la descripción de las **zonas - puntos de muestreo** y de las **metodologías** empleadas (morfológica y molecular) se pasa al capítulo de **resultados**, con dos partes en donde se incluyen los estudios realizados para ambos complejos de especies.

La **primera parte**, primer complejo de especies, se ha denominado "**Flujo genético y especiación en crustáceos decápodos de agua dulce: *Atyaephyra desmarestii* complex de Europa y Norte de África**", está avalada por dos publicaciones:

García Muñoz, J.E., A. Rodríguez, J.E. García Raso & J.A. Cuesta (2009). Genetic evidence for cryptic speciation in the freshwater shrimp genus *Atyaephyra* De Brito Capello (Crustacea, Decapoda, Atyidae). *Zootaxa*, 2025: 32-42.

**<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3790.3.1>**

<http://www.mapress.com/zootaxa/list/2009/zt02025.html>.

García Muñoz, J.E., J.E. García Raso, A. Rodríguez, & J.A. Cuesta (2014). Cryptic speciation of Greek populations of the freshwater shrimp genus *Atyaephyra* de Brito Capello, 1867 (Crustacea Decapoda), evidence from mitochondrial DNA. *Zootaxa*, 3790(3): 401- 424.

**<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3790.3.1>**

[http://www.mapress.com/zootaxa/list/2014/3790\(3\).html](http://www.mapress.com/zootaxa/list/2014/3790(3).html).

## Resumen:

La especie *Atyaephyra desmarestii* (Millet, 1831) presenta una amplia distribución geográfica en hábitats de agua dulce, como ríos y lagos, que abarca desde el norte de África a Oriente Medio, gran parte de Europa y algunas islas del Mediterráneo. Esta amplia distribución, junto con la naturaleza disjunta de las poblaciones de agua dulce, hace a *A. desmarestii* un taxón candidato para someterse a procesos de especiación críptica. Para probar esta hipótesis se han estudiado dos genes mitocondriales (16S y COI) en poblaciones seleccionadas a lo largo de todo el rango de distribución de la especie. Los datos resultantes en el primer estudio (García Muñoz *et al.* 2009) apoyan la existencia de tres clados de haplotipos claramente distinguibles. El más amplio, en el que se incluyen la mayoría de las poblaciones de Europa occidental y las del norte de África, correspondería a *Atyaephyra desmarestii desmarestii*. Al encontrarse dentro de este grupo las muestras portuguesas no puede admitirse la validez de *Atyaephyra rosiana* de Brito Capello, 1867, proponiéndose como sinonimia de *Atyaephyra desmarestii*. El segundo grupo incluye dos poblaciones griegas, que deben ser consideradas como diferentes y, por su distribución geográfica, se identifican tentativamente como pertenecientes a *Atyaephyra stankoi* (Karaman, 1972), aunque la diferenciación morfológica no está aún clara. El tercer grupo comprende sólo una secuencia de Irak cuyo valor de variabilidad genética para 16S podrían apoyar la validez de *A. mesopotamica* Al-Adhub o *A. orientalis* Bouvier. Desafortunadamente, no hay secuencias COI disponibles para este ejemplar en GenBank que pudieran utilizarse para confirmar su estatus.

En 2012 Christodoulou *et al.* identificaron cuatro especies en Grecia: *Atyaephyra stankoi*, *A. thyamisensis*, *A. strymonensis* y *A. acheronensis*. En dicho estudio solamente analizaron secuencias parciales del gen COI (450 pb y ~330 pb), lo que es inadecuado e inadmisibles en publicaciones serias. Además, curiosamente, su mapa de distribución de las especies muestra unas conclusiones muy similares a las nuestras, aunque tan sólo estudiaron molecularmente especies de 8 ríos (nota: se trata de especies crípticas que en muchos casos son casi imposible diferenciarlas morfológicamente). En nuestro estudio (García Muñoz *et al.*, 2014) se han analizado 20 poblaciones griegas de *Atyaephyra*, morfológica y molecularmente (con los marcadores mitocondriales 16S: 520 pb y COI: 670 pb). Nuestros datos moleculares confirman la validez taxonómica de *A. stankoi* (ya apuntada como válida por nosotros), *A. thyamisensis* y *A. strymonensis*, pero muestran que la especie *A. acheronensis* de Christodoulou *et al.* (2012) no es válida y debe considerarse sinonimia de *A. desmarestii*. También se constata la presencia de *A. desmarestii*, con una distribución restringida a

unos pocos ríos de la región jónica, quizás resultado de una introducción posterior a partir de áreas europeas vecinas. Además de la identificación genética se ha realizado un estudio morfológico detallado, observándose una alta variabilidad intra e inter-específica, principalmente en *A. thyamisensis*, por lo que esta especie fue redescrita más a fondo. Para todas ellas se aportan datos morfológicos de interés taxonómico. También se ha estudiado el patrón de distribución de los cromatóforos de las larvas Zoea II de *A. desmarestii* y *A. thyamisensis*, observándose claras diferencias, en número, disposición y posiblemente color, que podrían ser muy útiles en futuros estudios para el reconocimiento-diferenciación de estas especies crípticas, así como para terminar de perfilar sus áreas de distribución. Por el momento la distribución de las especies griegas del género *Atyaephyra* parece estar relacionada con la compleja historia paleogeográfica de la cuenca Mediterránea, en concreto con la de la península Balcánica. Así, en Grecia se reconocen para este género tres áreas - ecorregiones: una global, una occidental (delimitada por los montes Pindos) y una septentrional en la zona de Macedonia-Tracia.

Por otro lado, como resultado colateral a partir de los muestreos que realizamos en Marruecos para la consecución de ejemplares de *Atyaephyra*, se capturaron ejemplares de otro Atyideo pertenecientes al género *Dugastella* Bouvier, 1912, que se identificaron como *D. marocana* Bouvier, 1912. Este género está representado por tan solo dos especies (*D. marocana* y *D. valentina* (Ferrer Galdiano, 1924)) cuya validez fue ratificada mediante estudios de secuenciación (García Muñoz *et al.* 2009). La captura de ejemplares de *D. marocana* en Bzou (N. E. de Marrakech) amplía su distribución (restringida a los alrededores de Casablanca). Además, la presencia de larvas "zoea II" en la cámara incubadora de una hembra ha permitido constatar la existencia de un cuidado parental extendido (sólo conocido hasta ahora en el cangrejo *Tunicotheres moseri* (Rathbun, 1918) y en el camarón *Dugastella valentina*). Por ello, este inusual comportamiento puede ser considerado como una característica del género *Dugastella*.

Ver Huguet D., J.E. García Muñoz, J.E. García Raso & J.A Cuesta (2011). Extended parental care in the freshwaters shrimp genus *Dugastella* Bouvier, 1912 (Decapoda, Atyidae, Paratyinae). *Crustaceana* 84(2): 251-255). **Doi:10.1163/001121610X546733**.

La segunda parte, segundo complejo de especies, se ha titulado: "**Flujo genético y especiación en crustáceos decápodos marinos: *Pagurus forbesii* complex de aguas europeas y africanas**" y está avalada por la siguiente publicación

J. Enrique García Muñoz, José A. Cuesta & J. Enrique García Raso (2014). Taxonomic study of the *Pagurus forbesii* "complex" (Crustacea: Decapoda: Paguridae). Description of *Pagurus pseudosculptimanus* sp. nov. from Alborán Sea (Southern Spain, Western Mediterranean Sea). *Zootaxa*, 3753(1): 25-46.  
<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3753.1.3>.

#### Resumen:

El estudio de material procedente del mar de Alborán (sur de España) ha permitido el reconocimiento de dos formas morfológicas del cangrejo ermitaño *Pagurus forbesii*.

En primer lugar se han revisado los sintipos de *P. sculptimanus* (depositados en el Muséum national d'Histoire naturelle, Paris), lo que ha permitido ratificar que se trata de una sinonimia de *P. forbesii*; posteriormente, mediante estudios morfológicos y moleculares, se ha constatado la existencia de dos especies diferentes: *Pagurus forbesii* y una especie nueva: *Pagurus pseudosculptimanus* nov. sp.

Para *Pagurus forbesii* se ha realizado una descripción morfológica que ha permitido completar algunos aspectos no referidos por Ingle (1993). Así, se ha comprobado que las patas derechas e izquierdas muestran diferencias, siendo especialmente relevantes las de las P3. Del mismo modo se ha realizado la descripción de la nueva especie, destacando los caracteres que permiten diferenciarlas de forma fácil. También, se aportan datos sobre su distribución geográfica y batimétrica, hábitat y especies acompañantes.

El estudio molecular ratifica la validez de ambas especies y, además, pone en evidencia que las agrupaciones establecidas según caracteres morfológicos para el género *Pagurus* deben ser revisadas.

Finalmente se da la *checklist* de las especies de ermitaños del género *Pagurus* del Atlántico Oriental y mar Mediterráneo, señalando algunos caracteres morfológicos que pueden ser útiles en la identificación.

La tesis termina con una ***discusión general*** en la que se comentan y discuten las ventajas y limitaciones de la taxonomía clásica y molecular, en general y con ejemplos para crustáceos decápodos. Se ratifica que ambas técnicas, el *DNA barcoding* y los estudios morfológicos clásicos (de adultos y larvas), son herramientas complementarias, muy útiles en las manos de taxónomos experimentados, y fundamentales para el desarrollo de la Taxonomía integradora del siglo XXI. Se finaliza con algunas consideraciones y aspectos a investigar en un futuro en relación con los dos grupos de especies estudiados.