

# Los camarones de agua dulce de la subfamilia Palaemoninae en la Península de Yucatán (México, Guatemala y Belice)



Recibido: 09/07/17 · Aceptado: 28/02/18

Luis M. Mejía-Ortiz\*

Marilú López-Mejía

*Universidad de Quintana Roo*

Juan Carlos Tejeda-Mazariegos

*Universidad de San Carlos de Guatemala*

Oscar Frausto-Martínez

*Universidad de Quintana Roo*

Keith A. Crandall

Marcos Pérez Losada

*George Washington University*

Jair Gaspar Valladarez

*University of Belize*

## Resumen

Se presenta un análisis de la distribución de las especies de langostinos de agua dulce de la subfamilia Palaemoninae consignadas en la Península de Yucatán (México, Guatemala y Belice). Hoy en día se encuentran registradas 12 especies que habitan en cuevas, ríos, arroyos, nacimientos y cenotes localizados en los tres países que conforman la Península de Yucatán. Este trabajo tiene como objetivo mostrar el estado actual de la distribución de esta subfamilia en las diferentes cuencas (subterráneas o superficiales) que conforman las regiones hidrológicas que fluyen hacia el mar Caribe y el golfo de México en esta región. Los resultados permiten reportar por primera vez a *Macrobrachium faustinum* en la isla de Cozumel, México, dado que se había consignado previamente solo para las Antillas Mayores. También hacen posible identificar el uso del hábitat (subterráneo o superficial: anquihalino, agua dulce o salobre) para cada especie de la subfamilia.

**PALABRAS CLAVE:** Palaemoninae, Península de Yucatán, decápodos, listado de especies, diversidad.

\*Correo electrónico: [luismejia@uqroo.edu.mx](mailto:luismejia@uqroo.edu.mx)



# Freshwater shrimp of the subfamily Palaemoninae in the Yucatan Peninsula (Mexico, Guatemala and Belize)

Received: 07/09/17 · Accepted: 02/28/18

Luis M. Mejía-Ortiz\*

Marilú López-Mejía

*Universidad de Quintana Roo*

Juan Carlos Tejeda-Mazariegos

*Universidad de San Carlos de Guatemala*

Oscar Frausto-Martínez

*Universidad de Quintana Roo*

Keith A. Crandall

Marcos Pérez Losada

*George Washington University*

Jair Gaspar Valladarez

*University of Belize*

## Abstract

An analysis of the distribution of freshwater prawn species of the subfamily Palaemoninae in the Yucatan Peninsula (Mexico, Guatemala and Belize) is presented. Nowadays 12 species have been registered that live in caves, rivers, springs and cenotes located in the three countries that conform the Yucatan Peninsula. This work has the objective of presenting the current state of the distribution of this subfamily in the different basins (underground and on the surface) that conform the watershed regions that flow to the Caribbean and the Gulf of Mexico. Results allow to report for the first time the presence of *Macrobrachium faustinum* in Cozumel Island, Mexico since it had previously only been reported for the Greater Antilles. It also makes possible to identify the natural habitat (underground or surface: anchialine, freshwater or brackish) for each species of the subfamily.

**KEY WORDS:** Palaemoninae, Yucatan Peninsula, decapods, species list, diversity

\*E-mail: [luismejia@uqroo.edu.mx](mailto:luismejia@uqroo.edu.mx)

## Introducción

La subfamilia Palaemoninae está conformada por 26 géneros con un aproximado de 372 especies, de las cuales existe un grupo de organismos que habitan exclusivamente el ambiente marino y otras que se han reportado para ambientes dulceacuícolas, además de un tercer grupo que existe en ambos ecosistemas o bien en los ecosistemas intermedios como los estuarios costeros (De Grave et al., 2009, pp. 1-109). La Península de Yucatán ofrece ambientes marinos y costeros en donde se han consignado varias especies (Markham, Donath-Hernández, Villalobos-Hiriart y Cantú-Díaz-Barriga, 1990, pp. 405-446; Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2002, pp. 197-204); actualmente los registros demuestran 233 para la costa de Quintana Roo, y solo 73 para la laguna de Chankanaab en Cozumel, reportadas por estos autores. Si bien la distribución de algunos organismos es amplia en la costa del Atlántico, también hay especies con una microdistribución, u otras que son más cosmopolitas pero únicamente en los cuerpos de agua dulce de la Península.

Debido a la conformación del suelo en la zona norte, la inexistencia de ríos superficiales limita la distribución de algunas especies epigeas pero favorece la presencia de otras, en especial de aquellas subterráneas (Álvarez e Iliffe, 2008, p. 380). Aunado al desconocimiento del grupo en Guatemala y Belice (Tejeda-Mazariegos y Mejía-Ortiz, 2015, p. 542), los registros han sido aislados y de manera muy puntual para diferentes especies (Chace, 1972; Botello y Álvarez, 2010, pp. 315-325), por lo que el objetivo del presente escrito es exponer el estado actual de la distribución de los camarones de la subfamilia Palaemoninae con la finalidad de mostrar la regionalización que existe en la zona de estudio en función de los ambientes predominantes pero también de las necesidades ecológicas de cada especie.

## Área de estudio

El área de estudio está conformada por la Península de Yucatán incluida la zona norte de Guatemala así como Belice, entre los paralelos 22° 5' 31" - 14° 11' 43" N, y 87° 45' 9" - 92° 26' 13" Oeste (figura 1). Comprende un suelo predominantemente cárstico, en donde la mayoría de los ríos en la zona norte está en el subsuelo (Perry, Velázquez-Oliman y Socki, 2003, p. 117), mientras que en la

zona norte de Guatemala y en Belice existen ríos superficiales en los cuales estos decápodos habitan. La orografía de la zona de estudio exhibe alturas desde el nivel del mar hasta los 1 500 metros sobre el nivel del mar, pues en cuerpos acuáticos con alturas por arriba de este nivel no se encuentra la subfamilia Palaemoninae.

Prácticamente, la zona norte de la Península presenta un tipo de suelo cárstico con una alta porosidad, lo que permite la formación de cuencas subterráneas pero limita la de ríos superficiales. En tanto, en Belice y Guatemala la constitución de tales suelos cambia, y aunque hay parches de conformación cárstica, también existen otros tipos de suelo, lo cual propicia la configuración de ríos superficiales y posibilita que algunas especies de esta subfamilia migren a lo largo de los ríos para su desarrollo.

En el caso de la zona costera norte de la Península de Yucatán, se acudió a las zonas costeras de las Rías de Celestum, Lagartos en Yucatán; a la zona de Petenes y al río de Champotón en Campeche; y a Holbox en Quintana Roo. Todos ellos con cuerpos de agua superficiales y costeros.

Respecto a los ambientes subterráneos, fueron visitados 15 cenotes en la zona de anillo de Cenotes, 12 cenotes costeros en la zona de la Riviera Maya, seis en la isla de Cozumel y 15 cenotes y/o cuevas interiores en Yucatán y Quintana Roo. Entre ellos destacan, para la Riviera Maya: Odyssey, Regina, Calavera, Bang, Vaca ha, Casa Cenote, San Felipe Nohoch, Yum Ha, Santa Cruz, Taj Maha, Edén, Muévelo Rico, Dos Árboles, El Trono, El Concierto, Río Secreto, Crustacea, Actun Jaleb, Tres Bocas y Boca del Puma. En cuanto a la zona interior de Yucatán: cueva de Punta Laguna, cenote de Sihunchen, cenote de Hoctun, cenote Nohchen, cenote de Telchaquillo, cueva de San Dimas, cenote Cuxtal, grutas de Tzab-Nah, cenote Tza-Itza, cenote Kabahchen, cenote Chihuan, cenote de Santo Domingo, cenote de Las Ruinas y Noh Aktun. Para la isla de Cozumel: Sistema Chankanaab y los cenotes del Aerolito, de Chempita, de Xcan-ha, Mosquito y Tres Potrillos.

Con relación a los ríos y cuerpos de agua superficiales de Belice, se visitaron Monkey River y Belize River. Es importante señalar que solo se registró la especie reportada en la zona de la cueva de la Placa de Vaca.

Para los ríos y cuerpos de agua superficiales de Guatemala, se incluyeron el río Las Escobas, El Golfete, río Dulce y lago de Izabal, Siete Altares, río Las

Maquinas, río Sarstoon, Reserva de Lachua, río de Hunalye, río de Cahabón, El Zarquito, El Zarco, la zona de Petenes con sus lagunas y ríos, y el río Las Conchas.

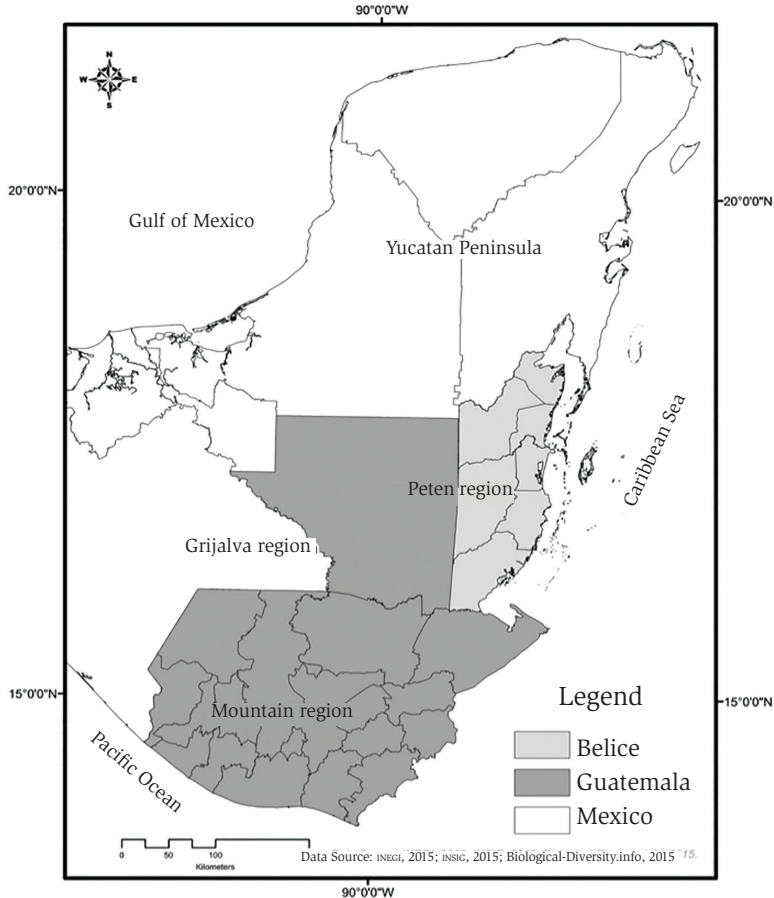


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

## Material y métodos

Se realizaron varias expediciones en las diferentes zonas mencionadas de la Península de Yucatán, Guatemala y Belice. En cada sitio se colectaron organismos con ayuda de redes de cuchara, de forma manual y con trampas cebadas

con pedazos de pollo; asimismo, en algunos casos se colectaron con ayuda de buceo autónomo SCUBA (especialmente en aquellos sistemas anquihalinos de la zona de estudio), como ha sido descrito por Mejía-Ortiz (2010, p. S194). Los organismos colectados fueron conservados en etanol al 96 % para su posterior identificación en laboratorio, la cual fue hecha teniendo en cuenta las claves y descripciones taxonómicas de Holthuis 1952; Chace, 1972; Chace y Hobbs, 1969; Mejía-Ortiz y López-Mejía, 2011; y Tejeda Mazariegos y Mejía-Ortiz, 2015. Después se elaboraron las fichas de cada una de las especies identificadas, tomando como base las observaciones de campo y en ciertas ocasiones contrastándolas con reportes previamente publicados, a fin de construir el mapa de distribución de cada especie; pues hay casos como el de *Creaseria morleyi*, que está presente en muchas cuevas de la Península de Yucatán y de la cual existen registros previos, pero hay otros en los que los únicos registros existentes son los de la localidad tipo, y con el presente trabajo se sumaron los nuevos.

## Resultados

Se registró un total de 12 especies de la subfamilia Palaemoninae en la zona de estudio, las cuales habitan en tres ambientes: ríos superficiales (ambientes de agua dulce, lóticos, algunos con una franca conexión con el mar y otros de nacimientos o cuencas endorreicas), zonas costeras (ambientes costeros en donde existen estuarios y una franca combinación de aguas dulces y marinas; incluyen los ambientes de manglar y desembocadura de ríos) y cuevas o ecosistemas subterráneos (ambientes por debajo de la tierra, de agua dulce o bien anquihalinos tanto en la franja costera como en zonas cársticas interiores). Las especies encontrados se mencionan a continuación.

### *Creaseria morleyi* (Creaser, 1936)

Es la especie más abundante en la zona norte de la Península de Yucatán. Se ha colectado exclusivamente en las cuevas y cenotes de la zona, habitando sitios preferentemente de agua dulce. Solo hemos observado en un sitio de la Riviera Maya su presencia en las aguas salobres de los ambientes anquihalinos, lo que sugiere que posiblemente esté desarrollando una capacidad osmorregulatoria.

### *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus 1758)

Este langostino vive en los ríos adyacentes al lago El Estor, río Las Conchas, en Guatemala, así como en la zona costera de la zona norte de la Península de Yucatán, especialmente en las zonas de manglar en donde puede encontrar aguas salobres o dulces por las salidas subterráneas de agua dulce. En su búsqueda de agua dulce este camarón ingresa a los sistemas subterráneos que tienen una franca conexión con el agua marina, y se le ha encontrado en los cenotes cuyos sistemas mantienen una conectividad entre las aguas dulces superficiales y las aguas marinas profundas. Aunque en estos cenotes su distribución se limita a las zonas de entrada.

### *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836)

Este organismo habita preferentemente en ríos donde la corriente permite la conformación de pozas que forman remansos. Se halló en algunos ríos adyacentes al lago El Estor, en Guatemala, así como en Monkey River, Sarstun River y Belize River, en Belice. No ha sido reportado para la zona norte de la Península de Yucatán, pues la carencia de ríos superficiales limita su distribución en esta parte del área de estudio.

### *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836)

Esta especie tiene la necesidad de ambientes con alto contenido de oxígeno, entonces busca la zona de aguas frías y ricas en oxígeno por la presencia de caídas de agua. Ha sido colectada principalmente en la zona del río Cahabon, en Guatemala, que es un tributario al lago El Estor, en donde la altura sobre el nivel del mar es de más de mil metros. En el resto de la zona de estudio no fue encontrada, debido precisamente a la altitud.

### *Macrobrachium hobbsi* Villalobos y Nates, 1990

Vive solo en el río Las Conchas, en Guatemala, entre los 200 y 600 metros sobre el nivel del mar. Habita la zona media de la cuenca, en donde existen pozas ricas en oxígeno con temperaturas entre los 24 y 27 grados centígrados. Este es el primer reporte formal de la especie en Guatemala.



*Macrobrachium cemaí* Tejeda-Mazariegos y Mejía-Ortiz 2015

Habita exclusivamente en el río Las Escobas, en la reserva natural de Cerro San Gil. Vive entre los 100 y 300 metros sobre el nivel del mar. En aguas tropicales, entre los 22 y 25 grados centígrados.

*Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836)

Langostino principalmente asociado con los ambientes costeros salobres, ya que tiene una alta capacidad osmorregulatoria. Se ha reportado para los ríos con conexión costera en el caribe de Guatemala y Belice, así como en la zona costera de manglar y de sistemas subterráneos costeros de México. Los valores de salinidad van desde 0 hasta 25 ppm.

*Macrobrachium faustinum* (de Saussure, 1857)

Se registró en los ambientes subterráneos costeros con conexión directa con el mar, así como en la zona de manglar del norte de la isla de Cozumel. Es de las pocas especies epigeas que han sido encontradas en las ventanas de estos sistemas subterráneos a más de tres kilómetros de la costa, lo que significa que se mueven en la zona de completa oscuridad. Este es el primer reporte formal de la especie en las islas de México (anteriormente había sido reportada para las islas de las Antillas mayores).

*Macrobrachium cationium* Hobbs y Hobbs, 1995

Este organismo ha sido encontrado solo en la localidad tipo, en la zona montañosa de la Placa de Vaca en Belice; es un habitante exclusivo del sistema subterráneo.

*Palaemonetes octaviae* Chace, 1972

Se ha hallado en el área de manglar de la zona norte de la Península de Yucatán, así como en el Lago de Izabal en el Estor, en donde es una especie abundante.

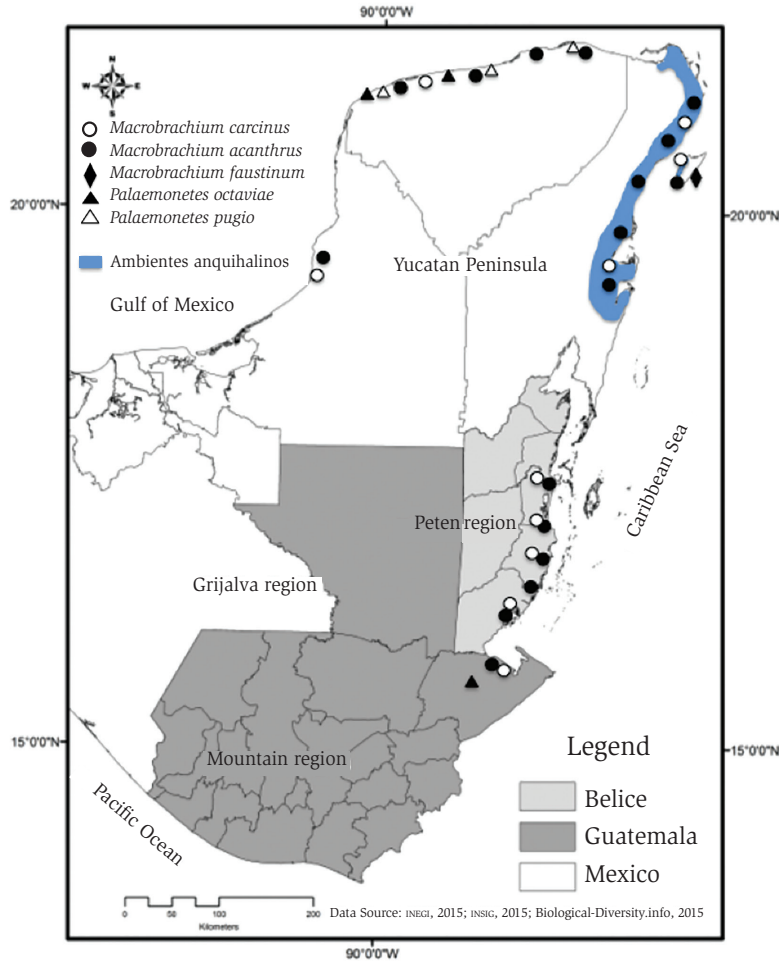
*Palaemonetes pugio* Holthuis, 1949

Ha sido localizada en la zona norte de la Península de Yucatán, y en la zona de manglares de la costa de los estados de Yucatán y Campeche.



### *Palaemon pandaliformis* (Stimpson, 1871)

Esta especie fue colectada en los ríos adyacentes al Lago de Izabal en el Estor, en donde en algunos casos es muy abundante. La temperatura de los ríos se encuentra entre los 24 y los 28 grados centígrados, además, son completamente de agua dulce y, en algunos casos, nacimientos.



Nota: La franja azul en el mapa denota el área en donde se pueden encontrar ambientes anquihalinos en los cenotes.

Figura 2. Distribución de las especies costeras de la subfamilia Palaemoninae en la Península de Yucatán

Los camarones de agua dulce de la subfamilia Palaemoninae en la Península de Yucatán (México, Guatemala y Belice)

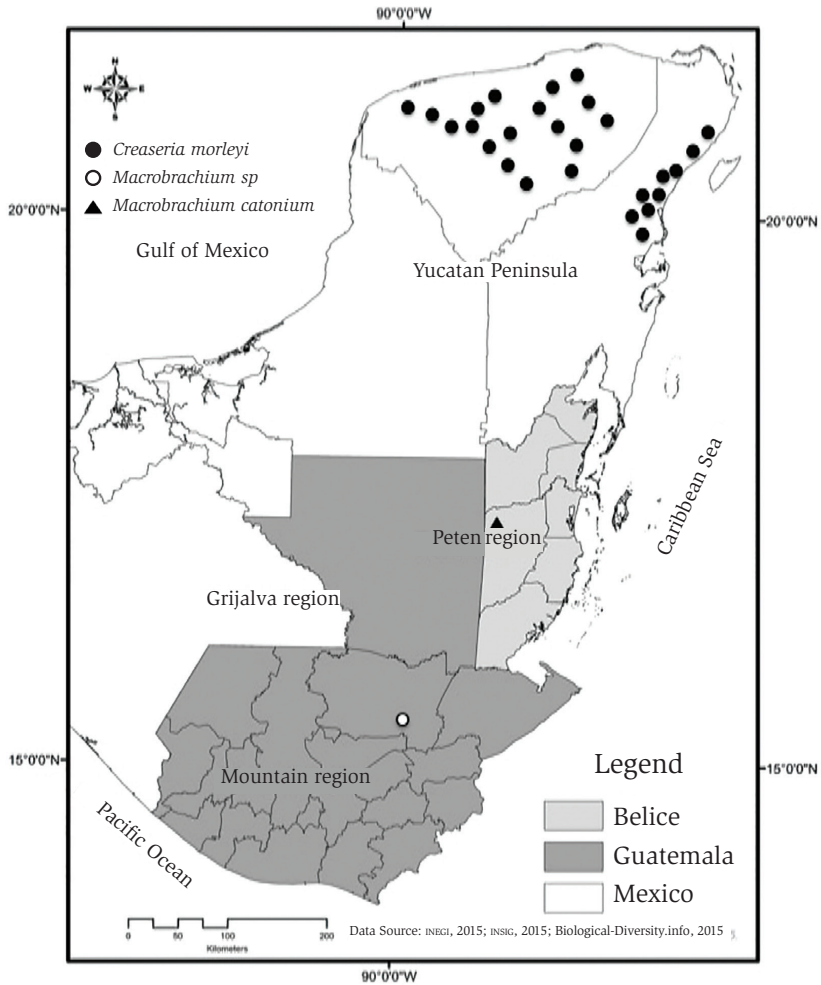


Figura 3. Distribución de las especies subterráneas dulceacuícolas de la subfamilia Palaemoninae en la Península de Yucatán

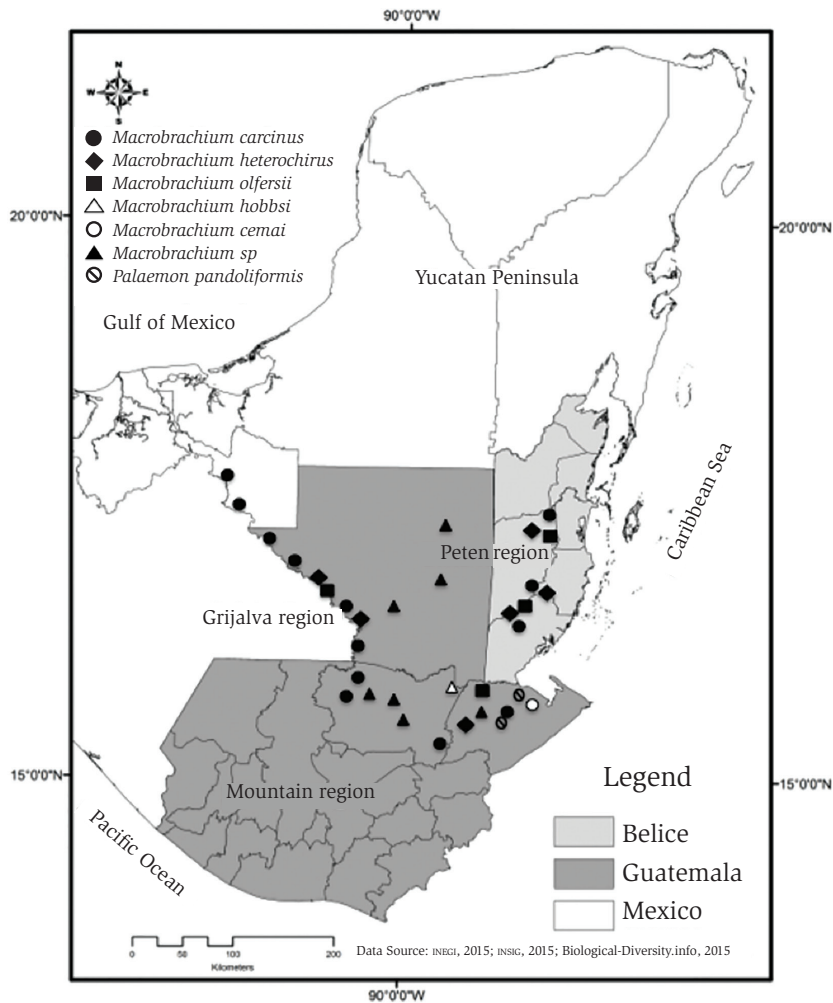


Figura 4. Distribución de las especies dulceacuícolas de ríos superficiales de la subfamilia Palaemoninae en la zona sur de la Península de Yucatán

Las figuras 2, 3 y 4 muestran los mapas de distribución de los langostinos mencionados. Es claro que hay tres tipos de ambientes utilizados por estos organismos:

1. Costeros: tanto en aguas salobres superficiales como en ambientes anquihalinos subterráneos.
2. Dulceacuícolas subterráneos: todas aquellas cuevas de agua dulce de la zona norte y algunas representaciones en el sur de la Península.
3. Ríos epigeos: todos aquellos ríos superficiales que van desde los 0 hasta los 1 500 metros.

## Discusión

Es evidente que la presencia de decápodos dulceacuícolas de la subfamilia Palaemoninae en la Península de Yucatán comprende una riqueza de especies diferente de lo reportado en otras regiones de Mesoamérica, dado que está conformada por tres géneros y 12 especies y que habitan en ambientes cavernícolas (aguas dulces y anquihalinos) y por supuesto en ríos superficiales; además de que existen especies endémicas, como *Creaseria morleyi* (un género monotípico pero endémico y con una macrodistribución) y *Macrobrachium cationium* (endémico de Belice con una microdistribución); por otro lado, la ausencia de ríos superficiales en la zona norte es reemplazada por las rías costeras, en donde los afloramientos de agua dulce en medio de los bosques de manglar permiten a estos camarones anfídromos encontrar los hábitats adecuados que cumplan sus requerimientos de acuerdo con la etapa de su vida. Aunado a ello, existen otras especies que son exclusivas de ríos superficiales, como *Macrobrachium cernai* en Guatemala o *Macrobrachium cationium* en Belice (esta última en ambientes subterráneos) (Hobbs y Hobbs, 1989, p. 50; Tejeda-Mazariegos y Mejía-Ortiz, 2015, p. 541). Estudios previos se han enfocado a reportar las especies costeras de esta subfamilia y de muchos otros decápodos, como el caso de la costa de Quintana Roo con 233 especies, o bien de una sola laguna costera como la laguna de Chankanaab con 73 especies de decápodos (Markham et al., 1990, p. 406; Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2002, p. 197), en los cuales se habían incluido especies de diferentes familias de decápodos pero no de aquellas de ambientes anquihalinos o que habitan en agua dulce.

Este trabajo reporta por primera vez la existencia de *Macrobrachium faustum* en la isla de Cozumel, especie que previamente ha sido reportada para las islas de las Antillas; también registra el uso del hábitat de las rías costeras en la zona norte y oeste de la Península para aquellas especies anfídromas y que no encuentran ríos superficiales pero que son habitantes normales de las zonas estuarinas en sus primeros estadios de vida, como lo son especies del género *Macrobrachium* spp. En el caso de Belice y Guatemala, este es el primer registro formal de las distintas especies después de lo reportado por Holthuis (1952) y más recientemente por Tejeda-Mazariegos y Mejía Ortiz (2015, pp. 541-550). Por tanto, esta actualización para tal subfamilia de decápodos permite no solo conocer su existencia sino también su distribución.

Las condiciones del tipo de suelo, así como de las diferentes cuencas de aguas superficiales y las mismas necesidades de cada especie producen una distribución por regiones con respecto al uso del hábitat dulceacuícola, pues tenemos especies con una alta capacidad osmorregulatoria, como la mayoría de las especies de los géneros *Macrobrachium* spp. y *Palaemonetes* sp., otras que son exclusivas de agua dulce pero con una amplia distribución de los géneros *Creaseria* y *Palaemon*, y aún más aquellas que tienen una microdistribución, como las especies de agua dulce, en especial las de cuevas o bien las de desarrollo larval abreviado *Macrobrachium catonium* y *Macrobrachium cernai*.

Por otro lado, la distribución a lo largo de los ríos superficiales obedece sobre todo a las necesidades ecológicas y de uso de hábitat, como ha sido señalado por Mejía-Ortiz, Álvarez, Román y Viccon-Pale (2001, p. 76), Mejía-Ortiz y Álvarez (2010, p. 395) y Bauer (2013, p. 364).

La Península de Yucatán, que principalmente es considerada carente de ríos superficiales (en la parte norte), en su zona más al sur está habitada por especies de gran tamaño pero que tienen comportamientos de anfídromia, como ha sido indicado por Bauer (2013, p. 366). Mientras que, por el tipo de suelo, en la zona más al norte de la Península se produce una serie de ríos subterráneos, en donde especies especializadas como *Creaseria morleyi* son una de las principales ocupantes de estos hábitats, según han reportado Álvarez e Iliffe (2008, p. 401), entre otros autores. En tanto, aquellas especies que presentan una alta capacidad osmorregulatoria y están vinculadas con las costas se encuentran hasta en los sistemas anquihalinos con una conexión directa al mar. El último

grupo que obedece a sus condiciones ecológicas es aquel que tiene una micro-distribución y que podemos mencionar como aquellos con un desarrollo larval abreviado, el cual está presente en Guatemala y Belice en los nacimientos de los ríos y algunas cuevas, como ha sido registrado por Mejía-Ortiz y López-Mejía (2011, p. 975) y Tejeda-Mazariegos y Mejía-Ortiz (2015, p. 542). Este trabajo contribuye al conocimiento de la riqueza acuática de la Península y continúa la investigación sobre varias poblaciones que aún están en proceso de descripción como nuevas especies para esta región del mundo.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a las siguientes personas por su ayuda en el trabajo de campo: B. Flores, J. Pérez Brückweh, J. Pakes, M. Mejía, G. Yañez, J. Kublai y C. Martínez. Este trabajo es producto del proyecto “Sistemática molecular de los langostinos del género *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado en el sureste de México y su relación con Guatemala y Belice”, apoyado por el Fondo Sectorial de Investigación para la Educación CONACYT-258494.

### Fuentes consultadas

- Álvarez, F. e Iliffe, T. (2008). Fauna anquihalina de la Península de Yucatán. En F. Álvarez y G. A. Rodríguez Almaraz (eds.), *Crustáceos de México, estado actual de su conocimiento* (pp. 379-418). México: Universidad Autónoma de Nuevo León/Secretaría de Educación Pública, Programa de Mejoramiento del Profesorado.
- Bauer, R. T. (2013). Amphidromy in shrimps: A life cycle between rivers and the sea. *Latin American Journal Aquatic Research*, 41(4), 633-650.
- Briones-Fourzán, P. y Lozano-Álvarez, E. (2002). Shallow-water benthic decapod crustaceans of Chankanaab Park, Cozumel Island, Mexico. En E. Escobar-Briones y F. Álvarez (eds.), *Modern Approaches to the study of Crustacea* (pp. 197-204). Nueva York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Chace, F. A., Jr. (1972). *The Shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with a Summary of the West Indian Shallow-water Species*

- (Crustacea: Decapoda: Natantia). Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press (Smithsonian Contributions to Zoology, 98).
- Chace, F. A., Jr. y Hobbs, H. H., Jr. (1969). The freshwater and terrestrial decapod crustaceans of the west indies and special reference to Dominicana. *Bulletin of the National Museum United States*, 292, 1-258.
- De Grave, S., Pentcheff, N. D., Ahyong S. T., Chan, T. Y, Crandall, K. A., Dworschak, P. C., ... Wetzer, R. (2009). A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, 21, 1-109.
- Hobbs, H. H., III y Hobbs, H. H., Jr. (1995). *Macrobrachium catonium*, a new troglobitic shrimp from the Cayo District of Belize (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 108(1), 50-53.
- Holthuis, L. B. (1952). *A general revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda, Natantia) of the Americas, II: The subfamily Palaemoninae*. Los Ángeles: University of Southern California Press (Allan Hancock Foundation Occasional Papers, 12).
- Markham, J. C., Donath-Hernández, F. E., Villalobos-Hiriart, J. L y Cantú-Díaz-Barriga, A. (1990). Notes on the shallow-water marine Crustacea of the Caribbean coast of Quintana Roo, Mexico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 61, 405-446.
- Mejía-Ortiz, L. M. (2010). Pautas de comportamiento alimentario y adaptaciones progresivas en los apéndices auxiliares en *Agostocars bozanici* y *Barbouria yanezi* (Crustacea: Decapoda: Caridea: Agostocarididae, Hippolitidae). *Revista Mexicana de la Biodiversidad*, 81, S193-S201.
- Mejía-Ortiz, L. M. y Álvarez, F. (2010). Seasonal effects on the distribution of three species of *Macrobrachium* along an altitudinal gradient. *Crustaceana*, 83(4), 385-397.
- Mejía-Ortiz, L. M. y López-Mejía, M. (2011). Freshwater prawns of genus *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) with abbreviated development from Papaloapan River Basin, Veracruz, Mexico: Distribution and new species. *Crustaceana*, 84(8), 949-973.
- Mejía-Ortiz, L. M., Álvarez, F., Román, R. y Viccon-Pale, J. A. (2001). Fecundity and distribution of freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* in the Huitzilapan River, Veracruz, Mexico. *Crustaceana*, 74(1), 69-77.

- Perry, E., Velázquez-Oliman, G. y Socki, R. A. (2003). Hydrogeology of the Yucatán Peninsula. En A. Gómez-Pompa, M. F. Allen, S. L. Fedick y J. J. Jiménez-Osornio (eds.), *The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-wildland Interface* (pp. 115-138). Nueva York: Food Products Press.
- Tejeda-Mazariegos, J. C. y Mejía-Ortiz, L. M. (2015). A new species of freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) from Guatemala. *Crustaceana*, 88(5), 541-550.

