

## Addenda sobre las características morfológicas de la langosta fósil (*Atherfieldastacus magnus*) en México

### Addenda on the morphological characteristics of the fossil lobster (*Atherfieldastacus magnus*) in Mexico

González-León, Oscar<sup>1,\*</sup> 

<sup>1</sup>Laboratorio de Ciencias de la Tierra y Paleontología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 54090, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México. <https://orcid.org/0000-0002-3671-430X>

\* oscar.gonzalez@unam.mx

#### Resumen

Un ejemplar de la especie *Atherfieldastacus magnus* recolectado en el estado de Puebla preserva los apéndices natatorios conocidos como pleópodos. Estas estructuras se han reconocido previamente en ejemplares del Reino Unido y España, pero no para México. Para el registro fósil mexicano se conocen bien las características anatómicas del cefalotórax, pleon, telson, pereiópodos y más recientemente antenas. Sin embargo, la presencia de pleópodos no había sido reportada. El registro presentado en este trabajo muestra detalles moderadamente preservados de las articulaciones basales y distales que incluyen la presencia de flagelos segmentados. La forma de los bordes en las pleuras abdominales permite asignar al ejemplar como un macho. De este modo, se aporta información adicional al conocimiento sobre la morfología en esta langosta fósil en México y que estuvo ampliamente distribuida durante el Cretácico Inferior.

**Palabras clave:** *Atherfieldastacus magnus*, morfología, pleópodos, Puebla, México.

#### Abstract

A specimen of the *Atherfieldastacus magnus* species collected in the state of Puebla shows preserved swimming appendages known as pleopods. These structures have been previously recognized in specimens from the United Kingdom and Spain, but not in Mexico. For the Mexican fossil record, the anatomical characteristics of the cephalothorax, pleon, telson, pereiopods and more recently antennae are well known. However, the presence of pleopods had not been reported. The record presented in this work shows moderately preserved details of the basal and distal articulations, including the presence of segmented flagella. The shape of the edges on the abdominal pleura allows us to assign the specimen as a male. This way, additional information is provided to the knowledge on the morphology of this fossil lobster in Mexico, and that it was widely distributed during the Early Cretaceous.

**Keywords:** *Atherfieldastacus magnus*, morphology, pleopods, Puebla, Mexico.

**Cómo citar / How to cite:** González León, O., (2022). Addenda sobre las características morfológicas de la langosta fósil (*Atherfieldastacus magnus*) en México. *Paleontología Mexicana* 11(1), 13–20.

Manuscrito recibido: Octubre 10, 2021.

Manuscrito corregido: Mayo 4, 2022.

Manuscrito aceptado: Mayo 6, 2022.



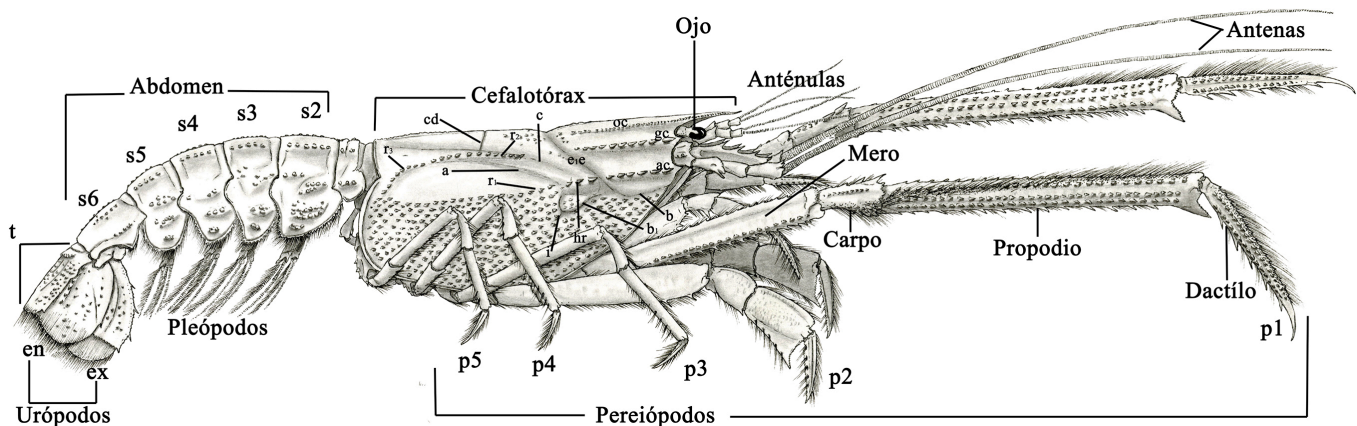
## 1. Introducción

A pesar de que usualmente el registro de langostas es escaso en el registro fósil, *Meyeria magna*, ahora *Atherfieldastacus magnus* (M' Coy, 1849), se presenta de manera abundante en estratos de la Isla de Wighth (sur de Inglaterra) donde fue descrita por primera vez (López-Horgue, 2009). El registro fósil de la langosta *Atherfieldastacus magnus* (figura 1) representa actualmente un ejemplo de distribución amplia durante el Cretácico Temprano con registros en muchas localidades alrededor del mundo (González-León *et al.*, 2019). En México el primer registro de la langosta fósil *A. magnus* fue publicado por Feldmann y colaboradores en 1995, para depósitos sedimentarios de la Formación San Juan Raya en el estado de Puebla. Sin embargo, originalmente la descripción taxonómica de la especie se asignó al género *Meyeria* (Feldmann *et al.*, 1995 y 2007). Desde entonces, diversos trabajos se han publicado con el registro de esta langosta fósil en diferentes localidades del centro y norte del país (p. ej. Feldmann *et al.*, 2007; González-León *et al.*, 2014; González León *et al.*, 2015; González-León *et al.*, 2018 a y b; González León *et al.*, 2019 y González-León *et al.*, 2020). Dichos trabajos se han centrado en la descripción taxonómica y morfológica, su ontogenia, así como algunos aspectos paleoambientales y sobre la estructura cuticular. Los detalles anatómicos previamente descritos incluyen la presencia del cefalotórax, abdomen, telson, pereiópodos y más recientemente la presencia de antenas (González-León *et al.*, 2019); a pesar de esto, la presencia de pleópodos no había sido reportada. En los organismos pertenecientes a la Clase malacostraca

los pleópodos son los apéndices abdominales anteriores (normalmente los primeros 5 pares) y son parecidos entre sí. Tienen diversas funciones ya que pueden ser útiles para nadar, excavar, ventilación, en el caso de las hembras para llevar los huevos, o para el intercambio gaseoso en algunos casos. En los machos el primer y segundo par de pleópodos suelen estar modificados como apéndices copuladores. De manera general en cada rama del sexto apéndice abdominal forman una cola que se utiliza para la natación de huida (Ruppert y Barnes, 1996). Los pleópodos en la langosta fósil *A. magnus* han sido ilustrados previamente para localidades en Europa. La presente contribución constituye el primer reporte de estas estructuras morfológicas en un ejemplar proveniente de depósitos sedimentarios del centro de México (fig. 2A). Estos caracteres brindan información que permite complementar el rompecabezas morfológico asociado al registro de esta langosta fósil en México. Adicionalmente la información abona a la discusión sobre la asignación taxonómica del registro mexicano, así como, aspectos relacionados a su paleobiología y tafonomía.

## 2. Área de estudio y estratigrafía

El ejemplar ilustrado en este trabajo fue colectado en Santa Isabel Atenayuca, en el estado de Puebla (Figura 2 B). Se muestran detalles de la sección estratigráfica y el horizonte de donde fue obtenido el fósil estudiado en este trabajo (Figura 2C y Figura 3). Para obtener más detalles sobre la geología y estratigrafía del área de estudio ver González-León *et al.*, 2014 y 2015.



**Figura 1.** Reconstrucción de *Athrfieldastacus magnus* (M' Coy, 1849) en el que se indican algunos detalles sobre su morfología: Antenas; anténulas; Cefalotórax (a = surco branquiocárdico, b = surco antenal, b1 = surco hepático, c = surco post-cervical, cd = surco cardíaco, e1e = surco cervical, gc = carina gastro-orbital, hr = cresta hepática, i = surco inferior, oc = carina orbital, r1-r3 = crestas branquiales); pereiópodos = (p1-5 dactilo, propodio, carpo y mero); Abdomen (s2-26 = pleuras abdominales); Pleópodos; Telson, Urópodos (en = edopodito y ex = exopodito). Modificado de Ferratges, 2017.

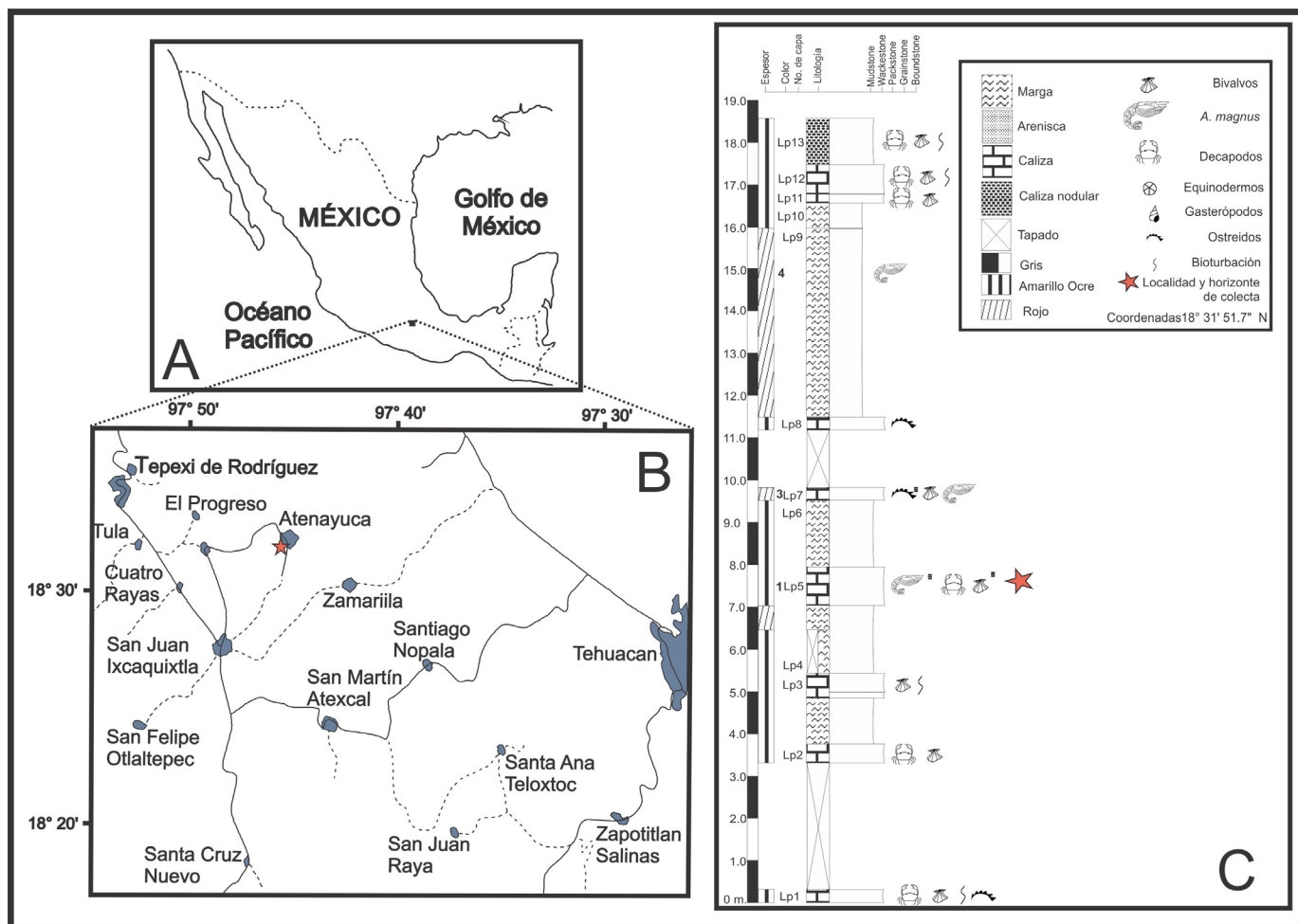


Figura 2. A. Mapa que indica la ubicación del área de estudio respecto a la República Mexicana. B. Área de estudio ubicada en el Santa Isabel Atenayuca al suroeste de Tepexi de Rodríguez, estado de Puebla. C. Columna estratigráfica en la que se indica el horizonte de donde provienen los ejemplares de *Atherfieldastacus magnus* (Modificado de González-León, 2014).

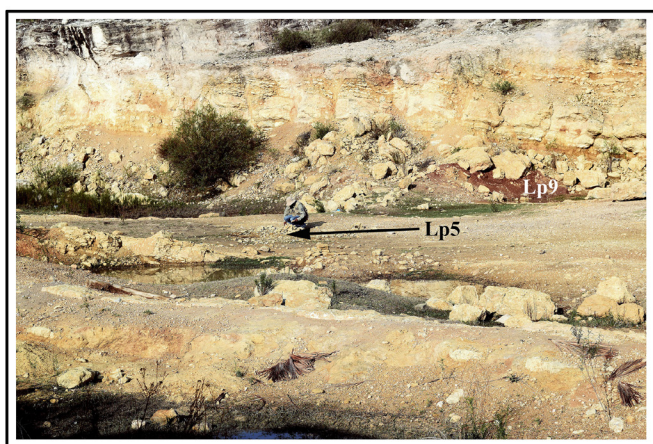


Figura 3. Fotografía que muestra la cantera conocida como “La Palmera”, la flecha indica la posición del horizonte Lp5 donde fue encontrado el ejemplar estudiado en este trabajo. (ver Figura 2 C para más detalles de la columna estratigráfica).

### 3. Paleontología sistemática

Orden Decapoda Latreille, 1802  
 Suborden Pleocyemata Burkenroad, 1963  
 Infraorden Glypheidea Zittel, 1885  
 Superfamilia Glypheoidea Zittel, 1885  
 Familia Mecochiridae Van Straelen, 1925

Género *Arthelfieldastacus* Simpson en Robin, Charbonnier, Merle, Simpson, Petit y Fernandez, 2016

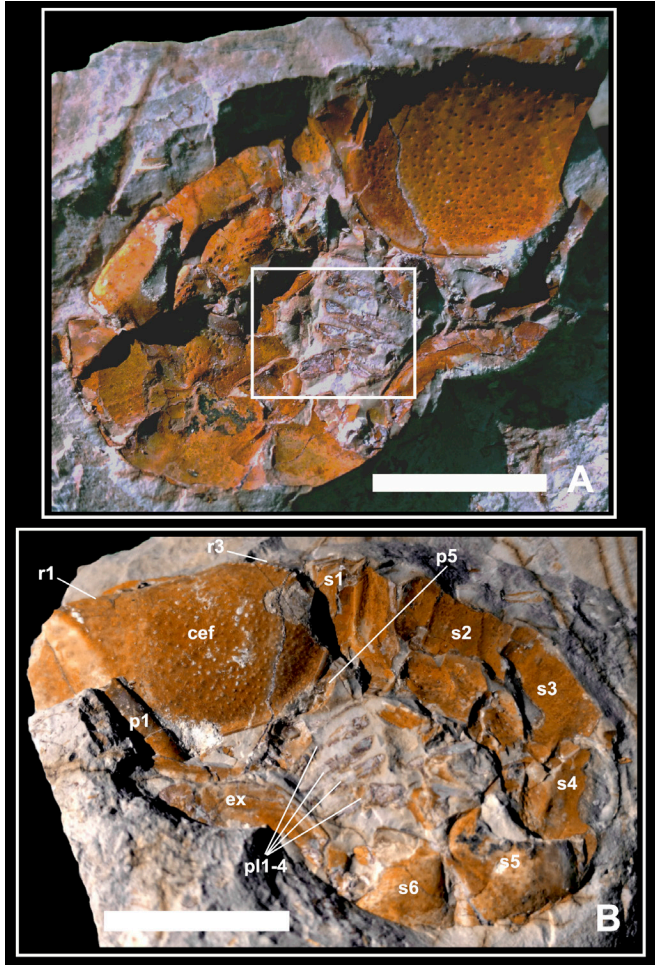
**Especie tipo:** *Meyeria magna* M’Coy, 1849 por designación original Robin *et al.*, 2016.

**Especies incluidas:** *Atherfieldastacus magnus* (M’Coy, 1849), *A. rapax* (Harbort, 1905), *A. schwartzi* (Kitchin, 1908).

Para obtener más información y detalles sobre la descripción taxonómica de los ejemplares mexicanos el

lector deberá remitirse a (González-León *et al.*, 2014 y 2018).

El ejemplar estudiado se encuentra depositado en la Colección Nacional de Paleontología “María del Carmen Perrillat” en el Instituto de Geología de la UNAM con el número de referencia IGM=13075. Como se muestra en la figura 4 originalmente el ejemplar estudiado disponía de dos piezas, lamentablemente una de ellas se encuentra actualmente perdida (Figura 4A) siendo la contraparte (Figura 4B) la que porta el número IGM en este trabajo.



**Figura 4.** A. Especimen incompleto de *Atherfieldastacus magnus* (SIA01 perdido) proveniente de Santa Isabel Atenayuca, Estado de Puebla. En el ejemplar se muestran algunos detalles del cefalotórax, pleuras abdominales, parte del telson y, en menor, grado pereiópodos. Adicionalmente enmarcados en A se observan detalles de los pleópodos por debajo de los segmentos abdominales (s2-s5) ver fig. 5. B. Contraparte del mismo fósil (IGM=13075) en donde se indican las estructuras morfológicas observadas. Abreviaciones: cef = cefalotórax, r1 y 3 = crestas branquiales, s1-5 = pleuras abdominales, p1 = primer pereiópodo, pl2-5 = pleópodos y ex = exopodio. Barra de escala equivalente a 1cm.

#### 4. Discusión

Muchas descripciones taxonómicas de material fosilizado en Decápoda no incluyen información de los pleópodos. Estas estructuras son muy frágiles y delicadas por lo que muy raramente pueden ser observadas fosilizadas (Feldmann *et al.*, 2015). Sin embargo, existen reportes en donde estas estructuras se han podido reconocer e ilustrar en diferentes niveles de detalle, así lo demuestran los trabajos de (Woodward, 1900; Miller y Ash, 1988; Kensley y Williams, 1990; Maisey y De Carvalho, 1995; Schweitzer y Feldmann, 1997; Taylor, 1999; Yanbin *et al.*, 2001; Saraiya *et al.*, 2009; Schweigert y Garassino, 2003; Huang *et al.*, 2013; Huang *et al.*, 2013; Gueriau *et al.*, 2014; Schweitzer *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2015; Feldmann *et al.*, 2015; Schweigert *et al.*, 2016; Feitosa-Saraiva *et al.*, 2018; Luque *et al.*, 2019; Alencar *et al.*, 2020) por mencionar algunos. En contraposición, existen localidades en donde el registro fósil de decápodos ha incluido detalles morfológicos bien preservados de los pleópodos. Como ejemplo existen aquellas localidades conformadas por calizas litográficas del Jurásico Superior en las que fueron descritas la mayor parte de las faunas de crustáceos decápodos del sur de Alemania (von Schlotheim, 1820, 1822; von Münster, 1839 y Oppel, 1861, 1862 en Schweigert y Garassino, 2003). En estas calizas sin bioturbación, la alteración de los esqueletos de decápodos es reducida, de modo que, además de las partes fuertemente mineralizadas como quelas y caparazón, a menudo pueden preservarse estructuras delicadas como pleópodos y antenas (Schweigert y Garassino, 2003).

A pesar de esto, en langostas fósiles los pleópodos son raramente observados (Feldmann *et al.*, 2015). Particularmente, la presencia de pleópodos en la especie *A. magnus* ha sido reportada esporádicamente. El primer reporte corresponde al trabajo de Simpson y Middleton (1985, pág. 206, fig. 2k) para la Formación *Atherfield clay* en el Reino Unido, posteriormente en España, los ilustrados por López-Horgue (2009, pág. 27, fig. 2I) para el Albiano temprano de Ajo, Ferratges (2017, Lámina 3A) y Ferratges *et al.* (2021, Figura 8A) para el registro proveniente de Teruel.

La preservación de *A. magnus* en diferentes localidades está asociada a concreciones calcáreas, aunque también se les encuentra dentro de niveles margosos (p. ej. Vega *et al.*, 2008; López-Horgue, 2009; González-León *et al.*, 2018 y Ferratges *et al.*, 2021). El espécimen analizado en este trabajo se encuentra preservado en un horizonte de caliza, donde los fósiles se encuentran ligeramente aplastados, aunque conservan detalles de la forma original en 3D. Adicionalmente el registro en esta localidad se asocia a horizontes margosos y horizontes de caliza arcillosa en donde el registro se encuentra aplastado, mostrando detalles anatómicos con variación en su preservación (González-León *et al.*, 2014 Fig. 12 g-i).

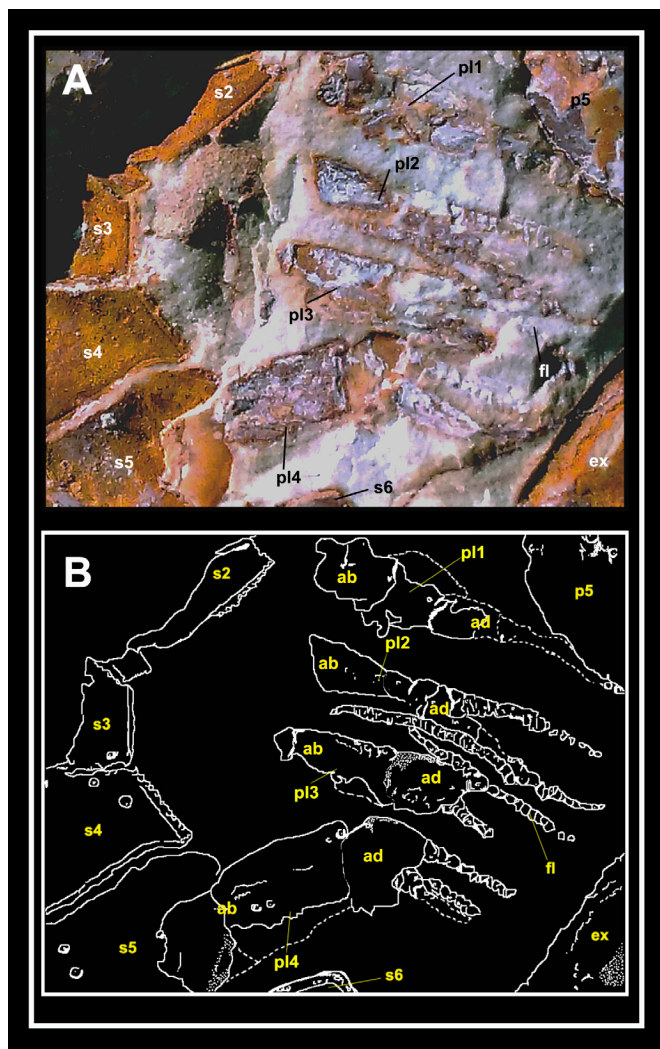


Figura 5. A. Acercamiento en el que es posible observar detalles anatómicos de los pleópodos. B. Representación esquemática de A en la que es posible observar la presencia de un par de flagelos por cada pleópodo, mismo que se encuentran segmentados. Abreviaciones: ab = articulación basal, ad = articulación distal, s2-6 = pleuras abdominales, p5 = quinto pereiópodo, pl2-5 = pleópodos, fl = flagelos y ex = exopodio.

Considerando la abundancia de registros de esta especie en diversos depósitos sedimentarios de Europa (p. ej. M' Coy, 1849; Bell, 1863; Vilanova, 1863; de Tribolet, 1876; Spence-Bate en Lee, 1881; Mallada, 1892; Van Straelen, 1927; Woods, 1928; Glaesner, 1929; Battaller y Calatayud, 1937, 1945 y 1950; Vía, 1951; Förster, 1971; Simpson y Middleton, 1985; Garassino y Schweitzer, 2006; López-Horgue, 2009; Schweitzer *et al.*, 2009; Schweitzer *et al.*, 2010; Astrop, 2011; Robin *et al.*, 2016; López-Horgue y Bodego, 2017; Ferratges, 2017; y Ferratges *et al.*, 2021), Asia (ej. Wang, 1981; Zhang, 2000) y América (ej. Aguirre Urreta, 1989; Feldmann *et al.*, 1995; Feldmann *et al.*, 2007; Vega *et al.*, 2008; González-León *et al.*, 2014, 2015, 2016, 2018, 2019 y 2020) la preservación de pleópodos es más bien rara.

Simpson y Middleton (1985) consideran que los pleópodos en *M. magna* corresponden en forma y tamaño exactamente a la forma de muchos fósiles y organismos nadadores recientes, por lo que, estas estructuras debieron haber funcionado como estructuras nadadoras al menos en un grado limitado. Robin y colaboradores (2016) incluyen una breve caracterización de pleópodos en su descripción sobre *A. magnus* en el Reino Unido: "Pleópodos birrámeos con flagelo largo y estrecho". Los autores infieren que combinaba un modo de vida enterrado parcialmente con caparazón fuera de su madriguera y locomoción libre en áreas abiertas. Lo anterior a partir de la disparidad de elementos epibióticos reconocidos en el caparazón con respecto al pleon y telson.

Los pleópodos están muy desarrollados en decápodos de vida pelágica o que requiere desplazamiento en la columna de agua, por ejemplo, en las gambas, siendo largos y flagelados o modificados a modo de remos (p. ej. Ferratges, 2017).

El ejemplar estudiado en este trabajo (figura 4) conserva algunos detalles morfológicos de los pleópodos (pl) debajo de los segmentos abdominales (s2-5) (SIA01 y IGM=13075). El tercer pleópodo tiene una longitud aproximada de 1.2 cm, esto representa 1/6 de la longitud total del abdomen y telson juntos. Los pleópodos 2-4 son de naturaleza birrámea, ya que los flagelos (fl) se encuentran segmentados haciéndose más estrechos hacia el extremo distal. Los elementos reportados son similares a los figurados previamente por Simpson y Middleton en (1985 pág. 206, fig. 2k). Las articulaciones basales (ab) están incompletas y aparentemente se encuentran unidas al cuerpo. Por otro lado, las articulaciones distales (ad) al menos en los pleópodos 1-4 se aprecian parcialmente (figura 5A y B).

La morfología de los pleópodos es flagelada, segmentada (parecida a las antenas) y de una forma cilíndrica, por lo que parece poco probable que pudieran mover un volumen significativo de agua. Es probable que su función principal estuviera asociada a la sujeción de los huevos en las hembras y como apéndices copulatorios en los machos (F.A. Ferratges comunicación personal).

Aunque la forma de los pleópodos no es determinante en este caso para establecer el sexo del ejemplar, la forma de los bordes en las pleuras abdominales sí lo son. Por lo que, se reconoció al ejemplar como un macho en el que el margen posterior de las pleuras es recto y no redondeado como en las hembras (figura 5A). Esta característica ya se ha reconocido previamente en algunos glifeidos fósiles y recientes (p. ej. Étallon, 1859; Forest *et al.*, 1976; Forest y de Saint Laurent, 1981; Feldmann y De Saint Laurent, 2002; Feldmann *et al.*, 2007 y González León *et al.*, 2019).

Aún no está claro si la función de los pleópodos en *A. magnus* les confería ayuda adicional para desplazarse sobre la columna de agua o si estas estructuras presentaban alguna modificación con funciones reproductivas como en el caso de los machos de *Neoglyphea inopinata*

(Forest y De Saint Laurent, 1976), especie descrita como miembro viviente de un grupo que durante mucho tiempo se consideró extinto desde el Mesozoico (Schram y Ahyong, 2002). En esta especie el primer par de pleópodos están modificados como apéndices copulatorios, compuestos por dos segmentos (Forest y De Saint Laurent, 1981, fig. 22 a-c y fig. 22).

Si bien la presencia de pleópodos en el registro mexicano complementa a la información morfológica de la especie, es necesario el estudio de más fósiles que presenten un mejor grado de preservación en estas delicadas estructuras. Lo anterior permitirá a futuro reforzar aspectos sobre dimorfismo sexual, procesos tafonómicos y las posibles funciones que brindaron dichas estructuras a la aptitud de esta langosta fósil ampliamente distribuida durante del Cretácico Inferior.

## 5. Conclusiones

El análisis de un ejemplar de *Atherfieldastacus magnus* permite reconocer por primera vez la presencia de pleópodos en el registro fósil de México. La preservación moderada de estas estructuras nadadoras permite reconocer su naturaleza birrámea, así como información sobre las articulaciones basales y distales. A partir de la observación de la morfología en las pleuras abdominales se puede asignar al ejemplar estudiado como un macho de la especie. El material estudiado añade información que complementa cada vez más el rompecabezas morfológico de esta langosta fósil en México.

## Agradecimientos

Agradezco profundamente al editor en jefe de la Revista Paleontología Mexicana Dr. Josep Anton Moreno Bedmar por su apoyo y comentarios durante el proceso editorial. A todos los revisores anónimos quienes con sus observaciones y acertados comentarios mejoraron sustancialmente el contenido de esta contribución. Agradezco a Fernando Ari Ferratges por sus comentarios sobre los pleópodos en la discusión del ejemplar aquí estudiado. Igualmente le agradezco por permitirme utilizar la reconstrucción sobre *A. magnus* para ilustrar el presente trabajo. Finalmente, también agradezco a la Mtra. Sandra Ramos Amézquita por el excelente apoyo editorial.

## Referencias

Aguirre Urreta, M.B., 1989, The Cretaceous decapod Crustacea of Argentina and the Antarctic Peninsula: *Palaeontology*, 32(3), 499–552.

- Alencar, D.R., De Oliveira, R.G., Pinheiro, P.A., Feitosa-Saraiva, A.A., 2020, New findings on Dendrobranchiata fossils of the Romualdo Formation, Araripe Basin, Northeast of Brazil: *Zootaxa*, 4731(1), 063–074. doi.org/10.11646/zootaxa.4731.1.4
- Astrop, T.I., 2011, Phylogeny and Evolution of Mecochiridae (Decapoda: Reptantia: Glypheoidea): An Integrated Morphometric and Cladistic Approach: *Journal of Crustacean Biology*, 31(1), 114–125. doi: 10.1651/10-3307.1
- Bataller i Calatayud, J.R., 1937, Catàleg de les espècies fòssils noves del cretàcic de Catalunya i d'altres regions: *Arxius d'Escola Superior d'Agricultura*, (n. s.), 3(1), 581–619.
- Bataller i Calatayud, J.R., 1945, Enumeración de las especies nuevas del Cretácico de España: *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* (3a é.), núm. 571, t. 27 (11), 373–441.
- Bataller i Calatayud, J.R., 1950, Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España: Pars. IX, Arthropoda, *Annales de la Escuela de Peritos Agrícolas*, 9, 418–428, 12 figs.
- Bell, T., 1863, A Monograph of the Fossils Malacostracous Crustacea of Great Britain. Part II. Crustacea of the Gault and Greensand: *Palaeontographical Society Monographs*, The Palaeontographical Society, London, pp. 21
- Burkenroad, M.D., 1963, The evolution of the Eucarida (Crustacea, Eumalacostraca), in relation to the fossil record: *Tulane Studies in Geology*, 2, 3–17.
- de Tribolet, M., 1876, Description de quelques espèces de crustacés décapodes du Valanginien, Néocomien et Urgonien de la Haute-Marne, du Jura et des Alpes: *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel*, X, 295–304.
- Étallon, A., 1859, Description des Crustacés fossiles de la Haute-Saône et du Haut-Jura: *Bulletin de la Société Géologique de France*, Series 2(16), 169–205.
- Feitosa-Saraiva, A.A., Pinheiro, P.A., Santana, W., 2018, A remarkable new genus and species of the planktonic shrimp family Luciferidae (Crustacea, Decapoda) from the Cretaceous (Aptian/Albian) of the Araripe Sedimentary Basin, Brazil: *Journal of Paleontology*, 92(3), 1–7. doi.org/10.1017/jpa.2018.5
- Feldmann, R.M., De Saint Laurent, M., 2002, *Glyphea foresti* n. sp. (Decapoda) from the Cenomanian of northern territory, Australia: *Crustaceana*, 75, 359–373. doi: 10.1163/156854002760095435
- Feldmann, R.M., Vega, F.J., García-Barrera, P., Rico-Montiel, R., Martínez López, L., 1995, A New Species of *Meyeria* (Decapoda: Mecochiridae) from the San Juan Raya Formation (Aptian: Cretaceous) Puebla State, Mexico: *Journal of Paleontology*, 69(2), 402–406. doi.org/10.1017/S002233600034740
- Feldmann, R.M., Vega, F.J., Martínez-López, L., González-Rodríguez, K.A., González-León, O., Fernández-Barajas, R.M., 2007, Crustacea from the Muhi Quarry (Albian Cenomanian), and a review of Aptian Mecochiridae (Astacidea) from México: *Annals of Carnegie Museum*, 76(4), 135–144. doi.org/10.2992/0097-4463(2007)76[145:CFTMQA]2.0.CO;2
- Feldmann, R.M., Schweitzer, C.E., Błażejowski B., 2015, A new species of lobster (Glypheoidea: Mecochiridae) from the Late Jurassic (late Tithonian) Lagerstätte from central Poland: *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläonologie, Abhandlungen*, 275(1), 107–114. doi: 10.1127/njgpa/2015/0457
- Ferratges, F.A., 2017, Los crustáceos fósiles de las cuencas Surpirenaicas: *Cuadernos de Paleontología Aragonesa*, 8, 100 pp.
- Ferratges, F.A., Hyžný, M., Zamora, S., 2021, Taphonomy and systematics of decapod crustaceans from the Aptian (Lower Cretaceous) in the Oliete Sub-basin (Teruel, Spain): *Cretaceous Research*, 122 (2021), 104767. doi.org/10.1016/j.cretres.2021.104767
- Forest, J., de Saint Laurent, M., Chace F.A., 1976, *Neoglyphea inopinata*: a crustacean “living fossil” from the Philippines: *Science*, 192, 884. doi: 10.1126/science.192.4242.884

- Forest & de Saint Laurent, 1981, La morphologie externe de *Neoglyphea inopinata*, espèce actuelle de Crustacé Décapode Glyphéide. En: Rés. Camp. MUSORSTOM, I. Philippines (18-28 mars 1976), 1(2): Mémoires de l'Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer, 91, 51-84, figs.1-28.
- Förster, R., 1971, Die Mecochiridae, eine spezialisierte Familie der mesozoischen Glypheoidea (Crustacea, Decapoda): Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen, 137, 396-421.
- Garassino, A., Schweigert, G., 2006, The Upper Jurassic Solnhofen decapod crustacean fauna: review of the types from old descriptions. Part I. Infraorders Astacidea, Thalassinidea, and Palinura: Memorie della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale di Milano, 34(1) 1-64.
- Glaessner, M.F., 1929, Crustacea Decapoda: Fossilium Catalogus I: Animalia Pt. 41 pp.
- González-León, O., Moreno-Bedmar, J.A., Vega, F.J., 2014, Morphology and ontogeny of the fossil lobster *Meyeria magna* M'Coy, 1849 (Astacidae, Mecochiridae) from the Lower Cretaceous (Lower Aptian) of Mexico, United Kingdom, and Spain: Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen 271(1), 49-68. doi: 10.1127/0077-7749/2014/0376
- González-León, O., Jeremiah, J., Schlagintweit, F., Bover-Arnal, T., Moreno-Bedmar, J.A., Mendoza-Rosales, C., Vega, F.J., 2015, Novel contributions and errata of the work "Morphology and ontogeny of the fossil lobster *Meyeria magna* M'Coy, 1849 (Astacidae, Mecochiridae) from the Lower Cretaceous (Lower Aptian) of Mexico, United Kingdom, and Spain": Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen, 276(3), 323-334. doi: 10.1127/njgpa/2015/0492
- González-León, O., Patarroyo, P., Moreno-Bedmar, J.A., Nyborg, T., Vega, F.J., 2016, A new record and cuticular structure of *Meyeria magna* (Decapoda, Mecochiridae) from the lower Albian (Lower Cretaceous) of Colombia: Cretaceous Research, 57, 342-349. doi.org/10.1016/j.cretres.2015.08.006
- González-León, O., Moreno-Bedmar, J.A., Vega, F.J., Oviedo-García, A., Franco-Rubio, M., 2018a, Review of *Meyeria mexicana* Rathbun, 1935 (Glypheoidea, Mecochiridae) from the upper Aptian (Cretaceous) of Chihuahua, northern Mexico: Cretaceous Research, 91, 111-125. doi.org/10.1016/j.cretres.2018.05.009
- González-León, O., Vega, F., Ferratges, A.A., Moreno-Bedmar, J.A., 2018b, La presencia del crustáceo fósil *Atherfieldastacus magnus* en México: Nuestra Tierra, UNAM, diciembre 2018, 11-15.
- González-León, O., Moreno-Bedmar, J.A., Gómez-Cruz, A. de J., Bermudez, H.D., Moreno-Sanchez, M., Vega-Sandoval, F.A., Vega, F., 2019, *Atherfieldastacus magnus* (M'Coy, 1849), a widely distributed crustacean during Early Cretaceous (Valanginian-Albian) times: Journal of South American Earth Sciences 95, 102261. doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102261
- González-León, O., Moreno-Bedmar, J.A., Barragán-Manzo, R., Vega, F., 2020, Well-preserved cuticle of *Atherfieldastacus magnus* (Decapoda, Glypheoidea) from the Aptian of Mexico: Geologija 63(1), 55-62. doi.org/10.5474/geologija.2020.006
- Gueriau, P., Charbonnier, S., Clément, G., 2014, First decapod crustaceans in a late Devonian continental ecosystem: Paleontology, 57(6), 1203-1213. doi: 10.1111/pala.12111
- Harbort, E., 1905, Die Fauna der Schaumburg-Lippeschen Kreidemulde: Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt, neue Folge, 14, 10-22.
- Haug, C., Nyborg, T., Vega, F., 2013, An exceptionally preserved upogebiid (Decapoda: Reptantia) from the Eocene of California: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 65(2), 235-348.
- Huang, J., Feldmann, R.M., Schweitzer, C.E., Hu, S., Zhou, C., Benton, M.J., Zhang, Q., Wen, W., Xie, T., 2013, New shrimp (Decapoda, Dendrobranchiata, Penaeoidea) from the middle Triassic of Yunnan, southwest China: Journal of Paleontology, 87(4), 603-611. doi:10.1666/13-024
- Kensley, B., Williams, A.B., 1990, *Axiopsis eximia*, a new thalassinidean shrimp (Crustacea, Decapoda, Axiidae) from the middle Eocene of South Carolina: Journal of Paleontology, 64(5), 798-802.
- Kitchin, F.L., 1908, The invertebrate fauna and palaeontological relations of the Uitenhage Series: Annals of The South African Museum, 7, 212-268.
- Latreille, P.A., 1802-1803, Histoire naturelle, general et particulière des crustacés et des insectes (vol. 3): Paris, F. Dufart, 468 pp.
- Lee, J.L., 1881, Notebook of an Amateur Geologist: London (Longmans Green), 90 pp.
- López-Horgue, M.A., 2009, New occurrences of *Meyeria magna* M'Coy, 1849 (Decapoda, Mecochiridae) in the early Aptian and early Albian of the Basque Cantabrian Basin (North Spain): Geocata, 47, 25-28.
- López-Horgue, M.A., Bodego, A., 2017, Mesozoic and Cenozoic decapod crustaceans from the Basque-Cantabrian basin (Western Pyrenees): new occurrences and faunal turnovers in the context of basin evolution: Bulletin de la Société Géologique de France, 188(14), 1-28. doi.org/10.1051/bsgf/2017180
- Luque, J., Feldmann, R.M., Vernygora, O., Schweitzer, C. E., Cameron, C., B. Kerr, K.A., Vega F.J., Duque, A., Strange M., Palmer A.R., Jaramillo C., 2019, Exceptional preservation of mid-Cretaceous marine arthropods and the evolution of novel forms via heterochrony: Science Advances, 5, eaav3875. doi: 10.1126/sciadv.aav3875
- Mallada, L., 1892, Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España: Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 18, 1-253.
- Maisey, J.G., De Carvalho, M. da G.P., 1995, First Records of Fossil Sergestid Decapods and Fossil Brachyuran Crab Larvae (Arthropoda, Crustacea), with Remarks on Some Supposed Palaemonid Fossils, from the Santana Formation (Aptian-Albian, NE Brazil): American Museum Novitates, 3132, 20 pp.
- M'Coy, F., 1849, On the Classification of some British Fossil Crustacea, with notices of new Forms in the University Collection at Cambridge: The Annals and Magazine of Natural History, 2(4), 330-335.
- Miller, G.L., Ash, S.R., 1988, The oldest freshwater decapod crustacean, from the Triassic of Arizona: Paleontology, 31(2), 273-279.
- Oliveira, N.C., Silva, J.H., Barros, O.A., Pinheiro, A.P., Santana, W., Feitosa-Saraiva, A.A., Ferreira, O.P., Freire, P.T.C., Paula, A.J., 2015, Large-Field Electron Imaging and X-ray Elemental Mapping Unveil Morphology, Structure and Fractal Features of a Cretaceous Fossil at the Centimetre Scale: Analytical Chemistry, 87(19), 10088-10095. doi.org/10.1021/acs.analchem.5b02815
- Robin, N., Charbonnier, S., Merle, D., Simpson, M., Petit, G., Fernandez, S., 2016, Bivalves on mecochirid lobsters from the Aptian of the Isle of Wight: Snapshot on an Early Cretaceous palaeosymbiosis: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 453, 10-19. doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.03.025
- Ruppert y Barnes, 1996, Zoología de los Invertebrados: Sexta edición, McGraw-Hill/Interamericana, Madrid, 1001 pp.
- Saraiva, A.A., Nunes-Pralon, B.G., Gregati, R.A., 2009, Taxonomic remarks on Brazilian Cretaceous Decapoda from Araripe Basin, Brazil, and ecological inferences: Journal of Geoscience, 5(2), 70-74. doi: 10.4013/gaea.2009.52.03
- Schram, F.R., Ah Yong, S.T., 2002, The higher affinities of *Neoglyphea inopinata* in Particular and the Glypheoidea (Decapoda Reptantia) in General: Crustaceana, 75(2-3), 629-635. doi: 10.1163/156854002760095651
- Simpson, M.I., Middleton, R., 1985, Gross Morphology and the Mode of Life of Two Species of Lobster from the Lower Cretaceous of England: *Meyeria ornata* (Phillips) and *Meyerella magna* (M'Coy): Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 76, 203-215. doi.org/10.1017/S0263593300010440

- Schweigert, G., Garassino, A., 2003, New studies of decapod crustaceans from the Upper Jurassic lithographic limestones of southern Germany: Contributions to Zoology, 72(2-3), 173–179. doi: 10.1163/18759866-0720203022
- Schweitzer, C.E., Feldmann, R.M., 1997, Sexual dimorphism in fossil and extant species of *Callianopsis* de Saint Laurent: Journal of Crustacean Biology, 17(2), 236–252. doi.org/10.1163/193724097X00279
- Schweitzer, C.E., Feldmann, R.M., Lazar, I., 2009, Fossil Crustacea (excluding Cirripedia and Ostracoda) in the University of Bucharest collections, Romania, including two new species: Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, 35, 1–14.
- Schweitzer, C.E., Feldmann, R.M., Garassino, A., Karasawa, H., Schweigert, G., 2010, Systematic List of Fossil Decapod Crustacean Species: Crustacea Monographs, 10, 1–230.
- Schweitzer, C.E., Feldmann, R.M., Hu, S., Huang, J., Zhou, C., Zhang, Q., Wen, W. Xie, T., 2014, Penaeoid Decapoda (Dendrobranchiata) from the Luoping Biota (Middle Triassic) of China: systematics and taphonomic framework: Journal of Paleontology, 88(3), 457–474. doi.org/10.1666/13-039
- Schweigert, G., Garassino, A., Passini, G., 2016, The Upper Jurassic Solnhofen decapod crustacean fauna: review of the types from old descriptions. Part II. Superfamily Penaeoidea and infraorder Caridea: Memorie della Societa italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, XLI, 3–40.
- Taylor, R.S., 1999, The fossil Crustacea of China: their taxonomy, palaeobiology, biogeography and phylogenetic relationships; Fac. der Biologie, 63–84.
- Van Straelen, V.E., 1925, Contribution à l'étude des crustacés décapodes de la période Jurassique: De Académie Royale de Belgique, Classe des Sciences, Mémoires, 2(7), 1–462.
- Van Straelen, V.E., 1927, Contribution à l'étude des crustacés décapodes de la Péninsule ibérique: Eos, 3, 69–79.
- Vega, F.J., Feldmann, R.M., Etayo-Serna, F., Bermúdez-Aguirre, H.D., Gómez, J., 2008, Occurrence of *Meyeria magna* M'Coy, 1849 in Colombia: a widely distributed species during Aptian times: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 60(1), 1–10.
- Vía, L., 1951, Contribución al estudio de los decápodos del secundario en España: Anales de la Escuela de Peritos Agrícolas y de Especialidades Agropecuarias y de los Servicios Técnicos de Agricultura de España, 10, 151–180.
- Vilanova, J., 1863, Ensayo de descripción geognóstica de la provincia de Teruel en sus relaciones con la agricultura de la misma: Junta general de Estadística, Madrid, 312 pp.
- Wang, Y., 1981, In the Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau, 1981, Palaeontology of Xizang (Book III): Beijing, Science Press, 349–354.
- Woods, H., 1928-1931, A monograph of the fossil macrurous Crustacea of England: Palaeontographical Society Monographs, 122 pp., London (The Palaeontographical Society).
- Woodward, H., 1900, Further notes on podophthalmous crustaceans from the Upper Cretaceous formation of British Columbia: Geological Magazine, New Series, 7, 432–435.
- Yanbin, S., Schram, F.R., Taylor, R.S., 2001, Morphological variation in fossil crayfish of the Jehol biota, Liaoning Province, China and its taxonomic discrimination: Chinese Science Bulletin, 46(1), 26–33. doi: 10.1007/BF03183202
- Zhang, K.J., 2000, Cretaceous palaeogeography of Tibet and adjacent areas (China): tectonic implications: Cretaceous Research, 21(1), 23–33. doi.org/10.1006/cres.2000.0199
- Zittel, K.A. von, 1885, Handbuch der Palaeontologie, 1(2). Mollusca und Arthropoda: München and Leipzig, R. Oldenbourg, 893 pp.