



Taxonomía y sistemática

Registros nuevos de cambáridos (Crustacea: Cambaridae: *Procambarus*) en la cuenca del Grijalva-Usumacinta, Tabasco

New records of cambarids (Crustacea: Cambaridae: Procambarus) from Grijalva-Usumacinta Basin, Tabasco

Everardo Barba-Macías^{a,*}, Claudia Carmona-Osalde^b,
Laura Quiñones-Rodríguez^b y Miguel Rodríguez-Serna^b

^a Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. Carretera a Reforma s/n, Ranchería Guineo, 2da. Sección, 86280, Villahermosa, Tabasco, México

^b División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Laboratorio T14, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, 09340, México D.F., México

Recibido el 14 de agosto de 2012; aceptado el 3 de abril de 2015

Disponible en Internet el 29 de julio de 2015

Resumen

Desde hace 60 años las poblaciones de acociles del grupo *mexicanus* han sido olvidadas, y en el presente trabajo se actualizan los registros de las poblaciones de los grupos *mexicanus* y *pilosimanus* presentes en Tabasco. Los acociles fueron recolectados con redes de arrastre y trampas en las subcuencas Grijalva y Usumacinta en mínima (MII) y máxima inundación (MAI). A los organismos identificados se les determinó la forma reproductora: macho (MFI), en descanso (MFII) y hembra (H), y se determinaron valores biométricos promedio. De un total de 386 organismos, 44 fueron *Procambarus (Austrocambarus) acanthophorus* Villalobos, 1948; 40 *P. (A.) zapoapensis* Villalobos, 1954; 8 *P. (A.) veracruzanus* Villalobos, 1954; 5 *P. (A.) ruthveni* Pearse, 1911, y por último 289 fueron *P. (A.) llamasii*; esta última especie se distribuyó exclusivamente en la subregión Ríos, en ambientes palustres con inundación temporal, y el resto de las especies en la subregión Sierra en áreas de uso de suelo agrícola y de serranía. Se presenta la ampliación de distribución y nuevos registros de cambáridos para Tabasco.

Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

Palabras clave: Grupos *mexicanus* y *pilosimanus*; *Procambarus*; Morfometría; Distribución; Tabasco

Abstract

The study of the populations of the *mexicanus* group has been abandoned for the last 60 years, and there are few records of its species. This study updated the records of the populations of the *mexicanus* and *pilosimanus* groups present in the state of Tabasco. The crayfish were collected with otter trawls and traps in the Grijalva and Usumacinta sub-basins throughout an annual cycle, during the seasons of minimum (MII) and maximum (MAI) flooding. The specimens were identified following the conventional taxonomic criteria, and they were measured and sexed as male (MFI), at rest (MFII) and female (H). A total of 386 specimens were collected: 44 specimens of *Procambarus (Austrocambarus) acanthophorus* Villalobos, 1948; 40 specimens of *P. (A.) zapoapensis* Villalobos, 1954; 8 *P. (A.) veracruzanus* Villalobos, 1954; 5 *P. (A.) ruthveni* Pearse, 1911, and 289 specimens of *P. (A.) llamasii* Villalobos, 1954. *Procambarus (Austrocambarus) llamasii* was distributed exclusively in the subregion Ríos, in wetland habitats subject to seasonal flooding, and the other species were found in the subregion Sierra in agricultural and hilly areas. New records and extended distribution ranges of cambarids of the state of Tabasco are presented.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

Keywords: *Mexicanus* and *pilosimanus* groups; *Procambarus*; Morphometrics; Distribution; Tabasco

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ebarba@ecosur.mx (E. Barba-Macías).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción

El descenso mundial de la diversidad biológica es una preocupación actual, y en especial la fauna dulceacuícola, la cual está experimentando tasas de extinción alarmantes. Tan solo en Norteamérica se ha perdido el 48.5% de los mejillones, el 22.8% de los gasterópodos, el 32.7% de los acociles, el 21.3% de los peces de agua dulce, y el 25.9% de los anfibios se consideran en peligro (Ricciardi y Rasmussen, 1999; Taylor et al., 1996). Para México existen evidencias de la amenaza o riesgos alarmantes sobre esta disminución, lo que se ha documentado en 17 especies de peces dulceacuícolas en 1963 a 192 en 2005 (Contreras-Balderas et al., 2008). Sin embargo, otros grupos de fauna dulceacuícola menos conspicuos y estudiados como los macroinvertebrados siguen la misma tendencia. En México se tienen registradas 178 especies de decápodos de agua dulce, los cuales pertenecen a las regiones Neártica y Neotropical; estas contribuyen con el 10.1% de la diversidad total (Álvarez et al., 2014). Destacan las infraórdenes Caridea, Astacidea y Brachyura, de las cuales las familias Cambaridae y Pseudothelphusidae son de las más diversas y presentan un alto grado de endemismo (Álvarez et al., 2014; Rojas-Paredes, 1998).

En todo el mundo existen más de 682 especies descritas de acociles (Armendáriz, 2011), y destaca la superfamilia Astacoidea, distribuida en el hemisferio Norte, donde la familia Cambaridae es la más diversa, con más de 420 especies contenidas en 12 géneros (Crandall y Buhay, 2008). En México se encuentran registradas 53 especies de acociles nativos, de las cuales 44 son del género *Procambarus* (Ortmann, 1905), y 9 del género *Cambarellus* (Saussure, 1857) (Álvarez y Rangel, 2007; López-Mejía, 2008; Rodríguez-Almaraz y Muñiz-Martínez, 2008; Villalobos-Figueroa, 1955, 1983; Villalobos-Hiriart, Cantú, Díaz-Barriga y Lira-Fernández, 1993). La información actualizada de la distribución y biología de las especies de crustáceos dulceacuícolas mexicanos es incipiente y escasa, y en especial los estudios sobre cambáridos se han desarrollado sobre aspectos de distribución y taxonomía (Armendáriz, 2011; Campos y Rodríguez, 1992; Hobbs, 1972, 1988, 1989; Rodríguez-Almaraz, Coronado-Magdaleno y Campos, 1993; Rodríguez-Serna, 1999; Rodríguez y Campos, 1994; Rojas-Paredes, 1998; Villalobos-Figueroa, 1955, 1983), aspectos fisiológicos y ecológicos del género *Cambarellus* (Cornejo, 1992; Maldonado, 1990; Rodríguez-Serna y Carmona-Osalde, 2002 y Rodríguez-Serna, Carmona-Osalde, Arredondo-Figueroa y Olvera-Novoa, 2002).

La región del sur de México en la vertiente atlántica (ríos Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta) es señalada como una provincia ecológica de mayor riqueza y diversidad para moluscos (Bănărescu, 1995) y peces (Miller, Minckley y Norris, 2005), por lo que se espera que otros grupos sigan esta tendencia, como el caso de los crustáceos dulceacuícolas. En cuanto a los cambáridos y de acuerdo con el número de sitios y registros en Tabasco analizados en los trabajos de Álvarez, Villalobos y Robles (2005); Armendáriz (2011) y Barba, Juárez-Flores y Estrada (2010), se observa que existe una subrepresentación de la posible o potencial riqueza de especies para este grupo.

El conocimiento de los crustáceos en Tabasco está orientado hacia los decápodos peneidos (camarones), palemónidos (langostinos) y portúnidos (jaibas), principalmente (Álvarez et al., 2005; Sánchez y Barba, 2005). La últimas listas de registros taxonómicos de acociles (cambáridos) en Tabasco fueron realizados por Álvarez et al. (2005) y Barba et al. (2010), en los cuales se enlista a las especies *P. (A.) llamasii* y *P. (A.) acanthophorus*. Dada la importancia del grupo al contener especies endémicas y al deterioro de su hábitat, este trabajo tiene como objetivo actualizar e incrementar los registros taxonómicos, contribuir con la distribución y algunos aspectos de la morfometría de las especies de cambáridos en Tabasco, México.

Material y métodos

El estado de Tabasco se encuentra en la región sureste de México, que tiene 24,661 km² y abarca desde la llanura costera del golfo de México hasta las montañas del norte de Chiapas; se encuentra entre los 17°15'–18°39' N, 91°00'–94°07' O. Su superficie representa el 1.3% del territorio nacional. Tabasco se encuentra entre la evolución geológica de la llanura costera del golfo de México, asociada al desarrollo de las llanuras aluviales y depósitos fluvio-deltaicos de los ríos Grijalva y Usumacinta en la zona de Campeche y Tabasco e influenciado por las variaciones pleistocénicas del nivel medio del mar (Gutiérrez-Estrada, Malpica-Cruz y Martínez-Reyes, 1982). Esta cuenca posee 2 regiones diferentes de ambientes y actividades del uso del suelo: Grijalva y Usumacinta, que a su vez se divide en 5 subregiones: Chontalpa, Ríos, Sierra, Centro y Pantanos (fig. 1). En esta cuenca se encuentran los ríos más largos de México, con un total de 1,521 km de canal principal y con un drenaje de 112,550 km². Se presenta un régimen de precipitación tropical con una media anual de 2,143 mm, 2.6 veces la media nacional, con valores máximos en la cuenca alta, con 4,000 a 800 mm en las tierras altas de la sierra Madre, la cual representa la de mayor precipitación del país y uno de los más altos del mundo. Las temperaturas son cálidas en las tierras bajas, pero disminuyen con la altitud, con valores promedio diarios de 23.9 a 26.7 °C, y las medias mensuales van de 20 °C de enero-abril a agosto con 25 °C (Inegi, 2008).

La vegetación que cubre esta cuenca está representada por bosques tropicales en la cuenca alta y media de bosque secundario y terciario, pero debido a actividades como la agricultura y la ganadería, esta ha sido eliminada. En la cuenca baja la vegetación está representada por bosque lluvioso tropical y extensos humedales de agua dulce y pantanos de agua salada (Ocaña y Lot, 1996), donde se encuentra uno de los humedales más importantes de México, la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, sitio Ramsar (Lot y Novelo, 1988).

Los acociles fueron recolectados con redes de arrastre de cuchara, así como con trampas en las subcuencas Grijalva (subregión Sierra) en 4 localidades, y en la subcuenca Usumacinta (subregión Ríos) en 6 localidades, durante los años 2003, 2009 y 2010 en las épocas de mínima inundación (MII: febrero-julio) y máxima inundación (MAI: agosto-enero). Su ubicación geográfica, el número y la forma se presentan en la figura 1 y la tabla 1, respectivamente. Todas las muestras obtenidas en las



Figura 1. Regionalización de Tabasco. Regiones Grijalva y Usumacinta, y sitios de recolecta (subregiones Sierra y Ríos).

recolectas se fijaron con formalina al 4% para su preservación y conservadas en etanol al 70%.

Los organismos se identificaron de acuerdo con los criterios taxonómicos convencionales de Hobbs (1989) y

Villalobos-Figueroa (1955), así como con el apoyo del personal de la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología, UNAM. Asimismo, se consideraron algunas revisiones sobre la sistemática y biogeografía de acociles registrados para

Tabla 1
Ubicación y altitud de las localidades y especies/número/forma recolectadas en cada región/subregión.

Región/subregión	Altitud (m snm)	Localidad	Municipio	UTM X	Y	Especie	No. orgs.	Forma
Grijalva/Sierra (2003)	48	1 Don Roberto	Teapa	507805	1951500	Pa	29	Adulto
		2 Platanera	Teapa	507161	1940990	Pa	4	Adulto
						Pr	7	Adulto
	12	3 Ganadero (Bordo)	Teapa	512382	1932836	Pa	13	Adulto
						Pz	1	Adulto
	60	4 Don Nico	Tacotalpa	513414	1932226	Pz	44	Adulto
						Pz	32	Juvenil
						Pv	8	Adulto
						Pr	3	Adulto
						Pa	6	Adulto
Usumacinta/Ríos (2010)	10	5 Jagüey El Otatal	Balancán	685606	1952975	Pll	12	Adulto
						Jagüey El Otatal 2	21	Adulto
						Jagüey Naranjito	23	Adulto
	10	6 Posa Naranjito		679000	1950316		20	Adulto
						Posa 4 poblado (1)	19	Adulto
	8	7 Posa 4 poblado (2)		675058	1952849		20	Adulto
						Jagüey 4 poblado	19	Adulto
	8	8 Jagüey Reforma (1)		672358	1951633		20	Adulto
						Jagüey Reforma (2)	27	Adulto
	8	9 Posa Reforma (1)		658186	1951577		56	Adulto
Posa Reforma (2)						52	Adulto	
8	10 Muelle La Palma	Tenosique	658028	1911604		27	Juvenil	

Tabasco. Mediante la medición realizada con un vernier se obtuvo el promedio de la longitud total (LT) de los organismos; longitud del cefalotórax (LC), ancho del cefalotórax (AC); longitud de la areola (LAr), ancho de la areola (AAr); largo de la quela (LQ), ancho de la quela (AQ), alto de la quela (AIQ); largo del dactilo (LD); longitud del abdomen (LA); todo en unidades de mm: Además, se registró el sexo para hembras (H), y para los machos su forma reproductiva (MFI) y de descanso (MFII). Los organismos se encuentran depositados en la colección de referencia del laboratorio de ecología acuática de la unidad Villahermosa de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Resultados

Un total de 463 individuos recolectados de formas adulta, juvenil, crías y huevecillos, pertenecientes a 5 especies, fueron identificados, de las cuales 3 pertenecen al grupo *mexicanus*: *Procambarus (Austrocambarus) zapoapensis* (Villalobos, 1954) con 77 organismos; *P. (A.) veracruzanus* (Villalobos, 1954) con 8, y *P. (A.) ruthveni* (Pearse, 1911) con 10. Dos especies pertenecen al grupo *pilosimanus*, las cuales son: *P. (A.) acanthophorus* (Villalobos, 1948), con 52 organismos, y *(A.) llamas*i (Villalobos, 1954), con 316 (tabla 1). El análisis de la morfometría de los acociles arrojó las siguientes medidas promedio, para el grupo *mexicanus*: *P. (A.) zapoapensis* registró una LT de 68, 64 y 59.25 mm para MFI, MFII y H, respectivamente; LC de 35.45, 32.75 y 30.5 mm; AC de 16.95, 13.42 y 13.5 mm; LAr de 13.25, 11.83 y 11.13 mm; AAr de 1 mm para las 3 formas; LQ de 31.15, 21.5 y 25.63 mm; AQ de 7.65, 5.75 y 6.63 mm; AIQ de 11.65, 8.67 y 9.5 mm; LD de 16.8, 12 y 14.25, y LA de 33.9, 32 y 29.88 mm para MFI, MFII y H, respectivamente (tabla 2).

Procambarus (A.) veracruzanus presentó una LT de 72, 67 y 58.5 mm para MFI, MFII y H, respectivamente; LC de 37, 34 y 29.33 mm; AC de 17, 16 y 14 mm; LAr de 14, 12 y 10.17 mm; AAr de 1 mm para las 3 formas; LQ de 36, 28 y 17.83 mm; AQ de 7, 7 y 4.17 mm; AIQ de 11, 10 y 6.5 mm; LD de 21, 16 y 10.17 mm, y LA de 36, 33 y 30.33 para MFI, MFII y H, respectivamente (tabla 2). Mientras que *P. (A.) ruthveni* registró una LT de 68, 44 y 51.67 mm para MFI, MFII y H; LC de 34, 21 y 25.67 mm; AC de 17, 10 y 11.67 mm; LAr de 13, 7 y 9 mm; AAr de 1 mm para las 3 formas; LQ de 30, 12 y 16.67 mm; AQ de 7, 3 y 3.67 mm; AIQ de 10, 5 y 6.33 mm; LD de 17, 7 y 10 mm, y LA de 34, 24 y 26.67 mm para MFI, MFII y H, respectivamente (tabla 2). Estas especies fueron recolectadas en la subregión Sierra (región Grijalva) en ambientes lóticos y lénticos cercanos a áreas de uso agrícola y caracterizadas por la presencia de serranía en altitudes entre 12 a 82 m snm (fig. 1; tabla 1).

Por último, el grupo *pilosimanus*, donde la especie *P. (A.) acanthophorus* presentó una LT de 53.0, 26.3 y 60.0 para H, MFII y MFI, respectivamente; LC de 26.0, 13.3 y 15.0 mm; AC de 11.0, 5.85 y 6.82 mm; LAr de 8.0, 5.8 y 6.82 mm; AAr de 1 mm para las 3 formas; LQ de 13.67 y 13.2 mm; AQ de 1.67 y 2.0 mm; AIQ de 2.67 y 3.2 mm; LD de 6.33 y 7.0 mm para MFII y H, respectivamente, y por último LA de 28, 13.4 y 15.22 mm para MFI, MFII y H, respectivamente (tabla 2). La distribución de esta especie se registró para la subregión Sierra

(región Grijalva) en ambientes ribereños y canales de irrigación en altitudes entre 12 a 82 m snm (fig. 1; tabla 1). *Procambarus (A.) llamas*i registró mediciones promedio de LT de 47.82, 36.92 y 33.99 mm para MFI, MFII y H; LC de 23.45, 18.03 y 16.65 mm; AC de 11.0, 8.4 y 7.66 mm; LAr de 8.12, 6.26 y 5.73 mm; AAr de 1.0 mm para las 3 formas; LQ de 16.19, 8.55 y 8.90 mm; AQ de 3.74, 2.21 y 1.96 mm; AIQ de 2.66, 1.47 y 1.3 mm; LD de 8.32, 4.92 y 4.84 mm, y LA de 25.13, 19.51 y 17.89 mm para MFI, MFII y H, respectivamente (tabla 2). Su distribución se encontró restringida a la subregión Ríos (región Usumacinta) en ambientes palustres con inundación temporal y en altitudes menores a 10 m snm (fig. 1; tabla 1).

En la tabla 3 se presentan la ubicación geográfica de los registros de las especies de cambáridos de acuerdo con su distribución geográfica original (localidad tipo) y algunos rasgos ecológicos del hábitat y de los sitios de captura en Tabasco. Es importante señalar que se incrementa el registro de especies de cambáridos en Tabasco de 2 a 5 especies. Los nuevos registros son: *P. (A.) zapoapensis*, *P. (A.) veracruzanus* y *P. (A.) ruthveni*.

Discusión

El estado de Tabasco es una de las áreas ecológicas de mayor biodiversidad en el territorio mexicano: en tan solo el 4.7% de la superficie de la masa continental sus ecosistemas albergan el 64% de la biodiversidad nacional (Toledo, 2003). Sin embargo, el estado del conocimiento sobre su biodiversidad no está completo (Sánchez y Barba, 2005). El número de especies registradas en este estudio incrementa el listado de cambáridos para Tabasco, de 2 especies reportadas por Álvarez et al. (2005): *P. (A.) llamas*i y *P. (A.) acanthophorus*, a 5; de estas, los nuevos registros son las especies *P. (A.) zapoapensis*, *P. (A.) veracruzanus* y *P. (A.) ruthveni*.

El grupo *pilosimanus* estuvo representado por la especie *P. (A.) acanthophorus*, que tiene su localidad tipo en la laguna El Castillo, a 4 km de Tuxtepec, Oaxaca, y su distribución en los estados de Veracruz, Chiapas y Oaxaca (CNCR; Hobbs, 1989; Rojas-Paredes, 1998; Villalobos-Figueroa, 1955) (tabla 3); en Tabasco se recolectó en todas las localidades de la subregión Sierra, municipios de Teapa y Tacotalpa, en ambientes de canales de irrigación, cultivos inducidos y cultivados, plantaciones de plátano y áreas ganaderas, en altitudes entre 12 y 82 m snm (fig. 1; tabla 1). Asimismo, se registró dentro de este grupo a *P. (A.) llamas*i, la cual presenta una amplia distribución y registros desde el sureste de Veracruz hasta la península de Yucatán, México y norte de Guatemala en la zona de la llanura costera del golfo (Rodríguez-Serna, 1999; Rodríguez-Serna et al., 2002; Villalobos-Figueroa, 1955). En este estudio se recolectó en localidades de la región Usumacinta, subregión Ríos, municipios de Balancán y Tenosique, en ambientes de origen cárstico, planicies de inundación y humedales palustres, principalmente en altitudes menores a 10 m snm (fig. 1; tabla 1). En contraste a lo registrado para *P. (A.) acanthophorus* y *P. (A.) llamas*i, no hubo registro de *P. (A.) pilosimanus* hasta este momento del estudio.

Con respecto al grupo *mexicanus*, estuvo conformado por la especie *P. (A.) ruthveni*, que tiene su localidad tipo en Cuatolapan, Cantón de Acayucan, Veracruz (Villalobos-Figueroa,

Tabla 2
Comparación de las características morfométricas entre las 5 especies recolectadas.

Grupo mexicanus						
<i>Procambarus (A.) zapoapensis</i>		En este estudio			Villalobos-Figueroa (1955)	
Medidas (mm)	Macho FI	Macho FII	Hembra	Macho FI	Macho FII	Hembra
LT	68.00	64.00	59.25	70	59	51.7
LC	35.45	32.75	30.50	35	29.5	25
AC	16.95	15.42	13.50	—	—	—
LAr	13.25	11.83	11.13	12.3	9.8	—
AAr	1.00	1.00	1.00	0.4	0.4	—
LQ	31.15	21.50	25.63	26.2	11.7	13.7
AQ	7.65	5.75	6.63	—	—	—
AIQ	11.65	8.67	9.50	—	—	—
LD	16.80	12.00	14.25	14.2	6.3	8.4
LA	33.90	32.00	29.88	35	29.5	—
<i>P. (A.) ruthveni</i>		En este estudio			Villalobos-Figueroa (1955)	
Medidas (mm)	Macho FI	Macho FII	Hembra	Macho FI	Macho FII	Hembra
LT	68.00	44.00	51.67	65.2	41.6	79
LC	34.00	21.00	25.67	33.6	21	41.2
AC	17.00	10.00	11.67	15.9	10	19.4
LAr	13.00	7.00	9.00	12	7.3	14.3
AAr	1.00	1.00	1.00	0.4	0.1	0.2
LQ	30.00	12.00	16.67	—	—	—
AQ	7.00	3.00	3.67	10	6.1	11
AIQ	10.00	5.00	6.33	—	—	—
LD	17.00	7.00	10.00	15.4	8.0	16.7
LA	34.00	24.00	26.67	—	—	—
<i>P. (A.) veracruzanus</i>		En este estudio			Villalobos-Figueroa (1955)	
Medidas (mm)	Macho FI	Macho FII	Hembra	Macho FI	Macho FII	Hembra
LT	72.00	67.00	58.50	43.6	41.7	59
LC	37.00	34.00	29.33	22.3	23	35
AC	17.00	16.00	14.00	—	—	—
LAr	14.00	12.00	10.17	7.8	7.5	15.6
AAr	1.00	1.00	1.00	0.2	0.5	0.2
LQ	36.00	28.00	17.83	15.2	15.7	18.2
AQ	7.00	7.00	4.17	—	—	—
AIQ	11.00	10.00	6.50	—	—	—
LD	21.00	16.00	10.17	9	8.4	10
LA	36.00	33.00	30.33	21.3	18.7	24
Grupo pilosimanus						
<i>Procambarus (A.) acanthophorus</i>		En este estudio			Villalobos-Figueroa (1955)	
Medidas (mm)	Macho FI	Macho FII	Hembra	Macho FI	Macho FII	Hembra
LT	53.00	26.30	29.78	60	61.3	62.6
LC	26.00	13.30	15.00	30.3	30	30.5
AC	11.00	5.85	6.83	20.4	20.6	20.6
LAr	8.00	5.80	6.82	9.6	9.4	9.9
AAr	1.00	1.00	1.00	0.4	0.4	0.4
LQ	WC ^a	13.67	13.20	22.3	17.9	13.8
AQ	WC	1.67	2.00	—	—	—
AIQ	WC	2.67	3.20	—	—	—
LD	WC	6.33	7.00	11.4	9.4	8.6
LA	28.00	13.40	15.22	29.7	30.7	32.7

Tabla 2 (Continuación)

	<i>Procambarus (A.) llamasii</i>			En este estudio			Villalobos-Figueroa (1955)		
	Macho FI	Macho FII	Hembra	Macho FI	Macho FII	Hembra	Macho FI	Macho FII	Hembra
LT	47.82	36.92	33.99	81.4	68.9	81.4			
LC	23.45	18.03	16.65	41.9	31.8	40.5			
AC	11.00	8.40	7.66	—	—	—			
LAr	8.12	6.26	5.73	12.8	10.0	13.5			
AAr	1.00	1.00	1.00	1.0	0.4	1.0			
LQ	16.19	8.55	8.90	37.1	9.5	26.1			
AQ	3.74	2.21	1.96	—	—	—			
AIQ	2.66	1.47	1.30	—	—	—			
LD	8.32	4.92	4.84	19.4	10.7	18.8			
LA	25.13	19.51	17.89	40.5	37.1	40.9			

^a *Procambarus (A.) acanthophorus* (Pa); *P. (A.) zapoapensis* (Pz); *P. (A.) ruthveni* (Pr); *P. (A.) veracruzanus* (Pv), y *P. (A.) llamasii* (Pll).

Tabla 3

Distribución geográfica y rasgos ecológicos de los cambáridos registrados en Tabasco.

Especie	Distribución en México	Localidades	Hábitat	Referencias	Registros en Tabasco
<i>Procambarus (A.) acanthophorus</i>	Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco	Laguna El Castillo, 4 km E de Tuxtepec, Oaxaca al sur de Veracruz; laguna El Tular, Coatzacoalcos; río Chiquito tributario del Coatzacoalcos; playa San Vicente y Alvarado, así como en los estados de Chiapas y Tabasco en laguna Estancia Vieja	Construye madrigueras en zonas de inundación o pantanos, en aguas con corriente, canales de cultivo, estanques	Villalobos-Figueroa (1955); Hobbs (1989); Rojas-Paredes (1998); Álvarez et al. (2005), CNCR ^a	Río Teapa, río Puyacantengo, canal Victoria río Tacotalpa y canales de irrigación en zona platanera en Teapa
<i>P. (A.) ruthveni</i>	Veracruz	Varias localidades en San Andrés Tuxtla, arroyo de la laguna Quemada Catemaco, tributario de la laguna Palenque cuenca Papaloapán, Cosamaloapán, Hueyapan y Ocampo; laguna Apaxtla, Acayucan; El Tular, San Andrés Tuxtla	Aguas corrientes, estanques temporales y piscinas	Villalobos-Figueroa (1955), Hobbs (1989); Rojas-Paredes (1998); CNCR ^a	Río Tacotalpa, canal Victoria y canales de irrigación en zona platanera Teapa
<i>P. (A.) veracruzanus</i>	Veracruz	Solo conocido en la localidad tipo Presidio 30 km SE Córbova, Ixhuatlán del Café, Veracruz; cuenca del río Papaloapan, Jalapa, Córdoba y Amatlán de Los Reyes	Aguas corrientes, estanques temporales y piscinas	Villalobos-Figueroa (1955); Hobbs (1989); Rojas-Paredes (1998); CNCR ^a	Río Tacotalpa canal Victoria
<i>P. (A.) zapoapensis</i>	Veracruz	Solo conocido en la localidad tipo Catemaco, Zapopan de Cabañas, 11 km al SSE de Catemaco, cuenca del Papaloapán, Acayucan, Texistepec, Veracruz	Aguas corrientes, estanques temporales y piscinas	Villalobos-Figueroa (1955); Hobbs (1989); Rojas-Paredes (1998); CNCR ^a	Río Tacotalpa canal Victoria
<i>P. (A.) llamasii</i>	Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Q. Roo	Llanura costera del golfo de México, desde Veracruz hasta Guatemala y Belice, es una especie muy resistente y presenta una amplia distribución. Laguna Horizonte, La Mona, ríos González, Grijalva, Puyacatengo en Tabasco	Pequeños arroyos, zanjas de drenaje, lagunas, ojos de agua, cuerpos de agua perennes, cultivos agrícolas	Villalobos-Figueroa (1955); Hobbs (1989); Álvarez et al. (2005); CNCR ^a , Rodríguez-Serna et al. (2002); Barba et al. (2010)	Cuenca del río Usumacinta, río San Pedro, Reforma, Otatal en Balancán, y La Palma Tenosique

^a UNIBIO, 2012 (<http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNCR:CR?f=Cambaridae>).

1955); en Tabasco se recolectó en la subregión Sierra, municipios de Teapa y Tacotalpa, en ambientes conformados por canales de irrigación, cultivos inducidos y cultivados, plantaciones de plátano y áreas ganaderas, en altitudes entre 12 y 82 msnm (fig. 1; tabla 1). La especie *P. veracruzanus*, con localidad tipo en Presidio, 30 km de Córdoba, Veracruz, se distribuye en el sureste mexicano según Rojas-Paredes (1998) y Villalobos-Figueroa (1955). Esta especie, junto con *P. (A.) mexicanus* y *P. (A.) rodriguezii*, se distribuyen en tierras altas sobre el Eje Volcánico Transversal en los ríos Jamapa, Atoyac, Blanco y parte alta del Papaloapan en altitudes entre 860 y 1,588 msnm. En este estudio se registró en la subregión Sierra, municipios de Teapa y Tacotalpa, en ambientes y localidades ya descritos para *P. (A.) ruthveni* (fig. 1; tabla 1). *Procambarus (A.) zapoapensis* con localidad tipo en Zapoapan, Catemaco, Veracruz, en las tierras bajas de los sistemas hidrológicos vinculados a la cuenca del río Papaloapan, lago de Catemaco y río Coatzacoalcos (Rojas-Paredes, 1998; Villalobos-Figueroa, 1955), en este estudio se registró en la subregión Sierra, municipios de Teapa y Tacotalpa, en similares ambientes y localidades ya descritos para esta zona (fig. 1; tabla 1).

Las especies *P. (A.) acanthophorus* (Villalobos, 1948), *P. (A.) zapoapensis* (Villalobos, 1954), *P. (A.) ruthveni* (Pearse, 1911) y *P. (A.) veracruzanus* (Hobbs, 1972) se registraron en la cuenca del Grijalva, la cual discurre sobre formaciones sedimentarias, quebradizas y de fácil erosión, así como sobre granitos gastados. Ambas cuencas conforman un escurrimiento importante que representa el 30% del total nacional (Inegi, 2000) y están asociadas con problemas de modificación de origen antrópico y natural, en particular el Grijalva, que ha sido interrumpido por obras viales e hidráulicas (Tudela, 1992).

El régimen hidrológico y geomorfología de la cuenca son los principales reguladores de actividades y procesos en las áreas de distribución (Rodríguez-Serna, 1999), lo cual puede afectar principalmente a juveniles por su menor talla y peso y a la ausencia de refugios, propiciando la dispersión a lo largo del río (Mejía-Ortiz, 2008). Entre las principales adaptaciones como respuesta a las alteraciones del medio se encuentran su resistencia a la desecación y a la escasez de agua, así como a respirar oxígeno atmosférico (Huner y Lindqvist, 1995), disminución de su tasa respiratoria, tolerancia a amplia gama de temperaturas (McMahon, 2002; Nyström, 2002), sus hábitos omnívoros y su exoesqueleto y mecanismos osmóticos de regulación (Bückle-Ramírez, Díaz-Herrera, Correa-Sandoval, Barón-Sevilla y Hernández-Rodríguez, 1994; Nyström, 2002; Rodríguez-Serna y Carmona-Osalde, 2002).

En este sentido, es la primera vez que se reporta la presencia de organismos de los grupos *mexicanus* y *pilosimanus* en una sola región del país. Esta distribución registrada puede deberse a las diferencias hidrogeomorfológicas del territorio, característico por la presencia de varios ríos y zonas bajas que se relacionan con la frecuencia y tamaño de las inundaciones, lo cual determina la capacidad de las corrientes (Benda, Millar, Dunne, Reeves y Agee, 1998). Así, el estado de Tabasco es una cuenca donde se drena la mayor parte de las lluvias del sureste de México. La fisiología propia de los cambáridos y los arrastres que ocurren durante el periodo de lluvias ha permitido la

conjunción de diversas especies en una zona de por sí rica en biodiversidad.

En contraste a lo obtenido en este trabajo, en el inventario de la biodiversidad de Tabasco, Álvarez et al. (2005) reportan un total de 2 especies de la familia Cambaridae distribuidas en ambientes pantanosos del estado. En el presente estudio se amplían los registros de especies y localidades de presencia de los cambáridos, generando información para 3 especies más que no estaban registradas para esta zona.

Las diferencias en la naturaleza de las 2 subregiones, tales como la presencia de numerosos asentamientos, la expansión de la frontera agrícola y la actividad industrial, principalmente en el Usumacinta (Sánchez et al., 2007), son las actividades y usos que han impactado principalmente la calidad del agua debido al constante aporte de desechos domésticos (orgánicos) y residuos de las actividades agropecuarias, así como por la disminución de la vegetación ribereña y la erosión de los bordes en ambos ríos, y disminución de áreas de humedales (Barba, Rangel-Mendoza y Reyes, 2006). Otro aspecto importante es la acidificación de suelos y aguas, lo que puede afectar a las poblaciones en su reproducción, disminución en la resistencia ante enfermedades, vulnerabilidad al canibalismo y depredación, alteración en el metabolismo del calcio y fragilidad del exoesqueleto. En el caso de Tabasco, además de lo anteriormente expuesto, es importante considerar las implicaciones en el medio debido a los efectos del uso de agroquímicos, garrapaticidas, contaminación industrial por las actividades petroleras y su acumulación en aguas y sedimentos, así como los constantes flujos de inundación que se han presentado en el estado en los últimos años por los diferentes eventos climatológicos, lo que ha provocado intensas lluvias que han inundado casi todo el estado, lo cual ha permitido la conectividad de ambientes acuáticos como un medio para la dispersión y ampliación de la distribución de organismos acuáticos.

Ante el desconocimiento de la biodiversidad del grupo, así como la presencia de diferentes amenazas al hábitat relacionadas con su fragmentación, el acelerado cambio de uso de suelo y contaminación en el sureste mexicano, y en específico en el territorio tabasqueño, se propone que el estudio sobre este grupo sea prioritario para conocer la diversidad actual, su distribución y sus efectos en la ecología de los sistemas donde se encuentran. Para llevar a cabo esto, es necesario proponer estudios integrales que abarquen desde diferentes enfoques los aspectos biológicos, poblacionales y ecológicos a partir de la estandarización de metodologías de muestreo y captura, así como priorizar áreas de interés para complementar los vacíos de información. Por otro lado, es importante llevar a cabo el empleo de métodos moleculares que contribuyan a complementar la información taxonómica, así como a establecer las funciones y relaciones ecológicas y sus flujos tróficos.

Referencias

- Álvarez, F., Villalobos, J. L. y Robles, R. (2005). Crustáceos. En J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (Eds.), *Biodiversidad del estado de Tabasco. Cap. 8* (pp. 177–194). México, D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

- Álvarez, F., Villalobos, J. L., Hendrickx, M. E., Escobar-Briones, E., Rodríguez-Almaraz, G. y Campos, E. (2014). Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(Supl.), S208–S219.
- Álvarez, F. y Rangel, R. (2007). Estudio poblacional del acocil *Cambarellus montezumae* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) en Xochimilco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 431–437.
- Armendáriz, O. G. Y. (2011). *Patrones de distribución y riqueza de especies de los acociles (Decapoda: Cambaridae) de México*. Tesis de maestría. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bănărescu, P. (1995). *Zoogeography of fresh waters. Vol. 3. Distribution and dispersal of freshwater animals in Africa, Pacific areas and South America*. Weisbaden: AULA-Verlag.
- Barba, E., Juárez-Flores, J. y Estrada, F. (2010). Distribución y abundancia de crustáceos en humedales de Tabasco. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, S153–S163.
- Barba, E., Rangel-Mendoza, J. y Reyes, R. (2006). Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencia*, 22, 101–110.
- Benda, L., Millar, D. J., Dunne, T., Reeves, G. H. y Agee, J. K. (1998). Dynamic Landscape Systems. En E. B. Welch, J. M. Jacoby y C. W. May (Eds.), *River Ecology and Management. Lessons from the Pacific Coastal* (pp. 261–288). Nueva York: Springer.
- Bückle-Ramírez, L. F., Díaz-Herrera, F., Correa-Sandoval, F., Barón-Sevilla, B. y Hernández-Rodríguez, M. (1994). Diel thermoregulation of the crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea, Cambaridae). *Journal of Thermal Biology*, 19, 419–422.
- Campos, E. y Rodríguez, G. A. (1992). Distribution of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) in Mexico: An update. *Journal of Crustacean Biology*, 12, 627–630.
- Contreras-Balderas, S., Ruiz-Campos, G., Schmitter-Soto, J. J., Díaz-Pardo, E., Contreras-McBeath, T., Medina-Soto, M., et al. (2008). Freshwater fishes and water status in Mexico: A country-wide appraisal. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 11, 246–256.
- Cornejo, A. R. (1992). *Selección térmica del acocil Cambarellus montezumae (Saussure) (Crustacea: Decapoda: Astacidae) y su correlación con algunos índices fisiológicos. Diferencias estacionales*. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Crandall, K. A. y Buhay, J. E. (2008). Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae-Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 295–301.
- Gutiérrez-Estrada, M., Malpica-Cruz, V. M. y Martínez-Reyes, J. (1982). Geomorfología y sedimentos recientes del sistema lagunar Pom-Atasta, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 9, 89–100.
- Hobbs, H. H., Jr. (1972). *Crayfish (Astacidae) of North and Middle America*. Chicago: Environmental Protection Agency.
- Hobbs, H. H., Jr. (1988). Crayfish distribution, adaptive radiation and evolution. En D. M. Holdich y R. S. Lowery (Eds.), *Freshwater crayfish, biology, management and exploitation* (pp. 52–82). London: Croom Helm Press.
- Hobbs, H. H., Jr. (1989). An illustrated checklist of the American crayfish (Decapoda: Astacidae: Cambaridae: Parastacidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 480, 1–236.
- Huner, J. V. y Lindqvist, O. V. (1995). Physiological adaptations of freshwater crayfish that permit successful aquacultural enterprises. *American Zoologist*, 35, 12–19.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2000). Cuaderno estadístico municipal: Centla, Tabasco. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2008) [consultado 14 May 2012]. Disponible en: http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/estados/tab_geo.cfm
- López-Mejía, M. (2008). Sistemática de los acociles de México (115-165). En F. Álvarez y G. Rodríguez (Eds.), *Crustáceos de México: estado actual de su conocimiento* (p. 522). México, D.F.: UANL-PROMEP-SEP. Dirección General de Publicaciones, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Lot, A. y Novelo, A. (1988). *El pantano de Tabasco y Campeche: la reserva más importante de plantas acuáticas de Mesoamérica. Memorias del simposio ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva*. Villahermosa: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. División Regional Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco.
- Maldonado, R. J. G. (1990). *Respuesta al estrés térmico del acocil Cambarellus montezumae (Saussure) (Crustacea: Astacidae). Comparación de métodos*. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- McMahon, B. R. (2002). Physiological adaptations to environment. En D. M. Holdich (Ed.), *Biology of Freshwater Crayfish* (pp. 327–376). Oxford: Blackwell Science, Ltd.
- Mejía-Ortiz, L. M. (2008). Adaptaciones de los crustáceos a la vida subterránea. En F. Álvarez y G. Rodríguez-Almaraz (Eds.), *Crustáceos de México: estado actual de su conocimiento* (p. 552). Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Miller, R. R., Minckley, W. L. y Norris, S. T. (2005). *Freshwater Fishes of Mexico*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Nyström, P. (2002). Ecology. En D. M. Holdich (Ed.), *Biology of freshwater crayfish* (pp. 192–235). Oxford: Blackwell Science, Ltd.
- Ocaña, D. y Lot, A. (1996). Estudio de la vegetación acuática vascular del sistema fluvio-lagunar-deltaico del río Palizada Campeche, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, serie Botánica*, 67, 303–327.
- Ricciardi, A. y Rasmussen, J. B. (1999). Extinction rates of North American Freshwater fauna. *Conservation Biology*, 13, 1220–1222.
- Rodríguez, G. A. y Campos, E. (1994). Distribution and status of the crayfishes (Cambaridae) of Nuevo León, Mexico. *Journal of Crustacean Biology*, 14, 729–735.
- Rodríguez-Almaraz, G., Coronado-Magdaleno, M. A. y Campos, E. (1993). Distribución y notas ecológicas de los acociles (Cambaridae: Procambarus) del estado de Tamaulipas, México. *The Southwestern Naturalist*, 38, 390–393.
- Rodríguez-Almaraz, G. A. y Muñoz-Martínez, R. (2008). Conocimiento de los acociles y langostinos del noreste de México: amenazas y propuestas de conservación. En F. Álvarez y G. A. Rodríguez-Almaraz (Eds.), *Crustáceos de México: estado actual de su conocimiento* (pp. 167–206). Monterrey: Dirección de Publicaciones, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Rodríguez-Serna, M. (1999). *Biología y sistemática de los cambáridos del suroeste de México y su potencial aprovechamiento en la acuicultura*. Tesis de doctorado. Iztapalapa, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Rodríguez-Serna, M., Carmona-Osalde, C., Arredondo-Figueroa, J. L. y Olvera-Novoa, M. A. (2002). Distribución geográfica actual de *Procambarus (Austrocambarus) llamasi* en la península de Yucatán. *Hidrobiológica*, 12, 1–5.
- Rodríguez-Serna, M. y Carmona-Osalde, C. (2002). Balance energético del acocil *Cambarellus montezumae* (Saussure) (Crustacea: Astacidae: Cambaridae) pérdida de energía en la tasa metabólica. *Universidad y Ciencia*, 18, 128–134.
- Rojas-Paredes, Y. R. (1998). *Revisión taxonómica de ocho especies del género Procambarus (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) del centro de Veracruz, México*. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez, M. A. J. y Barba, E. (2005). Biodiversidad de Tabasco. En J. Bueno, F. Álvarez y S. F. Santiago (Eds.), *La Biodiversidad en el estado de Tabasco* (pp. 1–16). México, D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez, A. J., Salcedo, M. A., Florido, R., Armenta, A., Rodríguez, C., Galindo, A., et al. (2007). Pantanos de Centla, un humedal costero tropical. En G. de la Lanza y S. Hernández (Eds.), *Las aguas interiores de México, conceptos y casos* (pp. 401–420). México, D.F.: AGT.
- Taylor, C. A., Warren, M. L., Fitzpatrick, J. F., Hobbs, H. H., Jezerinac, R. F., Pflieger, W. L., et al. (1996). Conservation status of crayfishes of the United States and Canada. *Fisheries*, 21, 25–38.
- Toledo, A. (2003). *Ríos, costas, mares. Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México*. Zamora: Colegio de Michoacán, A.C.
- Tudela, F. (1992). *La modernización forzada del trópico: el caso tabasqueño, Proyecto integrado del golfo*. México, D.F.: El Colegio de México, Cinvestav, IFIAS, UNRISD.
- UNIBIO (Unidad de Bioinformática para la Biodiversidad) [consultado 12 Sep 2012]. Disponible en: <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNCR:CR?f=Cambaridae>

- Villalobos, A. (1948). Estudios de los cambarinos mexicanos. VII. Descripción de una nueva especie del género *Procambarus*, *Procambarus acanthophorus* n. sp. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 19, 175–182.
- Villalobos-Figueroa, A. (1955). *Cambarinos de la fauna mexicana (Crustacea: Decapoda)*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Villalobos-Figueroa, A. (1983). *Crayfish of Mexico (Crustacea: Decapode)*. New Delhi: Smithsonian Institution Libraries and the National Science Foundation. American Publishing.
- Villalobos-Hiriart, J. L., Cantú, A., Díaz-Barriga, F. y Lira-Fernández, E. (1993). Los crustáceos de agua dulce de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, XLIV, 267–290.