



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Taxonomía y relaciones biogeográficas de los crustáceos  
decápodos Latreille, 1802 de Zongolica, Veracruz.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**(B I Ó L O G O)**

**P R E S E N T A:**

**Eric Guillermo Moreno Juárez**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dr. Fernando Alvarez Noguera**

**2015**



**Ciudad Universitaria, D. F.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Hoja de datos de jurado

### 1. Datos del alumno

Moreno  
Juárez  
Eric Guillermo  
80 01 44 95  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
305220695

### 2. Datos del tutor

Dr.  
Fernando  
Álvarez  
Noguera

### 3 Datos sinodal 1

Dr.  
José Román  
Latournerié  
Cervera

### 4. Datos sinodal 2

Dra.  
Alicia  
Cruz  
Martínez

### 5. Datos sinodal 3

Dr.  
José Luis  
Villalobos  
Hiriart

### 6. datos sinodal 4

M. en C.  
José Luis  
Bortolini  
Rosales

### 7. Datos del trabajo escrito

Taxonomía y relaciones biogeográficas de los  
crustáceos decápodos Latreille, 1802 de  
Zongolica, Veracruz.

97 p  
2015

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
Morfología general.....	10
Adaptaciones generales de los decápodos al agua dulce .....	11
Familia Palaemonidae Rafinesque, 1815 .....	12
Familia Cambaridae Hobbs, 1942 .....	13
Familia Pseudohelphusidae Ortman, 1983.....	14
JUSTIFICACIÓN .....	19
OBJETIVOS .....	20
ANTECEDENTES .....	20
ÁREA DE ESTUDIO .....	21
MATERIAL Y MÉTODO .....	25
RESULTADOS .....	27
Fichas de identificación.....	28
Estadísticos.....	63
DISCUSIÓN.....	76
CONCLUSIÓN .....	84
LITERATURA CITADA.....	85
ANEXO 1 .....	90
ANEXO 2 .....	91

.....Nosotros nacimos de la noche, en ella vivimos,  
moriremos en ella, pero la luz será mañana  
para los más, para todos aquellos que hoy  
lloran la noche, para quienes se niega el día,  
para tod@s la luz, para tod@s todo.....

Manifiesto Zapatista en Náhuatl

Y salimos de las sombras.....

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, porque sin sus regaños, jalones de oreja y sobre todo su ejemplo no hubiera llegado tan lejos. Papá, gracias por enseñarme a luchar y el verdadero significado de salir adelante. Mamá, gracias por el apoyo incondicional, los ánimos, las porras y enseñarme el significado de la palabra FUERZA.

A mis hermanos, Marian y Toño por acompañarme, aguantarme y apoyarme durante todo este camino, los quiero de verdad, sigamos creciendo juntos. Marian, siempre eres una luz.

A mi Familia, mis tías, Irais, Susana, Mari y mi prima Yeandery por acogerme en su casa y alimentarme, aunque luego no alcance. A mi tío Demetrio por despertarme el interés por la Biología y el vicio de salir a campo, todo es su culpa. A mi primo Juan Miguel, por poner el ejemplo a todos, esta va para por ti. A toda mi familia por alentarme durante todo mi camino. Francisco, gracias por estar ahí...

Chus, siempre te llevare en el corazón más que un amigo, eres un guía, un confidente, mi carnal. Tus locuras me rescataron. Agradezco a la Familia Trejo-Rosales por su apoyo y consejos.

A los doctores Fernando Álvarez y José Luis Villalobos, su ejemplo me inspira. Dr. Álvarez gracias por su confianza, apoyo y guía, sin ellos mi camino nunca hubiera empezado. Dr. Villalobos, su guía y enseñanzas definieron mi camino. Les estoy infinitamente agradecido.

A mi comité de sinodales por sus acertados apuntes y consejos que enriquecieron este trabajo, además de su incondicional apoyo, Dra. Alicia Cruz Martínez, M. en C. José Luis Bortolini y José Román Latournerié.

A mis compañeros de taller Aurora, Carlos, Gio, Yasmin, Nelia y compañeros del laboratorio Leo, Viri, Polo, Chavita, Sergio, Olinka, Fabi, Ia y Janet que siempre me dieron una palmada, una palabra de aliento y sabios consejos. Juan Carlos sigo esperando esas chelas a ver si con esto se me hace. Sharife, mano gracias por mal aconsejarme, por hacerme creer de nuevo en mí mismo, sin ti el laboratorio no hubiera sido lo mismo. Rachel y Dona les agradezco por estar en mis malos momentos y ofrecerme su amistad, vamos por más aventuras.

Al Dr. Carlos Pedraza y los machines del Instituto de Biología David Hernández y Jorge Kimba por su amistad y compartir sus experiencias.

A mis amig@s de toda la vida, jamás me dejaron solo

Laura, gracias por, escucharme, entenderme (aunque solo lo disimules jaja), no sé cómo logras quererme, te quiero a horros.

Pau, infeliza gracias por escucharme siempre y aconsejarme, neta ¡machín!

Caro nubesita que haría sin ti, bien dicen que del odio al amor solo hay un paso.

Yaya ¿cómo me aguantas?

Luis ¿Qué pasó panchito? Nos andamos acompañando desde hace un buen, de verdad te aprecio.

Jatziri, mendiga, por tu culpa me volví un monstruo, nunca me dejes sin tu luz no sé qué haría.

Janette, eres la única que me entiende en el fut, te quiero un chingo ¡we!

Dany Daniel, así como llegaste y te volviste un amigo indispensable.

Alma, me hiciste crecer, volverme más fuerte y te volviste una amiga muy apreciada.

Ricardo Rodríguez, gracias por creer en mí, espero sigamos creciendo juntos un buen rato.

A mis amigos Gustavo, Noemi, Oscar (y nos retiramos del Vodka ¿No?), Jordan, Silvia, Daniela, y Gandi por estar a mi lado. A mis compañeros Carlos, Pancho, Marbe, compañeros Amalia, Diana, Rigel, Jero, Joshuafat, Benjamin. Power Rangers, ¡si se pudo! Moy, Aida, Carlos, Bambu.

A mis A mis amigos del cantón John, Kikin, Didi, Toño, Joshua, Travolta, Bryan, Luis, checo, Rodrido, gracias por las aventuras y por mandarme en cuatro sentidos a las prácticas de campo...

Al equipo palomero, Sharife, Robert, Omar, Ricardo y JJ por depositar su confianza en mí.

A la gente que conocí gracias a esta hermosa carrera, Adán Gómez, Luis Enrique, Cristina y Gaby, Betel y Julio.

## RESUMEN

La diversidad de crustáceos decápodos que alberga nuestro país es alta, la cual se ve reflejada en un total de 1 755 especies, de las cuales, 178 son dulceacuícolas. Estos últimos pertenecen a siete familias: Alpheidae, Palaemonidae, Atyidae, Cambaridae, Pseudothelphusidae, Trichodactylidae y Glyptograpsidae, de ahí que varios autores consideren que los decápodos dulceacuícolas mexicanos conforman un grupo que resalta por su heterogeneidad de formas. La mayor parte de estos crustáceos son endémicos del país, cerca del 80%. La diversidad de crustáceos decápodos que presenta el estado de Veracruz es una de las más ricas y abundantes del país, muchos de estos crustáceos son de gran importancia económica, se conocen cerca de 39 especies de decápodos dulceacuícolas, la mayoría de ellos están reportados para la zona centro del estado, la región de Los Tuxtlas y cuerpos de agua dulce aledaños a las zonas costeras, en contraste, la región de alta montaña en la zona centro del estado ha sido poco estudiada debido a su orografía accidentada que complica el acceso a la región. Esta región se extiende abarcando un gran número de municipios, los cuales han sido muy poco estudiados y como consecuencia se desconoce la riqueza biológica que albergan. El municipio de Zongolica forma parte de estas zonas montañosas, cuya fauna dulceacuícola está pobremente documentada, además, ocupa un área importante en la zona de transición mexicana, haciéndolo, un lugar interesante para estudio. El municipio de Zongolica se encuentra localizado en la zona centro-sureste de Veracruz, colindando con el estado de Puebla y muy cerca del estado de Oaxaca. Se realizaron 6 muestreos que iniciaron en enero de 2011 y terminaron en diciembre de 2012, visitando el mayor número de cuerpos de agua encontrados el municipio. De este muestreo, se obtuvo un total de 8 especies, 4 géneros y 3 familias. Estos organismos se determinaron taxonómicamente y documentaron mediante descripciones taxonómicas, fotografías en Microscopio electrónico de barrido, esquemas y adicionalmente se realizó un mapa de distribución. Los crustáceos decápodos que se reportan en esta tesis son afines a dos regiones biogeográficas: neártica y neotropical, además, provienen de linajes antiguos, anteriores a la formación de la FVTM en el Mioceno. La estructura orográfica del país y particularmente del municipio ha dado lugar a eventos vicariantes, que dieron como resultado la aparición de especies nuevas, reportadas en este trabajo *Macrobrachium* sp (La providecia), *Procambarus (Austrocambarus)* sp 1 y *Procambarus (Austrocambarus)* sp 2. Además el aislamiento geográfico que ofrece el municipio dio lugar a variaciones morfológicas de algunas especies con respecto a sus localidades tipo. La presencia de cangrejos de afinidad neotropical hace del municipio un lugar interesante debido a que se sobrelapa la distribución de dos tribus diferentes, Pseudothelphusini y Potamocarcinini.



## INTRODUCCIÓN

México es un país megadiverso, con una geomorfología accidentada y una posición geográfica privilegiada, lo cual, se ve reflejado en la diversidad de climas y suelos donde se presentan todos los tipos de vegetación del planeta, con excepción de la tundra (Soberón y Llorente, 1993). La biogeografía del país es compleja, debido a los diversos eventos de dispersión y vicarianza que han formado un complejo mosaico biótico; en la porción continental de nuestro país podemos hablar de dos componentes biogeográficos principales, de los cuales deriva toda la biota presente, que son: las provincias neártica y neotropical. México, además de ser una zona de convergencia tiene su propia zona de transición, la zona de transición mexicana, que se caracteriza por tener biota de orígenes neárticos y neotropicales, la cual albergó eventos de evolución *in situ* de diversos taxones endémicos, otorgándole características únicas que la diferencian de otras zonas de transición (Morrone, 2005).

En cuanto a orografía, el país cuenta con una amplia variedad topográfica, formada de serranías y planicies. Las serranías comprenden el 64% de la superficie total del país y el 36% restante son planicies y pendientes menores. Las altitudes que se observan abarcan desde el nivel del mar hasta los 5 000 metros (Espinosa *et al.*, 2008).

Hidrográficamente, el país cuenta con limitadas fuentes de agua dulce internas, en su mayoría estos cuerpos de agua se encuentran concentrados en la porción suroeste del territorio (Fig. 1). En promedio, anualmente llueve alrededor de 1 378 km<sup>3</sup> en el territorio, los cuales no están homogéneamente distribuidos, la mayor riqueza pluvial se restringe a la vertiente de Golfo con un 79.3%, el 20.7% restante se reparte por la vertiente del Pacífico. En cuanto a la zona norte del país la riqueza pluvial es casi nula, en esta zona se tiene una precipitación anual de menos de 50 mm (García y De la Lanza, 2002).

En el país los ambientes subterráneos están bien representados por cuevas o formaciones subterráneas que tienen origen volcánico y/o cárstico. Estas últimas son las más importantes en cuanto a número y tamaño. Reddell en 1981 contabilizó 1 024 cuevas en todo el país, que en su mayoría se encuentran en la porción centro-sureste del país (Espinosa, 1994). Por su número y distribución estos ambientes presentan una gran diversidad de organismos, terrestres así como acuáticos.

Veracruz es uno de los estados más ricos en cuanto a recursos naturales, posee una compleja extensión territorial, la cual Geisserten en 2011 describió, explica que el estado se encuentra conformado por seis provincias geomorfológicas (Planicie Costera del Golfo de México, Sierra Madre Oriental, Mesetas Central, Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre del Sur y Montañas de Chiapas) y nueve subprovincias (Sierra Alta, Sierras Orientales de Oaxaca, Sierras y el Altiplano Plegado del Norte de Chiapas, Montañas Bosque Cristalinas del Soconusco, Planicies y Sierras Volcánicas, Margen Oriental de Piedemonte, Planicies y Lomeríos del Norte, Planicie costera de Veracruz y Planicie costera de Tabasco-Campeche), que en conjunto son una compleja conformación orográfica y edafológica.



**Figura 1.** Mapa de la distribución del agua dulce superficial de México (Tomado y modificado de C.T.M.M.A. A.C., 2003).

En cuanto a la cantidad de agua dulce disponible, Veracruz se encuentra bien abastecido se estima que por su territorio escurren anualmente unos 121 000 hm<sup>3</sup> (millones de m<sup>3</sup>), casi el 30% del escurrimiento nacional, esto se debe a que en el estado se producen lluvias abundantes todo el año y la presencia de una vasta red hidrográfica formada por cientos de ríos tributarios, nacimientos de agua y lagos, los cuales en su mayoría son perennes (Lara-Domínguez, 2011; CONABIO, 2008).

Por las características antes mencionadas, Veracruz posee diversos ecosistemas terrestres y acuáticos que albergan una rica diversidad de flora y fauna, considerada una de las más importantes del país. En la mayor parte de los ecosistemas terrestres se presentan especies endémicas y/o amenazadas (Castillo-Campos, 2011).

### **Crustáceos dulceacuícolas**

Actualmente México posee una gran diversidad de crustáceos decápodos, la cual se ve reflejada en un total de 1 755 especies, agrupadas en 537 géneros y 115 familias, que representa el 11.9% del total mundial. De este total, 1 597 son marinas y 178 son dulceacuícolas (Álvarez *et al.*, 2014). Los decápodos dulceacuícolas están organizados y agrupados en siete familias: Alpheidae, Palaemonidae, Atyidae, Cambaridae, Pseudothelphusidae, Trichodactylidae y Glyptograpsidae, de ahí que varios autores consideren que los crustáceos decápodos dulceacuícolas mexicanos conforman un grupo que resalta por su heterogeneidad de formas. La

evolución histórica de la orografía del país y la capacidad de respuesta que tienen estos organismos ante los cambios ambientales, han influenciado a la diversificación de los mismos (Villalobos-Figueroa, 1982; Villalobos-Hiriart *et al.*, 1993).

El grado de endemismo de las especies dulceacuícolas de México es muy alto, debido a la presencia de varios puntos de diversificación a lo largo del país, como lo es el istmo de Tehuantepec. En contraste, el grado de endemismo que tienen las especies marinas es muy bajo debido a las afinidades tropicales y templadas que éstas tienen, aunado a este factor, los decápodos marinos tienen una mayor facilidad de dispersión (Alvarez *et al.*, 2014).

La diversidad de crustáceos decápodos que presenta el estado de Veracruz es una de las más ricas y abundantes del país, con una gran importancia económica. Alvarez *et al.* en 2011 reportaron para el estado 374 especies de decápodos, de las cuales 291 son marinas, 32 estuarinas, 39 dulceacuícolas y 12 semiterrestres. La mayoría de las especies dulceacuícolas se reportan para la zona centro del estado, la región de Los Tuxtlas y los cuerpos de agua dulce aledaños a las zonas costeras, en gran parte debido a la relativa fácil accesibilidad de las mismas y a la importancia ecológica que tienen. La región de alta montaña en la zona centro del estado ha sido poco estudiada debido a su orografía accidentada que complica el acceso a la región. Esta región se extiende abarcando un gran número de municipios que han sido muy poco estudiados y como consecuencia se desconoce la riqueza biológica que albergan, uno de éstos es el municipio de Zongolica.

## **Morfología general**

Alvarez *et al.* (2014) mencionan que las características que definen a un decápodo son: los tres primeros pares de apéndices torácicos modificados en maxilípedos para realizar actividades alimenticias y crear corrientes que oxigenen el agua de las cámaras branquiales, los siguientes cinco pares de apéndices torácicos se tienen funciones ambulatorias y de locomoción, de ahí el nombre del taxón, los tres primeros pares de estos pueden estar quelados o no (McLaughlin, 1980). Este grupo además presenta un cefalotórax o caparazón, que es una extensión de la cubierta cefálica. Se forma en la somita de la segunda maxila durante el estadio de protozoa y de ahí se extiende posteriormente durante el desarrollo larvario, para cubrir los otros cinco toracómeros, es aquí donde se resguardan todos los órganos o estructuras vitales, una de las estructuras más importantes es la cavidad branquial, en donde se alojan las branquias encargadas de la respiración (Kaestner, 1967).

En cuanto a las branquias que poseen los decápodos, los hay de tres tipos básicos: la dendrobranquia en la que a partir de un tronco central se desarrollan varias ramas principales con ramificaciones secundarias, que producen un arreglo radial filamentoso; la tricobranquia que a partir del tronco central se desarrollan ramas de filamentos sin ramificaciones secundarias y la filobranquia que a partir del tronco central se desarrollan ramas laminares que se acomodan como las hojas de un libro. Dependiendo de la posición de los ramilletes de branquias en la porción lateral del cuerpo, reciben otra clasificación, por ejemplo si el ramillete está sujeto a la pared del cuerpo se le conoce como pleurobranquia, si está sujeto a la articulación entre la coxa y el cuerpo

se le denomina artrobranquia y si está sujeta a la coxa se le conoce como podobranquia; el arreglo de estos ramilletes de branquias en el organismo o fórmula branquial, es importante en la delimitación de grupos taxonómicos.

Comúnmente sólo se reconocen dos formas generales para los decápodos, de camarón y de cangrejo, las cuales se definen por la condición de desarrollo del abdomen. En la forma de camarón el cuerpo es comprimido, del primer al tercer par de pereiópodos, dependiendo del grupo, pueden estar quelados uno, dos e inclusive los tres primeros pares. El abdomen está bien desarrollado conformado por seis somitas, presenta cinco pares de pleópodos modificados para la natación, el sexto (urópodos) junto con el telson, forman un abanico caudal que tiene gran importancia en los movimientos rápidos de escape que usa el organismo ante situaciones de amenaza. El resto de los pleópodos juegan un papel importante dentro de la reproducción, en los machos los dos primeros pares (gonópodos), o como estructuras para cuidado parental en las hembras

En cuanto a la forma de cangrejo, el cuerpo es claramente deprimido y generalmente alargado hacia los costados. El primer par de pereiópodos es quelado, los restantes son ambulatorios. El abdomen está reducido y en posición ventral, es decir flexionado debajo del cefalotórax, los urópodos están reducidos o son ausentes y los pleópodos son aplanados, filamentosos y están bordeados con cerdas, las hembras presentan cinco pares y tienen la función de retener la masa ovígera durante la reproducción y en los machos sólo se presentan dos pares (gonópodos) y están modificados exclusivamente para la reproducción.

### **Adaptaciones generales de los decápodos al agua dulce**

Los crustáceos invadieron exitosamente diversos ambientes acuáticos, desde tropicales hasta polares, debido a su vagilidad y plasticidad adaptativa. Aunque la invasión al agua dulce representó un reto mayor, ya que presentaron cambios fisiológicos y morfológicos para poder invadir el medio, de estas adaptaciones destaca la reducción de etapas en el ciclo larvario y la aparición de huevos más resistentes con mayor contenido de vitelo, la concentración iónica en la hemolinfa de los cangrejos dulceacuícolas es mayor a la de los fluidos ambientales y la superficie corporal es resistente a la pérdida pasiva de sodio, entre otras (Vernberg y Vernberg, 1983).

En el caso particular de los decápodos dulceacuícolas presentan adaptaciones de acuerdo al tipo de hábitat que ocupan. La forma general del cuerpo y los apéndices son los afectados principalmente, el cuerpo en los decápodos dulceacuícolas existen sólo dos formas generales, la forma de cangrejo y la forma de camarón o langosta. La forma compacta de cangrejo confiere la ventaja de poderse ocultar perfectamente bajo cualquier roca o hendidura en el cuerpo de agua que habiten, además la forma aplanada aunada a las coloraciones que algunas especies presentan les confiere un mimetismo perfecto para habitar ríos y estanques empedrados como en las familias Pseudothelphusidae y Trichodactylidae (Alvarez y Villalobos, 1997; Villalobos-Hiriart, 2005). Por su parte, la forma de camarón o langosta confiere la capacidad de huir de

depredadores a grandes velocidades y de moverse libremente por el cauce de los ríos como en la familia Palaemonidae (Camacho *et al.*, 1997).

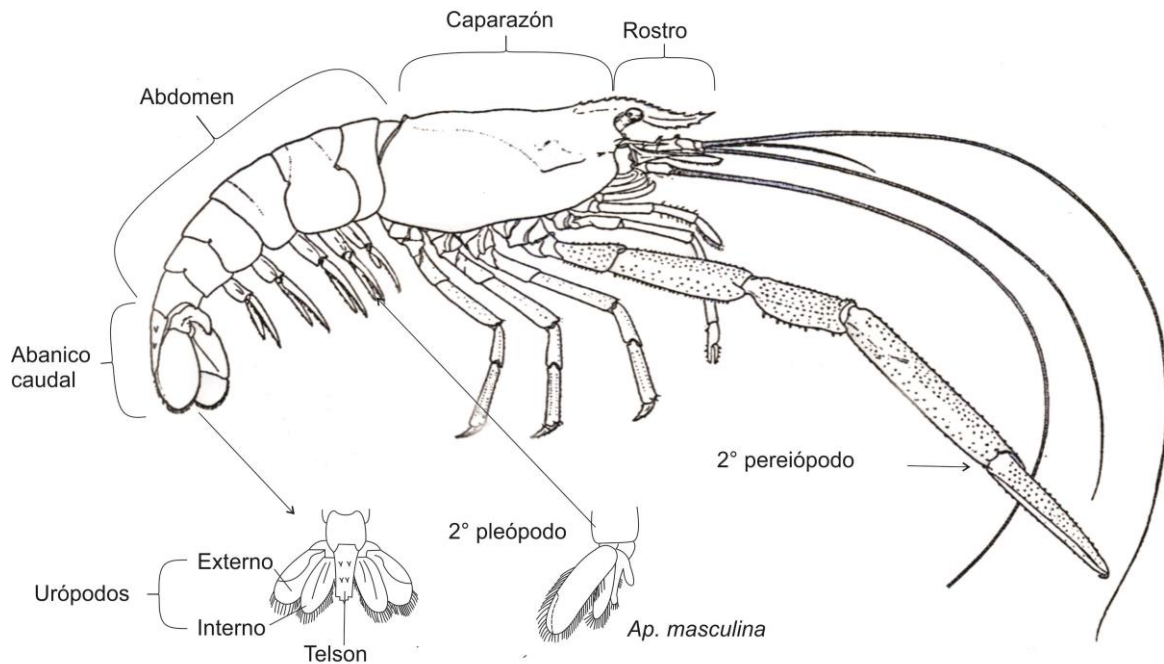
Los apéndices ambulatorios son el mejor ejemplo en cuanto a modificaciones por presión del ambiente, las especies que viven en aguas con poca exposición a la luz tienden a presentar apéndices alargados, esbeltos y poblados de cerdas (Mejía-Ortiz *et al.*, 2008); los apéndices también están modificados dependiendo de la especialización alimenticia que presenten, la mayoría son de hábitos predatorios por lo que presentan quelas fuertes. En el caso de los átyidos del género *Atya* presentan quelas ornamentadas con mechones de cerdas en los dos primeros pares de pereiópodos para filtrar la materia orgánica en suspensión (Hobbs y Hart, 1982; Villalobos y Álvarez, 1997).

### **Familia Palaemonidae Rafinesque, 1815**

La familia se encuentra dentro del infraorden Caridea Dana, 1852, en la superfamilia Palaemonoidea Rafinesque, 1815; son organismos alargados y de cuerpo comprimido (Fig. 2); su caparazón no presenta una sutura longitudinal completa; el rostro está comprimido y dentado en los márgenes superior e inferior. La anténula presenta dos flagelos completamente separados; la mandíbula presenta proceso incisivo, primera maxila con uno o dos enditos, a veces ninguno. El primer par de maxilípedos con un exopodito esbelto y alargado, en forma de látigo; el segundo par de maxilípedos presenta cerdas marginales en el segmento distal; el antepenúltimo segmento del tercer par de maxilípedos no está articulado. El primer y segundo par de pereiópodos están quelados, el segundo par es mucho más grande que el primero, con el dactilo suavemente aserrado en el margen exterior. En los machos, el apéndice masculino se ubica en la porción interna del segundo par de pleópodos, entre el endopodito y el apéndice interno. El telson usualmente presenta dos o tres pares de espinas en el margen posterior.

Dentro de los Palaemonidae de agua dulce y de manera popular, las especies de talla reducida se conocen simplemente como camarones de río, mientras que a los que alcanzan tallas más grandes y son consumidos por el hombre se les llama langostinos. En México los langostinos se distribuyen en todos los estados costeros, aunque también están presentes en los estados centro-norte en donde son estrictamente especies dulceacuícolas (Rosas-Hernández, 2012). Para el estado de Veracruz, Álvarez *et al.* (2011) reportaron 6 especies dulceacuícolas. Algunas especies necesitan del agua salobre para completar su ciclo larvario, aunque existen especies que son completamente dulceacuícolas que son independientes de ésta para terminar su ciclo biológico.

Generalmente son omnívoros aunque dependiendo de la especie y el estadio de desarrollo en el que se encuentren la dieta varía (Camacho *et al.*, 1997). Un gran número de especies tienen importancia económica por el tamaño que llegan a alcanzar. En general, la mayoría son capturados y consumidos localmente, de ahí que alcancen grandes costos, por esta razón se han tratado de cultivar para su comercialización.



**Figura 2.** Morfología general de los langostinos de la familia Palaemonidae (Tomado y modificado de Acuña, Inédita).

### **Familia Cambaridae Hobbs, 1942**

La familia Cambaridae pertenece al infraorden Astacidea Latreille, 1802 y a la superfamilia Astacoidea Latreille, 1802. Rojas-Paredes (1998) define como características generales de la familia: cuerpo cilíndrico, comprimido en el cefalotórax y el abdomen está deprimido (Fig. 3). La porción anterior del cuerpo corresponde al cefalotórax el cual se divide a su vez en las porciones cefálica y torácica, separadas por el surco cervical, y la parte posterior corresponde al abdomen. En cuanto a la región cefálica, está constituida por cinco somitas y cada uno presenta un par de apéndices, éstos en conjunto son los apéndices cefálicos: anténula, antena, mandíbula, maxila y maxílula. El tórax está formado por ocho somitas y cada uno tiene un par de apéndices que son llamados pereopodos, los tres primeros pares están modificados para la manipulación del alimento y se les da el nombre de maxilípedos, los cinco restantes son los apéndices ambulatorios los cuales están modificados para la movilidad, defensa y manipulación de presas o alimento. De éstos, el primer par es el más desarrollado y presenta una pinza o quela poderosa; los pereopodos restantes son mucho más esbeltos, los dos últimos pares no están quelados. La presencia de ganchos en el isquiopodito de los pereopodos es de importancia para la determinación de géneros y subgéneros. Por último, en las hembras el dimorfismo sexual se ve expresado por la presencia de un receptáculo seminal o *annulus ventralis* situado ventralmente entre las coxas del cuarto y quinto par de pereopodos y está constituido por tres estructuras, la placa preanular, el lóbulo medio y el esclerito postanular; los cuales son de importancia taxonómica (Fig. 4).

El abdomen consta de seis somitas, cada una con un par de apéndices, conocidos como pleópodos. En los dos primeros pares de pleópodos se manifiesta el dimorfismo sexual, en los

machos estos apéndices están modificados como gonópodos para la transferencia del espermatóforo a la hembra (Fig. 5). La forma, disposición y ornamentación de los elementos terminales de dichos apéndices son importantes en la determinación de géneros, subgéneros y especies. El tercer, cuarto y quinto par de pleópodos tienen una función natatoria y juegan un papel importante en la incubación de los huevecillos. El sexto par de pleópodos o urópodos forman el abanico caudal junto con el telson, el cual tiene una función natatoria.

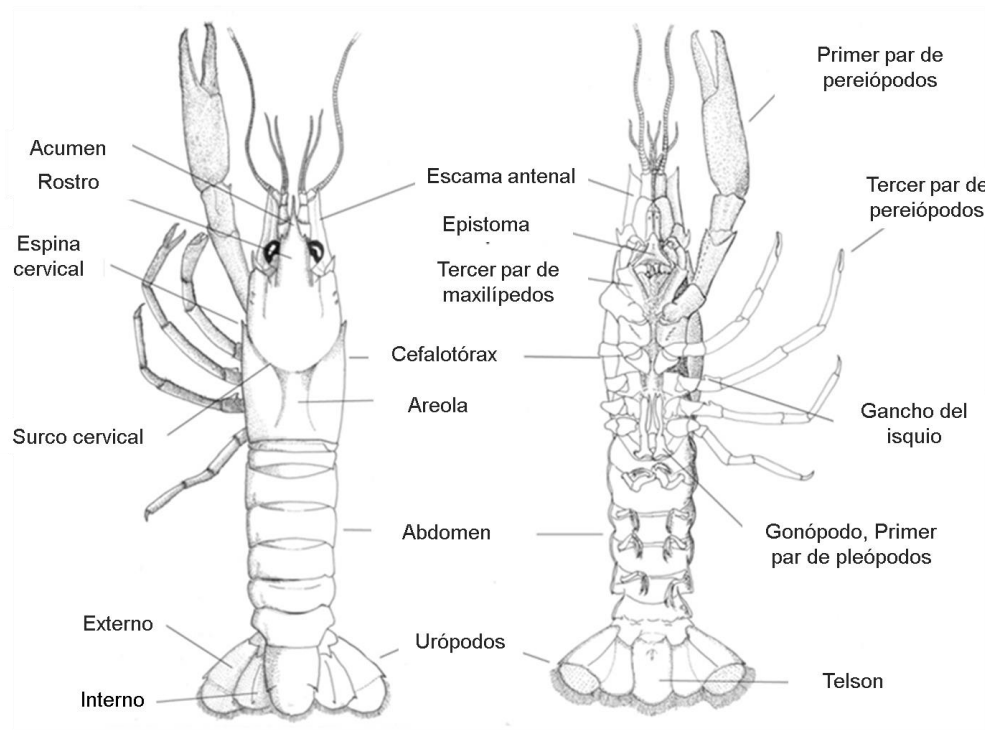
En cuanto a su distribución, Armendáriz (2011) reporta dos patrones generales de distribución para los cambáridos, uno está restringido a la vertiente del Golfo de México hasta Yucatán y el segundo se desarrolló a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana a través del altiplano. México posee el 13% de la diversidad de cambáridos del mundo con un alto índice de endemismo (Armendáriz, 2011). Alvarez *et al.* (2011) registraron para el estado de Veracruz 18 especies.

Los cambáridos son crustáceos bentónicos, de ecosistemas de agua dulce, nocturnos, capaces de soportar condiciones ambientales desfavorables (deseccación, un poco a la salinidad, temperatura, etc.), pero no tanto a la contaminación provocada por el hombre. A lo largo de su existencia en los cuerpos de agua continental, tal resistencia les conferió la facilidad de colonizar diversos tipos de hábitats, desde epigeos hasta hipogeos, cubriendo un gradiente altitudinal desde el nivel del mar hasta cuerpos de agua que están por encima de los 3,000 m. Se puede considerar que estos organismos son politróficos, oportunistas que prefieren la carroña y restos orgánicos. Contribuyen en el procesamiento de la materia orgánica en sistemas acuáticos. Son de desarrollo abreviado (Rojas-Paredes, 1998).

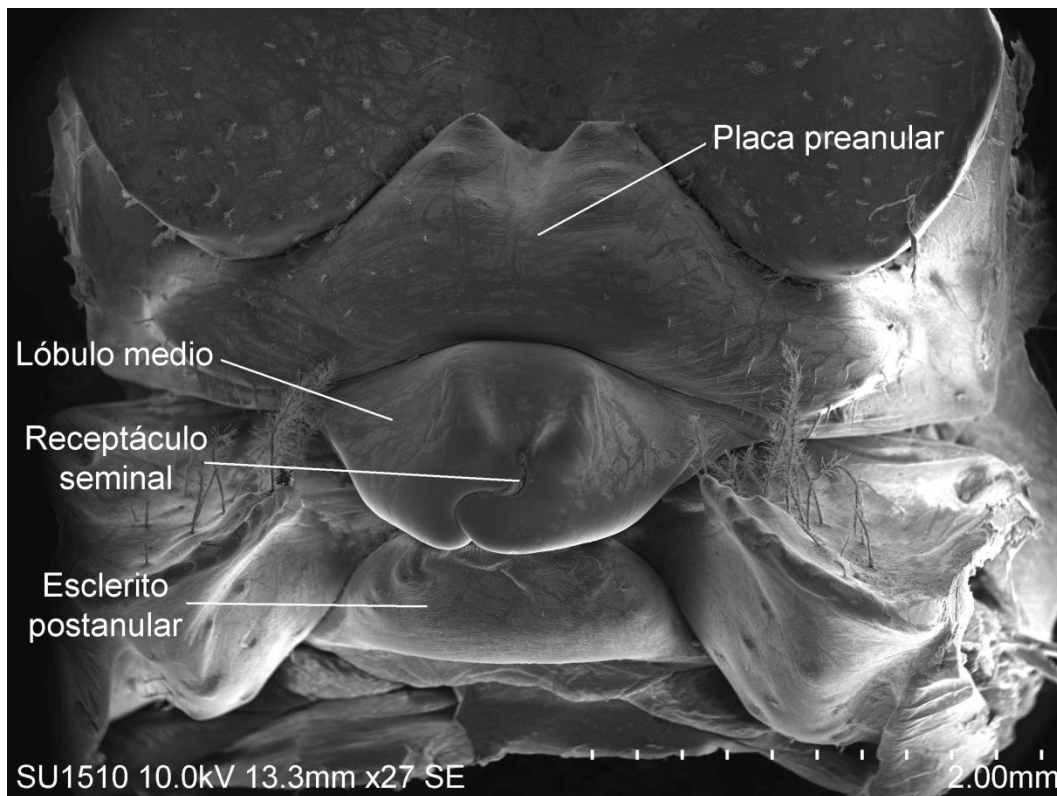
### **Familia Pseudothelphusidae Ortman, 1983**

La familia está ubicada dentro del infraorden Brachyura y pertenece a la superfamilia Pseudothelphusoidea Ortman, 1893. Son cangrejos estrictamente dulceacuícolas, que presentan el caparazón más ancho que largo, transversalmente oval (Fig. 6). La frente del caparazón está delimitada por un borde inferior, pudiendo haber también un borde superior bien definido. Los lóbulos postfrontales, también llamados epigástricos, son discernibles y a menudo están separados por un surco medio. El margen anterolateral del caparazón está con frecuencia armado con gránulos, denticulos, espinas o tubérculos. El surco cervical es evidente en la mayoría de los casos. Las regiones del caparazón aparecen ligeramente marcadas; la gástrica flanqueada postero-lateralmente por hendiduras o cicatrices discernibles; las regiones branquiales se aprecian bien desarrolladas.

Las anténulas están alojadas en fosas transversales, ubicadas debajo de la frente. El flagelo antenular es corto, está constituido por un segmento distal ovoidal y ornamentado por una franja de espínulas que se extiende a lo largo del margen interno, así como por un segmento externo, algunas veces presente, que se ha reducido a una protección pequeña y esbelta, articulada en la base del segmento distal.

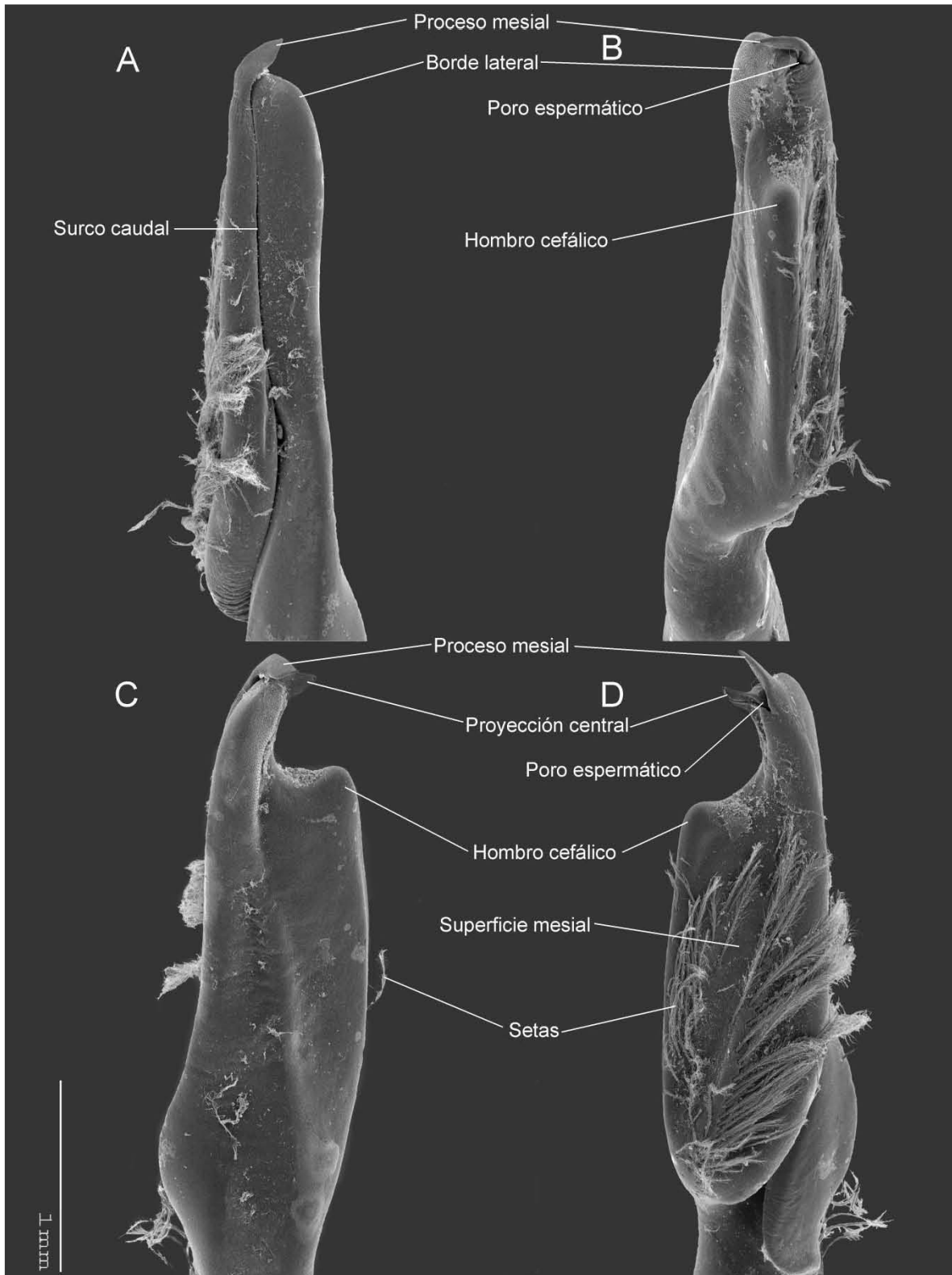


**Figura 3.** Morfología general de la familia Cambaridae (Tomado y modificado de Mendoza, comunicación personal).

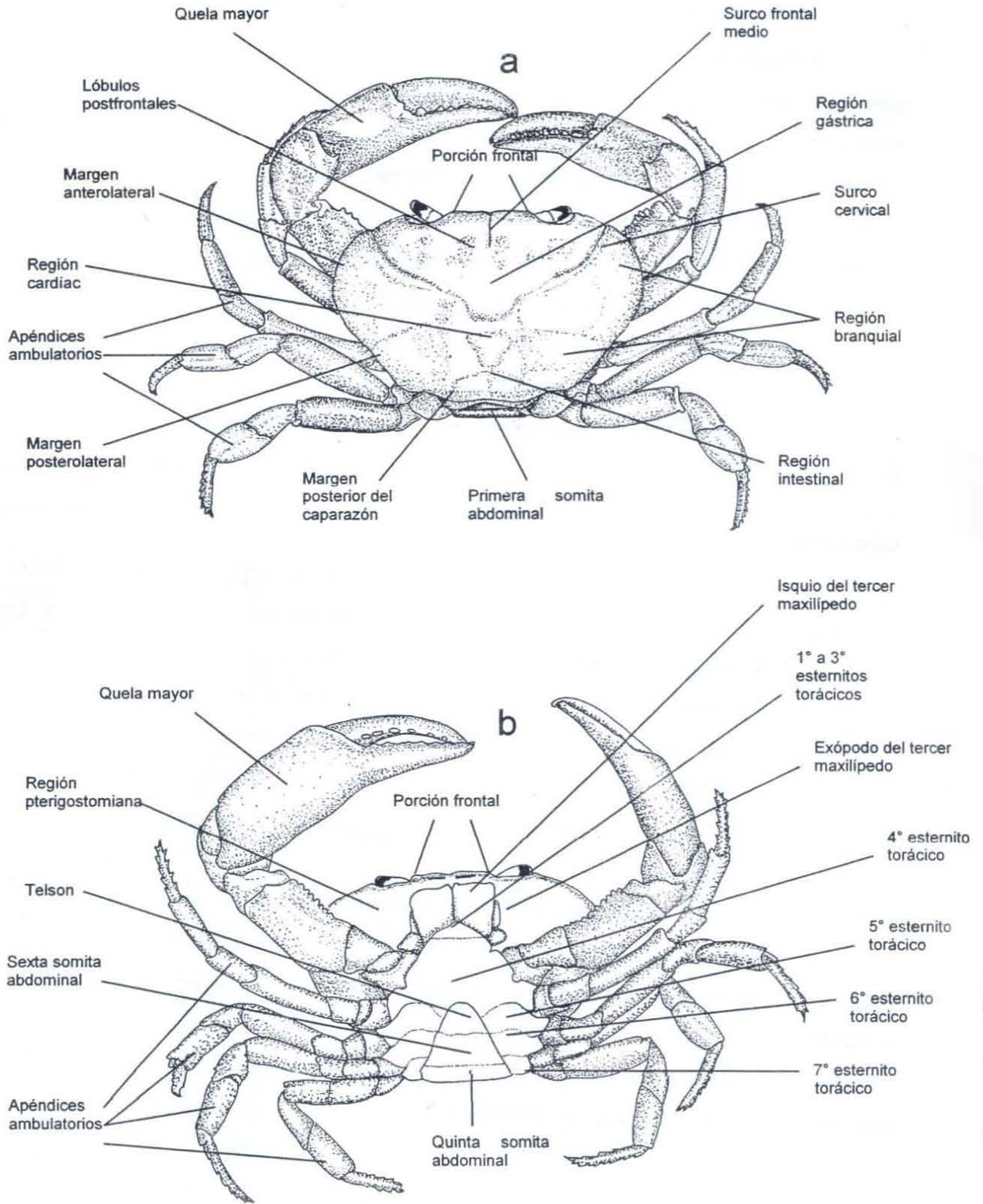


**Figura 4.** Morfología general del *annulus ventralis* de la hembra de *Procamburus* (*Austrocambarus*) *rodriguezi*, micrografía de MEB.

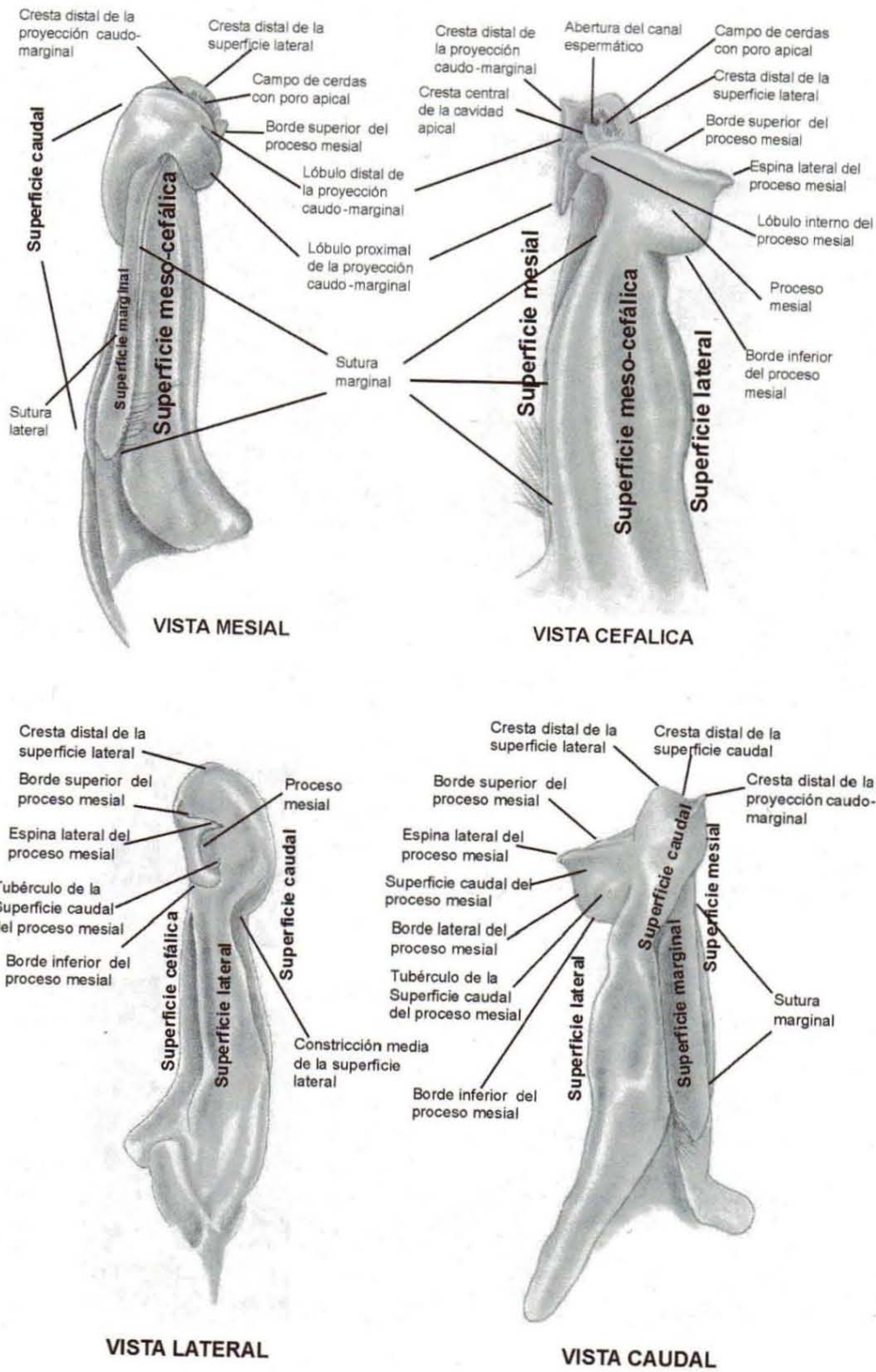




**Figura 5.** Morfología general del pleópodo I o gonópodo del macho forma I de un cambárido: A, vista caudal; B, vista cefálica; C, vista lateral; D, vista mesial.



**Figura 6.** Morfología general de los cangrejos de la familia Pseudothelphusidae. a, vista dorsal; b, vista ventral (Tomado de Villalobos-Hiriart, 2005).



**Figura 7.** Morfología general del gonópodo del macho de la familia Pseudothelphusidae (Tomado de Villalobos y Álvarez, 2008).

El tercer maxilípodo tiene el endópodo aplanado y cierra completamente la cavidad bucal, el isquio es trapezoidal, el mero es tan ancho como el isquio y con el margen anterior redondeado o recto, el palpo se articula en el ángulo interno del mero y presenta tres artejos de los cuales el distal es más largo, esbelto y se encuentra ornamentado con un fleco de cerdas que se extiende por el margen mesial y llega hasta la punta. El exópodo, por lo general en la mayoría de los géneros de la familia, es esbelto, no termina distalmente en un flagelo segmentado y es más corto que el borde externo del isquio del endópodo.

La cámara branquial está recubierta por un epitelio perforado y altamente vascularizado, también llamado “pseudopulmón”, que permite hasta cierto punto la respiración aérea. Las aberturas de los canales branquiales eferentes están expuestas, formadas por un reborde del epistoma y por el margen anterior del mero del tercer maxilípodo. Los orificios genitales masculinos se localizan en la coxa del quinto par de patas, de donde emerge el pene, el cual es un tubo de tejido flexible que introduce su porción final en uno de los orificios proximales del primer par de pleópodos o primeros gonópodos.

Los primeros gonópodos del macho (Fig. 7) están constituidos por dos artejos basales, coxa y basis, y un segmento terminal o endópodo, unidos por articulaciones móviles. El segmento terminal se encuentra constituido por la fusión de los artejos y terminales del endópodo, es robusto, quitinizado y de aspecto cilíndrico o semicilíndrico; apicalmente se encuentra ornamentado con espinas, proyecciones y procesos laminares, cuya forma, tamaño y disposición varía a través de las diferentes subfamilias, tribus y géneros que integran a la familia, dichos elementos son de importancia taxonómica para el reconocimiento de las especies. Estos organismos carecen de la división del endópodo en dos segmentos, subterminal y terminal. Los orificios genitales femeninos se encuentran localizados en la sexta placa esternal en su porción central (Villalobos-Hiriart, 2005).

En México, los cangrejos pseudotelfúsidos se distribuyen siguiendo un patrón neotropical, ocupando principalmente el noroeste, centro y sur del país (Rosas-Hernández, 2012). Para Veracruz están reportadas 10 especies (Álvarez *et al.*, 2011). Se puede considerar que son de hábitos semiterrestres ya que poseen la capacidad de invadir ambientes terrestres húmedos a decenas de metros de distancia de algún cuerpo de agua, mientras que en cuerpos de agua se encuentran típicamente en orillas húmedas o debajo de rocas. Tienen de desarrollo directo.

## JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la biodiversidad mexicana es incompleto, ya que en algunos grupos biológicos y áreas geográficas es incipiente o son totalmente desconocidos. En el caso de la carcinofauna mexicana, a pesar de los avances en los estudios sobre especies dulceacuícolas, sigue existiendo un mayor número de estudios sobre las especies marinas.

En el país, Veracruz es uno de los estados mejor estudiados en cuanto a su biodiversidad, desafortunadamente incompleto aún, ya que no se tiene información de la totalidad de sus

regiones geográficas, las cuales, aún pueden contener algunas especies nuevas o datos de distribución que ayudarán a comprender mejor la riqueza biótica veracruzana en un futuro. Las regiones montañosas del estado han sido poco estudiadas debido a la complejidad orográfica que presentan. El municipio de Zongolica forma parte de estas zonas montañosas cuya fauna dulceacuícola particularmente, está pobremente documentada. Además de formar parte de un complejo sistema de montañas, este municipio se encuentra bien alimentado en cuanto a agua dulce y ocupa un área importante en la zona de transición mexicana. En zonas adyacentes, se encuentran diversas localidades tipo de varios decápodos dulceacuícolas, lo que hace al municipio una zona importante para el estudio de este grupo de crustáceos, por lo que, en este trabajo se han establecido los siguientes objetivos:

## OBJETIVOS

### General

- Determinar las especies de crustáceos dulceacuícolas que están presentes en el municipio de Zongolica, así como su distribución y compararlas con otras regiones del estado de Veracruz.

### Particulares

- Caracterizar taxonómicamente las especies de crustáceos decápodos encontradas, mediante una diagnosis morfológica, así como fotografías e ilustraciones, de características de importancia para su reconocimiento.
- Determinar su distribución dentro del municipio de Zongolica.
- Comparar la distribución de estas especies con otros grupos de decápodos dulceacuícolas encontrados en la región centro del estado de Veracruz.

## ANTECEDENTES

En el estado de Veracruz se han realizado diversos trabajos sobre los crustáceos decápodos dulceacuícolas que alberga, la gran mayoría son descripciones taxonómicas y datan desde las primeras exploraciones que se realizaron en el país (cerca de 1800). El objetivo de este apartado no es listar todas ellas, sino comentar estudios recientes entre los que se cuentan varios listados y trabajos taxonómicos muy completos en donde se resume toda esta historia.

Villalobos-Figueroa (1955) analizó los caracteres taxonómicos de los cambáridos mexicanos, además presentó varias descripciones y redescriptiones de especies del estado.

Álvarez (1989) describió a *Smalleyus tricristatus* de un nuevo género monotípico y a *Pseudothelphusa parabelliana* una nueva especie para la región de Los Tuxtlas.

En 1997 se publicó el libro "Historia Natural de Los Tuxtlas" en donde se habla la biodiversidad de la región. En este libro se escribieron cuatro capítulos dedicados a los decápodos dulceacuícolas de la región: Atyidae (Villalobos y Álvarez, 1997), Cambaridae (Rojas *et al.*, 1997), Palaemonidae (Camacho *et al.*, 1997) y Pseudothelphusidae y Trichodactylidae (Álvarez y Villalobos, 1997).

Rojas-Paredes (1998) realizó una revisión de ocho especies del género *Procambarus* (*Austrocambarus*) de la zona centro de Veracruz, donde estableció los límites morfológicos entre las especies del complejo *mexicanus* e inclusive redescubre algunas de las especies conocidas y describe a algunas de formas potencialmente nuevas. Así mismo, evaluó la importancia de usar el *annulus ventralis* como carácter taxonómico para determinar a nivel de especie.

Álvarez *et al.* (1999) publicaron la "Lista y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz", en donde se enlistan todos los crustáceos decápodos registrados hasta ese momento en el estado, agrupándolos por el tipo de ambiente que habitan. Del total de 335 especies, 37 especies son dulceacuícolas, pertenecientes a 6 familias, Atyidae con 3 especies, Palaemonidae con 5, Cambaridae con 15, Grapsidae con 2, Pseudothelphusidae con 11 y Trichodactylidae con 1.

Villalobos y Álvarez (1999) describieron la primera especie epígea de desarrollo abreviado del género *Macrobrachium* de Norte América, *M. tuxtlaense*, en la región de Los Tuxtlas.

En 2011 se publicó el libro "Biodiversidad de Veracruz", en donde se hace una recopilación de trabajos que incluyen desde aspectos físicos hasta biológicos, para el estado. En el se tratan la biología, así como la importancia ecológica y económica de los crustáceos decápodos del estado y se actualiza el listado de especies del estado. Se menciona que de las 374 especies registradas, 39 son dulceacuícolas de las cuales 3 son de la familia Atyidae, 6 de Palaemonidae, 17 de Cambaridae, 2 de Trichodactylidae, 10 de Pseudothelphusidae y 1 de Glyptograpsidae (Álvarez *et al.*, 2011).

En particular, para el municipio de Zongolica existe un solo trabajo de cangrejos cavernícolas, realizado por Rodríguez y Hobbs (1989), en el cual describen dos especies nuevas para la familia Pseudothelphusidae, *Potamocarcini leptomelus* (= *Villalobosus leptomelus* (Rodríguez y Hobbs, 1989)) y *Pseudothelphusa sp.*, que no fue determinado a especie por el mal estado del material colectado.

## ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Zongolica se encuentra localizado en la zona centro-sureste de Veracruz, (18°47' - 18°31' N, 96°50' - 97°02' W) (Fig. 8). Colinda con los municipios de Córdoba y Coetzala al norte, Tezonapan y Omealca al este, al oeste con Tequila, Texhuacán y Mixtla de Altamirano, y al sur con el municipio de Tehuipango y el estado de Puebla. Tiene una superficie total de 282.4 km<sup>2</sup> (el 0.39 % de la superficie total del estado) y se encuentra a una altitud de entre 500 y 1,800 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2004). Contreras (Com. Pers.) explica que la palabra "Zongolica" proviene del náhuatl "Tzoncolihucan" que significa "lugar de cabellos enredados", tal vez debido a la accidentada orografía de la región, en la cual se encuentran 14 poblados.

Está ubicado en un sistema montañoso, el cual está formado por ocho elevaciones principales; Zapatecatl, Tzoncoltze, Acotencatl, Tepetlampa, Apistepec, Tecorral, Palenque y Huaxtecatl (Fig. 9). Estas montañas dotan al municipio de una amplia variación altitudinal y de un territorio totalmente accidentado, formado de innumerables escurrimientos, cuencas y valles. La formación montañosa se debe a la convergencia de tres subprovincias geomorfológicas: Sierras Orientales de Oaxaca, Margen Oriental de Piedemonte y Planicie Costera de Veracruz; el 60% del suelo que compone al municipio es de tipo calizo o cárstico (INEGI, 2004).

Se encuentra en la región hidrográfica Papaloapan, en la cuenca del río Papaloapan, así como en las subcuencas de los ríos Blanco y Petlapa y en la de la presa Miguel Alemán. La posición del municipio dentro de este sistema de cuencas hace que tenga un fácil y abundante aporte de agua dulce. Por la región fluyen siete ríos principales: Popocatl, Altotonga, Moyoatempa, Tonto, Moyaltepec, Xaczinapa y Papalotempa (Fig. 9). Debido a que posee un suelo de tipo cárstico, el municipio cuenta con una complicada red de ríos subterráneos, los cuales alimentan a los ríos antes mencionados o generan nacientes de agua que están dispersas por todo el municipio.

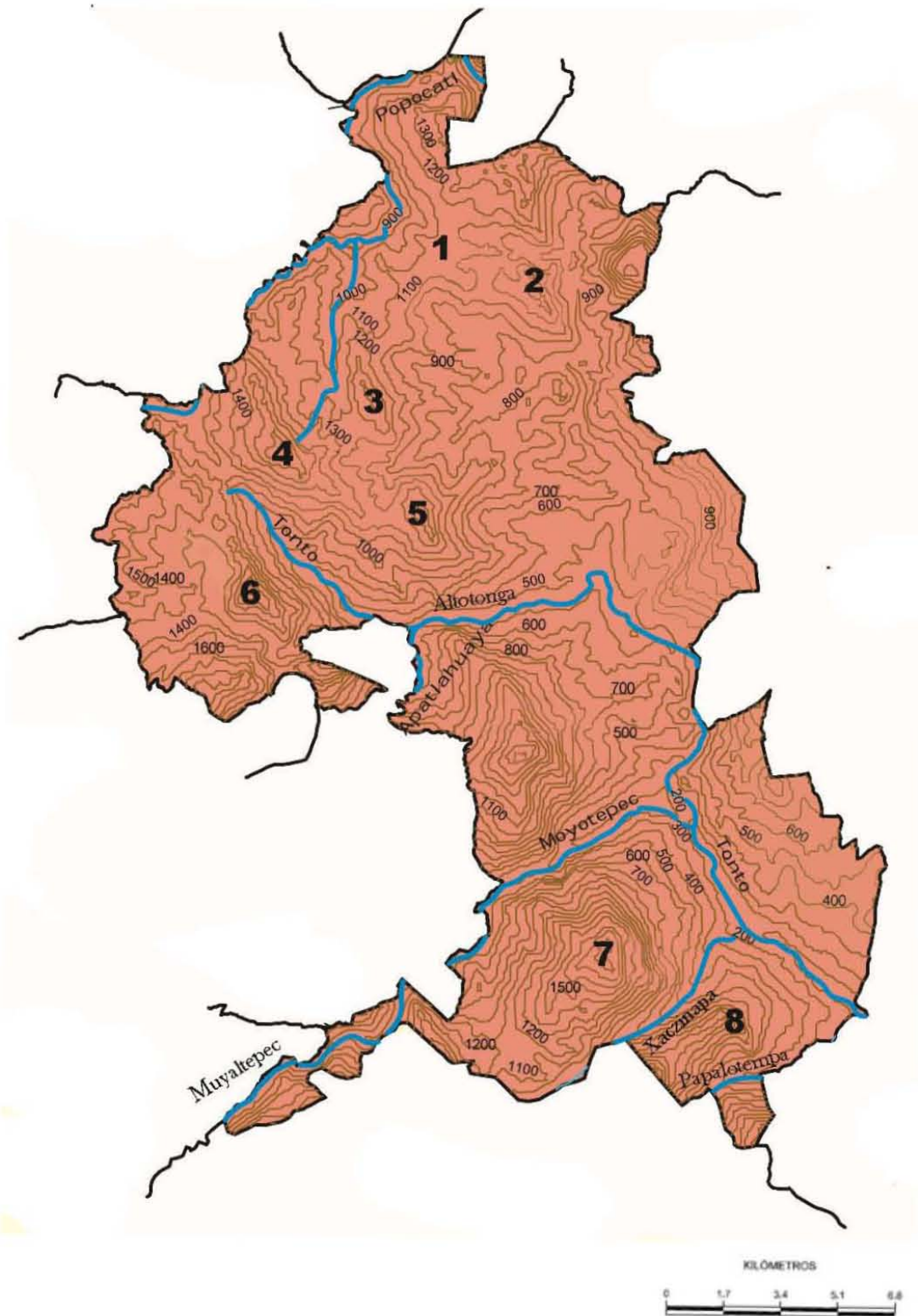
Presenta dos climas principales al igual que sus subtipos, el cálido (A) está presente en la mayor parte del municipio y el templado (C). Dentro de los climas cálidos están el cálido húmedo con lluvias todo el año (Af), el cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am), el semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (ACm) y el semicálido húmedo con lluvias todo el año (ACf) que es el predominante. Por otro lado, el clima templado está representado por el subtipo templado húmedo con abundantes lluvias en verano (Cm) (INEGI, 2004).

En cuanto a la vegetación predomina la de tipo tropical y subtropical que es la selva alta perennifolia y el bosque tropical mixto, en las zonas de clima templado está presente el bosque mesófilo de montaña e inclusive el bosque de pino. A pesar de tener tal riqueza de vegetación, ésta se ha ido perdiendo por el uso de suelo para ganadería y agricultura (INEGI, 2004).



**Figura 8.** Localización del municipio de Zongolica, Veracruz (tomado y modificado de INEGI, 2004).





**Figura 9.** Hidrografía y orografía del municipio de Zongolica, Veracruz: 1, Palenque; 2, Tecorral; 3, Apistepec; 4, Tzoncoltze; 5, Tepetlampa; 6, Acontecatl; 7, Zapaltecatl; 8, Huaxtecatl. Escaña 1:250,000 (tomado y modificado de INEGI, 2004).

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Los ejemplares de este estudio provienen de los muestreos realizados a lo largo de las diferentes cuencas y cuerpos de agua presentes en el municipio de Zongolica, Veracruz. Se realizaron 6 muestreos que iniciaron en enero de 2011 y terminaron en diciembre de 2012, las visitas al municipio se realizaron en temporada de secas para facilitar el acceso a los cuerpos de agua (Fig.10).

Las colectas se realizaron con redes de cuchara de diferentes tamaños y apertura de malla, dependiendo de la accesibilidad de cada localidad, también se analizó material donado por la gente del municipio. Todos los ejemplares obtenidos se encuentran depositados en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología (IB) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), preservados en frascos de vidrio en alcohol al 70% y en el caso de los cambáridos en alcohol al 96%, para estudios posteriores. A cada frasco se le dio un número de catálogo y se rotuló con el nombre de la especie, localidad de colecta, así como coordenadas, fecha de colecta y colector(es). Para su identificación, se usaron las diferentes claves y trabajos taxonómicos depositados en la hemeroteca de la CNCR.

### **Microscopio electrónico de barrido**

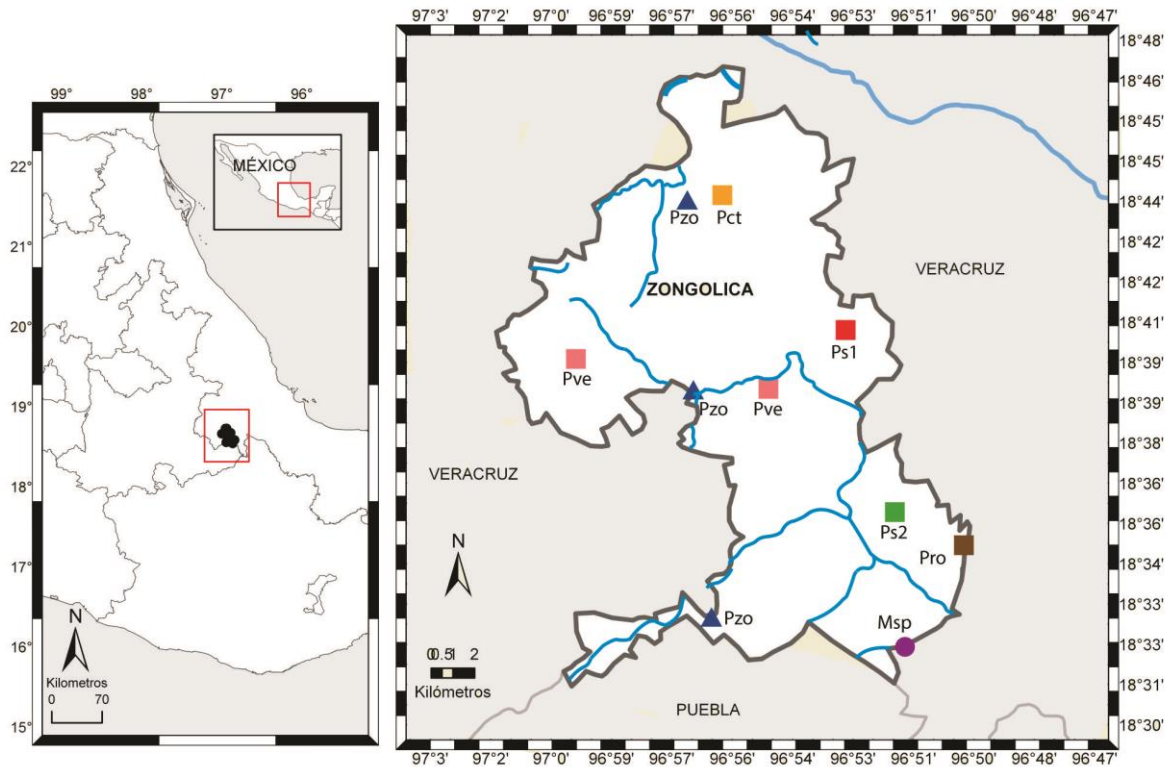
En la mayoría de los decápodos dulceacuícolas, la determinación taxonómica a nivel especie se realiza mediante la observación de los gonópodos, ya que estos apéndices varían morfológicamente entre especies. Muchas veces en el microscopio estereoscópico no se observan bien los detalles de las estructuras, por lo que se recurre a la utilización del microscopio electrónico de barrido (MEB), para hacer observaciones precisas en rasgos somáticos o reproductivos, que son importantes en la determinación taxonómica. Para la observación de los gonópodos en el MEB, siempre se disectó el gonópodo izquierdo, se le dio un proceso de deshidratación mediante alcoholes graduales, se secó a punto crítico y por último se le dio un baño en oro. Posteriormente, fueron montados en pequeñas plataformas metálicas, para que pudieran ser observados en el MEB.

### **Determinación**

Para las revisiones y descripciones taxonómicas de los cambáridos se utilizaron tanto Villalobos (1954, 1955) y Hobbs (1989), como Rojas-Paredes (1998). Para confirmar las identificaciones se revisaron los gonópodos de los machos forma I en el MEB. En algunos casos sólo se determinó hasta género y subgénero por lo que se tuvo que realizar la descripción taxonómica correspondiente.

En el caso de los pseudotelfusidos se revisó a Villalobos-Hiriart (2005) y se tuvieron que observar los gonópodos del macho mediante el uso del MEB con las fotografías correspondientes.

Por último, los palemónidos de desarrollo abreviado fueron revisados mediante las descripciones hechas por Villalobos y Álvarez (1999) y Mejía-Ortiz y López-Mejía (2011).



**Figura 10.** Mapa de los puntos de colecta; Mps– *Macrobrachium* sp. Pct- *Procamburus* (*Austrocambarus*) *citlaltepetl*, Pve- *Procamburus* (*Austrocambarus*) *veracruzanus*, Pro- *Procamburus* (*Austrocambarus*) *rodriguezii*, Ps1- *Procamburus* (*Austrocambarus*) sp.1, Ps2- *Procamburus* (*Austrocambarus*) sp. 2, Pzo- *Pseudothelphusa zongolica*. Escala 1:200,000.

Adicionalmente se realizaron fichas de identificación para cada especie, en las cuales se incluyen los caracteres diagnósticos, mapas de distribución y las fotografías obtenidas en el MEB para facilitar las futuras identificaciones de estos organismos.

## Estadísticos

De manera adicional, con los datos capturados (medidas y proporciones) durante las descripciones taxonómicas, se realizaron estadísticos para reforzar la validez de las determinaciones y descripciones taxonómicas, como pruebas de Fisher, Turkey y análisis de componentes canónicos. Se utilizaron los paquetes estadísticos SPSS y JMV, por últimos, los resultados se ejemplificaron con gráficas.

## RESULTADOS

### Listado de especies

De los muestreos realizados (6) de abril de 2010 a diciembre de 2012, se obtuvo el siguiente listado taxonómico, que consta de 8 especies, 4 géneros y 3 familias. La clasificación se basa en la propuesta de organización de la Clase Malacostraca de Ahyong *et al.* (2011).

Clase Malacostraca Latreille, 1802

Subclase Eumalacostraca Grobбен, 1892

Superorden Eucarida Calman, 1904

Orden Decapoda Latreille, 1802

Suborden Pleocyemata Burkenroad, 1963

Infraorden Caridea Dana, 1852

Superfamilia Palaemonoidea Rafinesque, 1815

Familia Palaemonidae Rafinesque, 1815

Subfamilia Palaemoninae Rafinesque, 1815

Género *Macrobrachium* Bate, 1868

Especie *Macrobrachium* sp.

Infraorden Astacidea Latreille, 1802

Superfamilia Astacoidea Latreille, 1802

Familia Cambaridae Hobbs, 1942

Subfamilia Cambarinae Hobbs, 1942

Género *Procambarus* Ortmann, 1905

Subgénero *Austrocambarus* Hobbs, 1972

Especie *Procambarus (Austrocambarus) veracruzanus* Villalobos, 1954

*Procambarus (Austrocambarus) citlaltepetl* Rojas, Alvarez y Villalobos, 1999.

*Procambarus (Austrocambarus) rodriguezii* Hobbs, 1943

*Procambarus (Austrocambarus)* sp. 1

*Procambarus (Austrocambarus)* sp. 2

Infraorden Brachyura Latreille, 1802

Sección Eubrachyura de Saint Laurent, 1980

Subsección Heterotremata Guinot, 1977

Superfamilia Pseudothelphusoidea, Ortmann, 1893

Familia Pseudothelphusidae Ortmann, 1893

Subfamilia Pseudothelphusinae Ortmann, 1983

Tribu Pseudothelphusini Ortmann, 1893

Género *Pseudothelphusa* De Saussure, 1857

Especie *Pseudothelphusa zongolicae* Álvarez, Villalobos y Moreno, 2012

Tribu Potamicarcinini Ortmann, 1897

Género *Villalobosius* Ng y Low, 2010

Especie *Villalobosius leptomelus* (Rodríguez y Hobbs, 1989)

## Fichas de identificación

### Familia Palaemonidae

#### *Macrobrachium* sp. (Providencia)

(Figs. 11, 12)

Material examinado.- 17♂ y 19♀; arroyo La Providencia (18° 32' 26" N, 96° 51' 42.5" W; 254 msnm), Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 10 diciembre 2012; cols. E. Moreno y S. Rodríguez; CNCR 29488.

Diagnosis.- Langostinos pequeños, longitud máxima de 24.6 mm. Rostro largo y esbelto que no rebasa el borde distal del escafoцерито; margen dorsal presenta entre 9 y 11 dientes agudos, tres dientes en posición postorbital y de dos a tres dientes en el margen ventral, entre los cuales presentan cerdas plumosas.

Caparazón liso, ligeramente punteado; espinas hepática y antenal grandes y agudas, espina antenal ligeramente por debajo del ángulo orbital inferior, espina hepática por debajo de la espina antenal. Ángulo inferior orbital ligeramente redondeado, surco hepático profundo.

Ojos pigmentados, córnea más amplia que el pedúnculo ocular. Estilocerito alargado y agudo, se localiza en el cuarto proximal del primer artejo del pedúnculo antenular, el cual está deprimido, con el margen externo cóncavo y termina en una espina anterior aguda y bien desarrollada, que sobrepasa la porción media del segundo segmento; segundo artejo casi tan ancho como largo, margen externo ligeramente ensanchado y redondeado, termina en un ángulo redondeado que alcanza el cuarto proximal del tercer segmento; tercer artejo cilíndrico, casi tan largo como ancho.

Antena con el margen anterior del basicerito, presenta una espina alargada y aguda, en posición ventral. Escafocerito 2.8 veces más largo que ancho con los márgenes laterales semiparalelos, margen exterior termina en una espina anterior larga y aguda, que no rebasa el margen distal de la lámina.

Mandíbulas con palpo mandibular trisegmentado, cada articulación presenta mechones de cerdas alargadas; primer artejo corto, casi una tercera parte de la longitud total del segundo y tercero; estos últimos del mismo tamaño; proceso incisivo con tres dientes cónicos semi-aplanados; proceso molar constituido por cuatro dientes redondeados y cóncavos. Maxíbulas con el palpo bilobulado, lóbulo distal más esbelto que el proximal, con el ápice ligeramente redondeado, margen inferior ligeramente proyectado proximalmente; lóbulo proximal ornamentado con 3-4 cerdas en el margen mesial y con una pequeña proyección en el margen inferior; enditos esbeltos, el anterior armado con dientes espiniformes en su margen mesial, el posterior con un grupo apical de cerdas gruesas y largas. Maxílas con el escafonagtitito bordeado con cerdas plumosas, lóbulo anterior ligeramente alargado y más esbelto que el posterior; palpo desprovisto de cerdas, ligeramente orientado proximalmente, con el ápice subagudo; endito dividido por una incisión profunda y bilobulado, lóbulo distal ligeramente más largo y ancho que el proximal, ambos lóbulos ornamentados en su ápice con mechón de cerdas.

Primer maxilípodo con dos enditos apical y submarginalmente cubiertos con cerdas, endito, anterior dos veces más largo que el posterior; exopodito delgado y cuatro veces más largo que el palpo, tercio distal cubierto de cerdas largas y plumosas; lóbulo carideo bien formado, bordeado de cerdas plumosas; palpo esbelto, desprovisto de cerdas, ápice subtriangular con los bordes redondeados. Segundo maxilípodo con el endopodito subpediforme, con cerdas submarginales y dividido en cuatro artejos, unión del tercer y cuarto artejos con cerdas espiniformes y con el borde gnatal armado con espinas y cerdas; exopodito tan largo como 1.4 veces el endopodito, cuarto distal con cerdas largas. Tercer maxilípodo pediforme, esbelto, coxa subtriangular; endopodito con tres artejos, bordeados con cerdas largas y gruesas; artejo proximal ligeramente orientado mesialmente, 1.8 veces más grande que el artejo medio, el cual termina en un ápice redondeado, artejo distal casi del mismo tamaño que el medio; exopodito esbelto, más largo que el primer artejo del endopodito, tercio distal cubierto con cerdas largas.

Primer par de pereiópodos más esbelto y corto que el segundo par, borde distal del carpo alcanza la espina lateral del escafocerito, margen ventral ornamentado con cerdas largas en la mitad próximal. Isquio/basis un poco más robusto y más corto, que el mero (1.8 veces), que el carpo (2.1 veces) y que la quela (1.2 veces). Articulación de la quela con el carpo con mechones de cerdas largas, quela tan larga como 1.5 veces el ancho; dedos casi tan largos como la palma y ornamentados con mechones de cerdas largas.

Segundo par de pereiópodos subiguales, alargados y esbeltos, cubiertos con gránulos y cerdas, que se concentran en la quela. Carpo sobrepasando el borde distal del escafocerito con el tercio distal. Isquio cóncavo en la superficie interna, el borde ventral presenta cerdas dispersas. Mero cilíndrico, tan largo como 5.5 veces su ancho, 1.1 veces más largo que el carpo y tan largo como la mitad de la longitud de la quela. Carpo moderadamente cónico, ancho distal 2.5 veces el proximal, presenta cerdas dispersas en la superficie y tan largo como el mero. Quela cubierta con granulaciones, tan larga como ocho veces su ancho; palma 1.25 veces más larga que el isquio, 1.1 veces más que el mero, 1.4 veces más que el carpo y 1.6 veces más que los dedos. Dedos casi del mismo tamaño, ornamentados con cerdas dispersas; margen cortante del dedo móvil con 4 dientes en el cuarto próximal y uno en el tercio proximal, el del dedo fijo con 4 dientes en su tercio proximal.

Del tercer al quinto par de pereiópodos, con una espina en ambos bordes de la articulación carpo-propodio, la que se encuentra en el borde dorsal es grande, robusta y aguda, mientras que la que se encuentra en el borde ventral es aplanada y gruesa. Propodio más esbelto que el resto de los artejos y que presenta dos hileras de cerdas en su borde ventral.

El tercer par de pereiópodos presenta un isquio cilíndrico y grueso, tan largo como un poco más de la mitad del mero (0.75) y del propodio (0.65), más corto que el carpo (0.90) y 1.4 veces más grande que el dátilo; mero esbelto y alargado, ligeramente cóncavo en el margen superior, tan largo como un poco más de 2 veces el carpo y 1.06 veces el propodio. Carpo corto y grueso, tan largo como la mitad del propodio y con un doble en dirección ventral en seguida de la articulación con el mero. Propodio tan largo como un poco más de tres veces (3.07) el dátilo. Cuarto par de pereiópodos alcanzando con el ápice del dátilo el borde distal del escafocerito y el quinto par un poco más corto; artejos de ambos pereiópodos más o menos de la misma proporción que en el

tercero, solo se incrementa la longitud del propódio con respecto al dáctilo, en el cuarto par es 3.33 veces y el del quinto par es 5.3 veces.

Abdomen liso, 1.3 veces más largo que el caparazón, pleuras con el borde inferior ornamentado con cerdas cortas; margen anterior de la pleura uno sobre el margen posterior del cefalotórax, dicho margen es francamente redondeado; borde inferior de la pleura dos ligeramente convexo en su parte media; ángulo posterior de las pleuras cuatro y cinco subagudo; pleura seis casi tan larga como la cinco, el ángulo posterior es agudo y alargado, aparenta la forma de una espina aplanada orientada hacia el telson, enseguida de dicho ángulo se presenta una muesca grande y redonda.

Pleópodos con ambas ramas bien desarrolladas, excepto el primer par; endópodo más esbelto y midiendo  $2/3$  la longitud del exópodo. Segundo par de pleópodos del macho con el apéndice masculina esbelto y alargado, su longitud es  $1/3$  del endópodo, superficie mesial con 8 cerdas agudas distribuidas en dos hileras. Apéndice interna tan largo como el apéndice masculina, borde mesial cubierto con ganchos, incinuli.

Urópodos con el protopodito terminando en una espina aguda. Endópodos ligeramente más cortos que los exópodos; borde posterior redondeado; margen posterior e interno ornamentado de cerdas largas, en el margen externo sólo hasta la media distal. Exópodo con el margen lateral desprovisto de cerdas y que termina en una espina fija, internamente está flanqueada por una espina aguda móvil; diaeresis aparentemente completa de forma irregular, definida por una sutura medianamente marcada; margen posterior e interior provistos de cerdas.

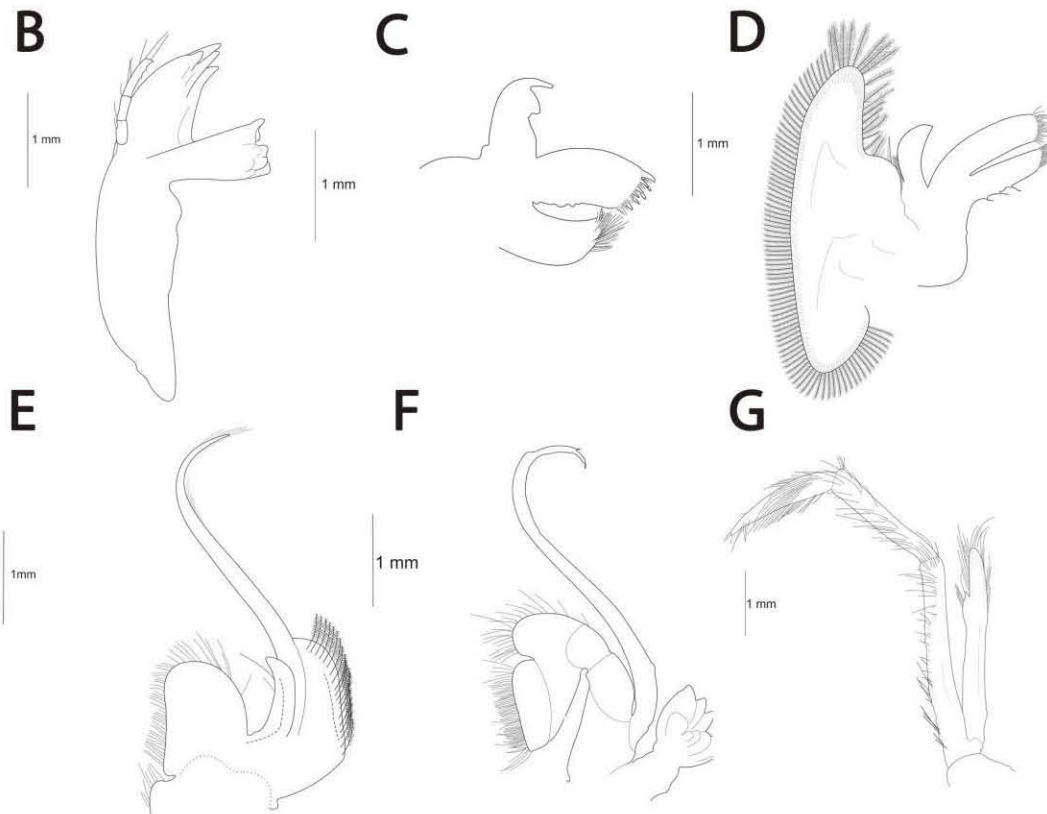
Telson tan largo que rebasa el cuarto distal de los endópodos, superficie dorsal presenta dos pares de espinas cortas y redondeadas, el primer par se encuentra en el tercio distal, el segundo par se localiza en el quinto distal; margen posterior subagudo cubierto con cerdas plumosas y armado con dos pares de espinas laterales, par interno más largo, cuatro veces el par externo.

Hábitat. Los ejemplares se encontraron en el cauce de un arroyo pequeño, el cual casi no tiene corriente. El fondo presentaba rocas y troncos los cuales servían como refugio, el sustrato es suelto y arcilloso.

Distribución. Solo conocida para la localidad de La Providencia, Zongolica, Veracruz.

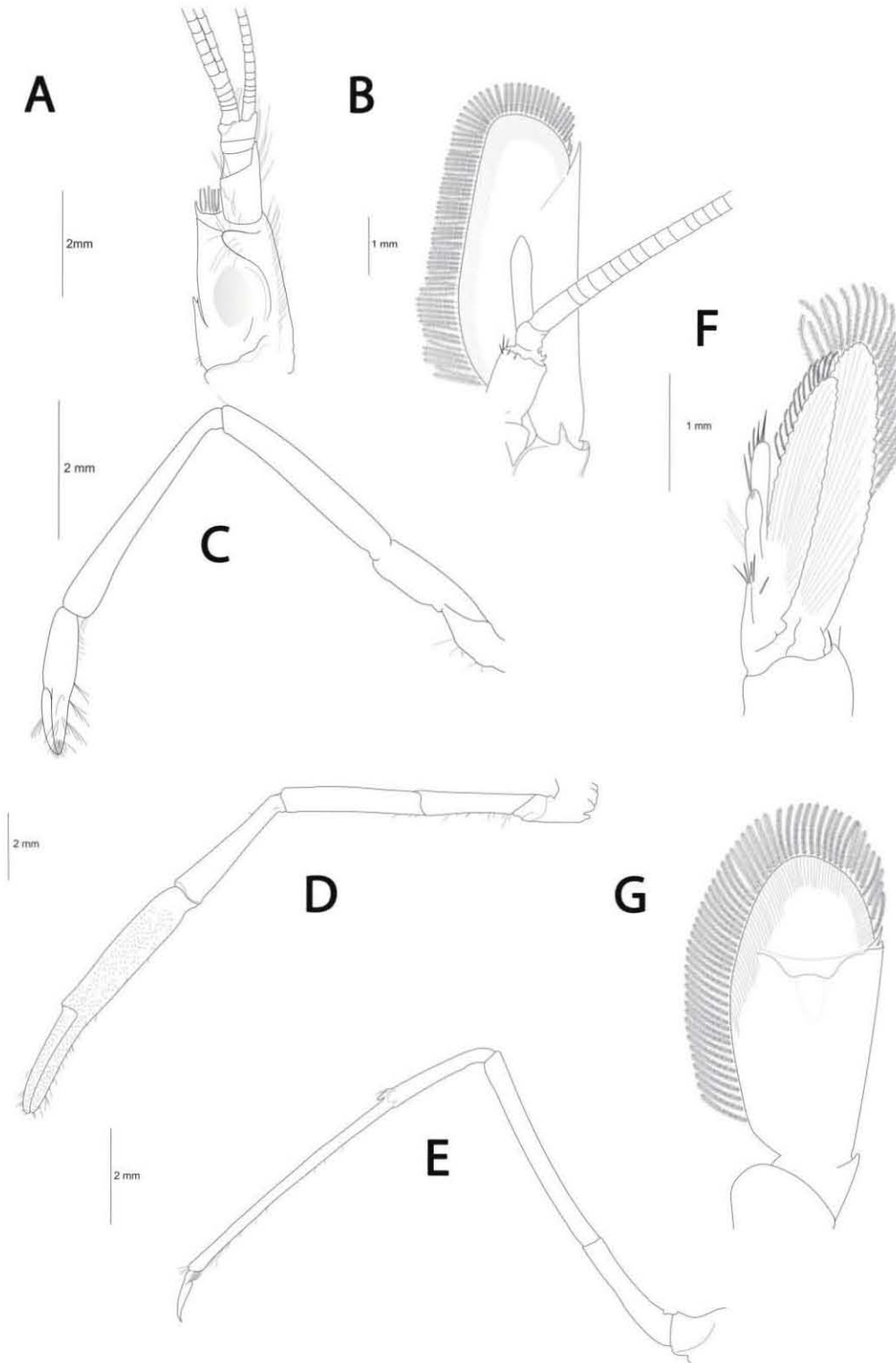
Observaciones. Hasta este trabajo, *M. cosolapaense* y *M. oaxacae* eran los organismos más norteños dentro del grupo de los langostinos de desarrollo abreviado, ubicados en el extremo norte del estado de Oaxaca, por lo que la presente descripción de *M. sp* (La providencia) posiciona a esta especie como el registro más norteño del grupo.

A pesar de que *M. cosolapaense* y *M. oaxacae* son las especies más cercanas a *M. sp* (La providencia) geográficamente hablando difieren en su morfología. La especie con la que presenta mayor parentesco es *M. tuxtlaense*, esto es interesante ya que ambas especies están separadas por diversas barreras geográficas. A pesar de ser muy parecidas la talla de *M. tuxtlaense* es mayor; el número de dientes en el rostro es similar (de 9 a 11) aunque la disposición de los mismos difiere. El ángulo inferior orbital es semi redondeado con bordes irregulares en *M. sp* (La providencia) mientras que en *M. tuxtlaense* es francamente redondeado. Las anténulas son similares en ambas especies, aunque la forma y posición del estilocerito difiere en *M. tuxtlaense* es agudo y rebasa la parte media del pedúnculo antenular, mientras que en *M. sp* (La providencia) es subagudo y no rebasa el primer tercio del pedúnculo. Las mandíbulas son muy parecidas, inclusive la disposición



**Figura 11.** *Macrobrachium sp.*: A) vista lateral, B) mandíbula, C) maxílula, D) maxila, E) primer maxilípedo, F) segundo maxilípedo y G) tercer maxilípedo.





**Figura 12.** *Macrobrachium* sp.: A) antena, B) antena, C) primer par de pereópodos, D) segundo par de pereópodos, E) tercer par de pereópodos, F) apéndice masculina y G) exópodo de los urópodos.

de los artejos del palpo mandibular es similar, aunque el número de dientes en el proceso incisor difiere, en *M. tuxtlaense* son 3 y en *M. sp* (La providencia) son 4 y más agudos; el proceso molar difiere en el número y forma de los dientes, en *M. tuxtlaense* presenta dos dientes redondeados mientras que en *M. sp* (La providencia) presenta tres dientes de forma irregular. En *M. sp* (La providencia) la longitud de los artejos que comprenden al segundo par de pereiópodos es similar a la de la palma y a la longitud media de la quela.; en cuanto a proporciones, al ser comparadas con las de *M. tuxtlaense* son parecidas aunque no iguales. Por otro lado, al ser comparadas con las de *M. cosolapaense* son diferentes, ya que la longitud de los artejos es mayor a la longitud media de la quela. Por último, las proporciones que presenta *M. oaxacae* son las más parecidas a las de *M. sp* (la providencia), aunque el resto de las características que presenta son muy diferentes.

Debido a su aislamiento geográfico dentro del municipio y las variaciones morfológicas observadas podría definir a esta especie como nueva, aunque se necesita de información molecular para reforzar esta teoría.

## Familia Cambaridae

*Procambarus (Austrocambarus) citlaltepelt* Rojas, Alvarez y Villalobos, 1999  
(Figs. 13, 14)

*Procambarus (Austrocambarus) citlaltepelt* Rojas, Alvarez y Villalobos, 1999: 398, figs. 2 A-C, 3 A-C, 4.

Material examinado. 1 ♂ forma I, 1 ♀; Río petlapa, Choapa (18° 43' 38.9" N, 96° 56' 21.5" W; 1,051 msnm), Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 19 abril 2011; col. E. Moreno; CNCR 29489.

Descripción. Cuerpo pigmentado, ojos normalmente desarrollados. Rostro desprovisto de espinas marginales. Acumen pequeño, tan largo como 0.15 veces la longitud del rostro. Caparazón con o sin tubérculos cervicales. Areola tan larga como 19 a 25 veces su ancho medio, con 1-3 puntuaciones transversales en la porción más estrecha. Ángulo suborbital tenue, espina infraorbital ausente. Espina branquiostegal ausente. Crestas postorbitales bien marcadas, ligeramente sinuosas en vista dorsal y anteriormente convergiendo. Escama antenal tan larga como 1.66 a 1.94 veces su ancho; ancho máximo a la mitad de su longitud. Primer par de quelípedos robustos y subiguales, más cortos que el cefalotórax, parcialmente cubiertos de tubérculos escamosos, quela moderadamente elongada, no pubescente, dedos más cortos que la palma, palma tan larga como aproximadamente dos veces el ancho dedo móvil con tubérculos escamosos a lo largo del margen dorsal, margen oponible distalmente desprovisto de tubérculos; dedo fijo puntuado, desprovisto de tubérculos excepto en el margen inferior, margen oponible finamente aserrado, distalmente con cinco tubérculos. Isquio del tercer par de pereiópodos armado con un gancho simple, sobrepasando la articulación con el basis. Primer par de pleópodos simétricos, desprovistos de cerdas subterminales y alcanzando la coxa del tercer par de pereiópodos. En vista cefálica (Fig. 14B) el hombro cefálico forma un ángulo subagudo con el borde cefálico, superficie del declive formada por un borde grueso y redondeado; proceso mesial

esbelto, con forma de cuchillo, con el margen distal ampliamente redondeado y el proximal recto, estrechándose distalmente para terminar en una punta triangular y orientado laterodistalmente unos 35° con respecto al margen distal de la placa lateral; proceso cefálico incipiente, formando sólo un borde en la base de la proyección central; proyección central triangular y cefalodistalmente orientada. En vista mesial (Fig, 14D) el hombro cefálico cubierto por cerdas plumosas; proceso mesial esbelto, con el margen distal suavemente ondulado y terminado en una punta redondeada; proceso cefálico incipiente; proyección central triangular, con la fisura que separa los procesos centrocaudal y centrocefálico, evidente y con los bordes que la forman pegados uno al otro en los dos tercios distales de la proyección, en el tercio basal ligeramente separados; borde distal de la placa lateral ligeramente redondeado y un poco más bajo que el ápice de la proyección central. En vista lateral (Fig, 14C) el hombro cefálico suavemente cóncavo; proceso mesial sólo visible en su mitad distal, triangular, esbelto y terminado en un ápice subagudo; proyección central triangular, ápice subagudo. En vista caudal (Fig, 14A) borde distal de la placa lateral casi recto; proceso mesial esbelto, alargadamente triangular, adelgazándose distalmente para terminar en un ápice agudo; proyección central esbelta, triangular, ápice agudo. Placa preanular del *annulus ventralis* orientada perpendicularmente al eje longitudinal del cuerpo, amplia, la anchura es un poco más de tres veces el largo, entera, con el margen anterior formando una curvatura de abarca todo el esternito al nivel del cuarto pereiópodo, de coxa a coxa, y el posterior suavemente cóncavo; *annulus* subcircular, superficie esculpida irregularmente, dividido en dos mitades por un surco mesial profundo y estrecho, receptáculo seminal abierto en la porción caudal como un surco sinuoso; esclerito postanular fuerte, ovalado, ligeramente más pequeña que el *annulus*, margen cefálico subagudo, margen caudal casi recto. Coxas del cuarto y quinto par de pereiópodos separadas; láminas coxales del cuarto par densamente cubiertas con cerdas plumosas.

Macho forma I. Cuerpo pigmentado. Cefalotórax subcilíndrico, cada vez más ancho en la región branquial, 0.91 veces el largo del abdomen. Areola tan larga como 25 veces su ancho medio. Superficie dorsal del caparazón densamente punteada a lo largo de la región branquial y cardíaca; superficie lateral finamente granulada a lo largo de la región hepática y branquial. Rostro desprovisto de espinas marginales; superficie dorsal ligeramente cóncava, posteriormente densamente punteada; márgenes laterales convergentes uniformemente hacia la punta; acumen triangular, dorsalmente cubierto de cerdas, terminando anteriormente en un ángulo subagudo; tan largo como el 0.15 la longitud del rostro, porción anterior alcanzando el tercer artejo del pedúnculo antenular. Crestas postorbitales moderadamente fuertes, terminadas anteriormente en una espina insipiente con el ápice redondeado. Ángulo suborbital tenue, espina infraorbital ausente. Espina branquiostegal ausente. Surco cervical con un tubérculo redondeado en la región hepática. Abdomen más esbelto que el caparazón. Somitas con la región tergal finamente punteadas, región pleural densamente punteada. Superficie dorsal del telson cubierta con cerdas cortas, porción cefálica con tres espinas en los ángulos posterolaterales, porción caudal con el margen posterior redondeado. Epistoma triangular, vértice anterior triangular, ángulos posteriores redondeados, superficie ventral ligeramente cóncava; lóbulo cefálico elongado, ovalado; cuerpo principal con la fovea bien definida, anteriormente con una segunda depresión elongada. Escama antenal tan larga como 1.66 veces su ancho máximo, margen lateral

terminando en una espina aguda. Pedúnculo antenal con el basicerito terminado en una pequeña espina distolateral, segundo artejo con un tubérculo lateral. Tercer par de maxilípedos alcanzando la porción distal del tercer artejo del pedúnculo antenal; superficie medioventral del isquio cubierta con una cerda plumosa fina, lateralmente con crestas de cerdas cortas.

Quelípedos más cortos que el largo total del caparazón, tuberculados de la mitad distal del mero a la porción media de los dedos. Quela derecha moderadamente elongada, tan larga como 2.9 veces su altura, no pubescente, dedos ligeramente más cortos que la palma, uniformemente cubierta con tubérculos escamosos excepto en los dedos. Palma tan larga como 1.8 veces su altura. Dedo móvil con tubérculos escamosos a lo largo del margen dorsal, superficie lateral punteada, cubierta regularmente con mechones separados de cerdas, borde cortante finamente serrado, distalmente desprovisto de tubérculos, proximalmente con 4-5 tubérculos pequeños. Dedo fijo con la superficie punteada, desprovista de tubérculos excepto por una línea difusa a lo largo del margen inferior; superficie lateral regularmente cubierta con mechones de cerdas espaciados entre sí; borde cortante finamente aserrado con cinco tubérculos proximales bien definidos. Carpo corto aproximadamente cónico, superficies dorsal y lateral cubiertas con tubérculos escamosos, superficie lateral con un surco longitudinal poco profundo, superficie inferior con tubérculos escamosos pequeños y dispersos. Tercio distal del mero con tubérculos pequeños a lo largo de la superficie mesial y lateral; borde inferior con dos filas de tubérculos, fila interna con tubérculos aumentando de tamaño distalmente, fila externa con tubérculos grandes terminando distalmente en una espina tuberculiforme. Isquio del tercer par de pereiópodos con un gancho simple y agudo, que sobrepasa la articulación del isquio con el basis.

Primer par de pleópodos del macho forma I como se describe en la diagnosis.

Lóbulos proximales de los urópodos con espinas cortas y agudas. Endopodito con una espina distomedial localizada premarginalmente, y una espina distolateral bien desarrollada. Exopodito con tres espinas en el ángulo distolateral.

Hembra. Similar al macho forma I, difieren en los siguientes caracteres: areola 19 veces más larga que ancha; quela más robusta, tan larga como 2.1 veces su altura, dedos más largos que la palma, palma tan larga como alrededor de 1.5 su altura; placas esternales torácicas disminuyendo anteriormente, amplias entre el tercer par de pereiópodos, convirtiéndose en crestas por el tercer maxilípedo. *Annulus ventralis* como se describe en la diagnosis.

Tipos. Holotipo macho forma I (CNCR 17317), hembra alotipo (CNCR 17318), macho forma II morfotipo (CNCR 17319), paratipos (CNCR 2326).

Localidad tipo. Parque "Rincón de la Doncella" (18°48' N, 97°10' W; altitud 1 400 msnm), Ciudad Mendoza, municipio de Camerino Z. Mendoza, Veracruz, México.

Hábitat. Se encontraron asociados a hojarasca depositada en el fondo del río Popocatl que pasa por detrás de las casas de los habitantes de la localidad.

Distribución. Hasta el momento esta especie se distribuye en su localidad tipo y en los alrededores, con este registro se amplía el área de la especie.

Observaciones. El macho presentó una de las quelas lastimadas. Los ejemplares revisados presentaron pequeñas diferencias con respecto a los de *P. (A.) citlaltepeltl* provenientes de la localidad tipo (Parque "Rincón de la Doncella" (18°48' N, 97°10' W; altitud 1 400 msnm), Ciudad

Mendoza, municipio de Camerino Z. Mendoza). En el rostro la porción apical es triangular, los márgenes laterales convergen uniformemente hasta el ápice, de tal forma que el acumen no se percibe tan claramente; en los ejemplares de Rincón de la Doncella tienen el acumen claramente diferenciado del rostro, los márgenes laterales del rostro convergen hacia el acumen en forma brusca formando un ángulo obtuso y se continúan hacia el ápice formando una concavidad ligera pero evidente. En el pleópodo del macho, el proceso mesial (en vista cefálica) es triangular en su porción distal y esta no se adelgaza para formar una punta esbelta como en los ejemplares de Rincón de la Doncella. En la hembra, la placa preanular del *annulus ventralis* es más amplia (la anchura es un poco más de tres veces el largo) y presenta el margen anterior convexo, formado una curvatura de abarca todo el esternito al nivel del cuarto pereriópodo, de coxa a coxa; por otro lado, el *annulus* es más plano antero-posteriormente. En las hembras de Rincón de la Doncella, la placa preanular es más esbelta (la anchura es un poco más de cuatro veces el largo) y los márgenes, tanto el anterior como el posterior son rectos y el *annulus* es casi circular, con las superficies anterior y posterior curvas.

*Procambarus (Austrocambarus) rodriguezii* Hobbs, 1943  
(Figs. 15)

*Paracambarus rodriguezii*, Rioja, 1953: 139.

*Procambarus rodriguezii*, Hobbs, 1943: 203, lám. 2.

*Procambarus rodriguezii*, Villalobos-Figueroa, 1954: 321-323.

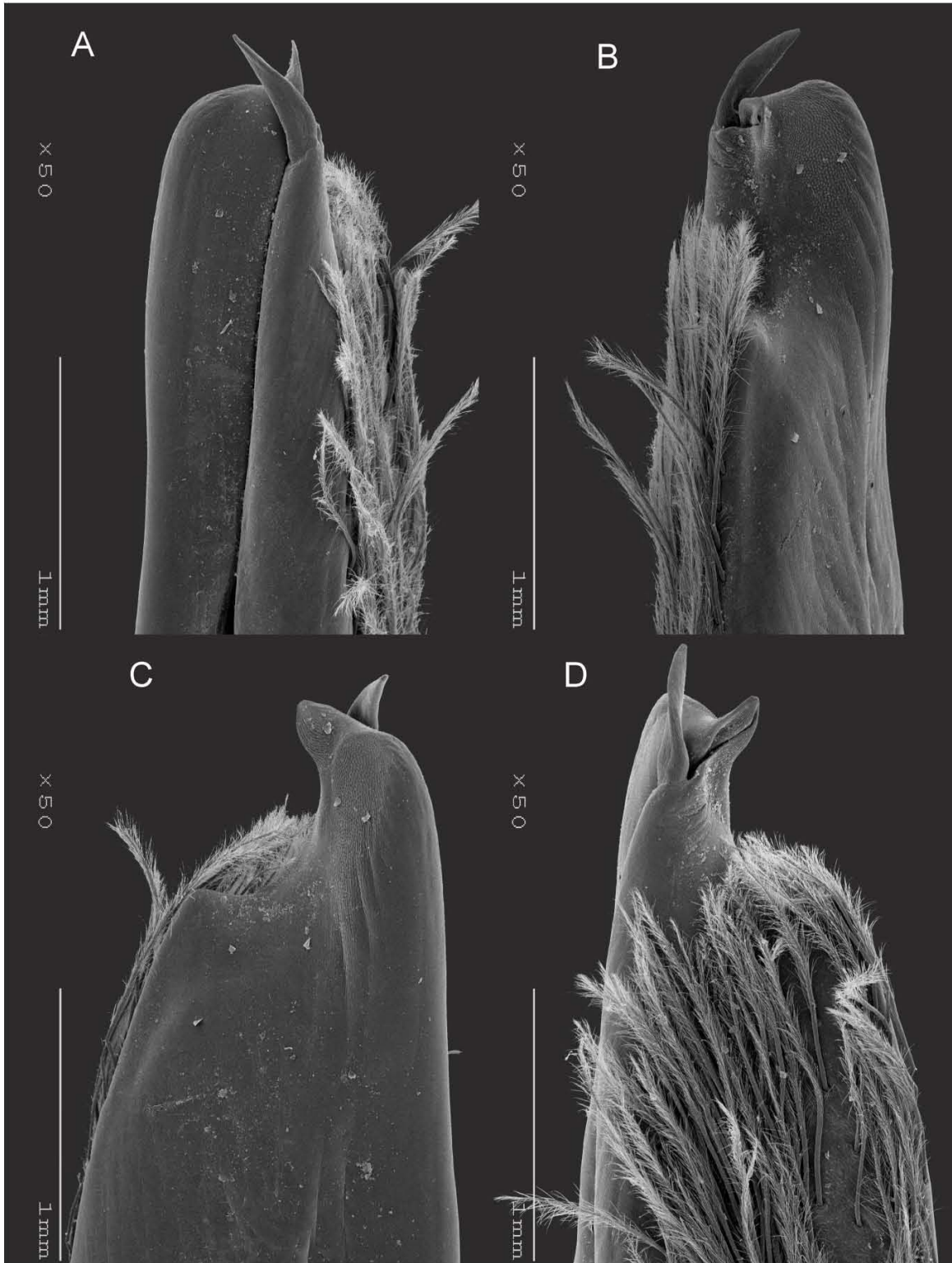
*Procambarus (Austrocambarus) rodriguezii* Hobbs, 1972: 6; 1974: 45, fig. 174. Hobbs et al., 1977: 118, fig. 54. Hobbs, 1989: 54, fig. 215. Rojas-Paredes, 1998: XX-XX.

Material examinado. 2 ♂ forma II, 1 ♀; Naciente de agua, Mochichino (18° 34' 57.4" N, 96° 50' 14.7" W; 332 msnm), Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 25 enero 2012, cols. A. Cano, E. Moreno; CNCR 29490, CNCR 29493.

Diagnosis. Cuerpo esbelto de color blanco, ojos reducidos, pigmentados; areola francamente ancha, tan larga como de 3 a 3.4 veces su ancho, superficie dorsal cubierta con puntuaciones ornamentadas con cerdas. Rostro corto, bordes laterales terminan en una espina con el ápice redondeado, acumen ancho en su base, agudo distalmente; superficie rostral cóncava. Bordes postorbitales subparalelos, terminados anteriormente en una espina pequeña. Surco cervical muy profundo, sin ondulaciones, con una espina cervical. Epistoma circular. Escama antenal ancha, borde lateral recto, terminando en una espina aguda; flagelo antenal muy delgado y largo. Quelípedos del macho esbeltos y subiguales, ligeramente más largos que el cuerpo; quela esbelta y alargada, palma cubierta con pequeños tubérculos escamiformes, dedos rectos y largos, borde cortante del dedo fijo con tres tubérculos dentiformes en la región proximal, dos dientes en la porción media; dactilo más de la mitad la longitud de la palma, borde cortante con tres tubérculos dentiformes pequeños, seguidos inmediatamente por un tubérculo más grande, el resto del borde con tubérculos circulares pequeños; carpo relativamente corto; mero largo y esbelto, ligeramente más largo que el dactilo.



**Figura 13.** *Procamburus (Austrocambarus) citlalteppei*: A) vista dorsal y B) fotografía en MEB del *annulus ventralis*.



**Figura 14.** *Procambarus (Austrocambarus) citlaltepeli*, fotografías en MEB del gonópodo: A) vista caudal, B) vista cefálica, C) vista lateral y D) vista mesial.

Placa preanular del *annulus ventralis* orientada perpendicularmente al eje longitudinal del cuerpo, robusta y con cerdas cortas esparcidas en la superficie, margen anterior dividido en la porción media, con dos prominencias de superficie irregular por la presencia de tubérculos bajos, separadas una de la otra por una concavidad evidente y redondeada, que se continua sólo sobre el tercio anterior de la placa formando una hendidura corta que no alcanza a dividirla en dos mitades, porción posterior de la placa entera y con el margen suavemente cóncavo; *annulus* ovalado, algo deprimido, superficie lisa, depresión cefálica amplia y profunda, delimitada a cada lado por bordes gruesos; receptáculo seminal abriendo una fisura corta en la región subapical de la superficie cefálica y se continua al primer tercio distal de la superficie caudal (Rojas, 1998); esclerito postanular fuerte, ligeramente más ancho que el *annulus* y con un tubérculo apical agudo. Coxas del cuarto y quinto par de pereiópodos separadas; placas coxales del cuarto ampliamente redondeadas con algunas cerdas esparcidas en su superficie; placas coxales del quinto pereiópodo con tubérculos cónicos e irregulares en tamaño, sobre el borde ventral.

Macho forma II. Cuerpo esbelto de color blanco, ojos reducidos y pigmentados, areola muy ancha, superficie dorsal cubierta con puntuaciones ornamentadas con cerdas. Cefalotórax esbelto y alargado. Areola ancha, tan larga como 4.2 su ancho. Superficie dorsal del caparazón cubierta de puntuaciones los cuales están ornamentados con cerdas cortas. Rostro ligeramente alargado; superficie dorsal cóncava, cubierta de puntuaciones, a su vez presenta cerdas cortas dispersadas; márgenes laterales fuertes, semiparalelos que terminan en una espina corta subaguda; ancho anterior de 19mm; acumen triangular, base ancha con el ápice agudo. Crestas postorbitales subparalelas que terminan en espinas tuberculares. Ángulo suborbital levemente marcado, ligeramente cóncavo. Espina branquiostegal vestigial de forma triangular. Surco cervical bien marcado, profundo. Abdomen esbelto, ligeramente más que el cefalotórax. Superficie dorsal del telson cubierta de puntuaciones ligeramente marcadas y poblada de cerdas cortas. Epistoma semicircular; superficie irregular, cubierta de cerdas gruesas y cortas; borde distal cubierto de cerdas dispersas. Escama antenal tan larga como 1.9 veces su ancho, borde exterior semirecto que termina en una espina alargada con el ápice redondeado. Pedúnculo antenal con los primeros tres segmentos cubiertos de cerdas cortas; el primer segmento corto con el borde distal en forma triangular que alcanza la parte media del segundo segmento; segundo segmento más grande que el primer, presenta en el borde distal cerdas largas y gruesas. Tercer par de maxilípedos alcanzando la porción media del segundo artejo del pedúnculo antenal; superficie medioventral del isquio y mero cubierta de finas cerdas plumosas, lateralmente con líneas de cerdas cortas, artejos restantes poblados de cerdas.

Quelípedos alargados, casi del mismo tamaño, superficie cubierta de tubérculos ornamentados con cerdas cortas en su margen distal. Quela derecha ligeramente más larga. Palma esbelta y alargada, tan larga como 1.9 veces su alto y 2.6 veces su ancho. Dedo móvil alargado y esbelto, tan largo como 0.9 veces el largo de la palma, borde cortante cubierto de dientes pequeños y redondeados en su mitad proximal. Dedo fijo del mismo tamaño que el dedo móvil, borde cortante cuenta con dientes grandes y redondeados en su cuarto proximal, el cuarto distal se encuentra dotado de cerdas largas. Carpo corto, tan largo como 0.57 veces el largo de la palma, en el borde distal de la superficie ventral presenta una proyección que cubre una pequeña porción de la palma. Mero tan largo como 1.16 veces el largo de la palma, superficie interior y exterior



cubierta de tubérculos a penas distinguibles. Isquio del tercer par de pereiópodos presenta una espina tubercular pequeña con el ápice redondeado, que no rebasa de la articulación entre el basis y el isquio.

Hembra. Como se describe en la diagnosis. *Annulus ventralis* como se describe en la diagnosis.

Tipos. Holotipo, alotipo y morfotipo USNM 81302 (macho I, hembra, macho II); paratipos, USNM, MCZ.

Localidad tipo. Cueva Ojo de Agua, Hacienda Potrero Viejo, Paraje Nuevo, Córdoba, Veracruz, México.

Hábitat. Los organismos estudiados se recolectaron en nacientes de agua subterránea.

Distribución. Se tiene registros de que esta especie se distribuye en su localidad tipo, en el municipio de Amatlán de los Reyes y con este registro se amplía su distribución.

Observaciones. Los organismos fueron identificados mediante el uso del *annulus ventralis* ya que no se obtuvieron machos forma I. Se efectuaron comparaciones con los ejemplares de la especie depositados en la CNCR y se corroboró la identificación taxonómica. Sin embargo, se considera que la separación geográfica entre las localidad tipo y la nueva localidad en Zongolica, es muy amplia, por lo que es necesario efectuar nuevas recolectas para tratar de capturar un macho forma I, así como obtener nuevos ejemplares de la localidad tipo confirmar de manera definitiva esta identificación. Por otro lado, con un análisis del ADN de los ejemplares de ambas localidades, también se podría corroborar la identidad taxonómica y se podría saber si existe variabilidad genética entre ambas poblaciones.

En el anexo 1 se dejan diagramas del gonópodo del macho forma I de *P (A.) rodriguezii*,

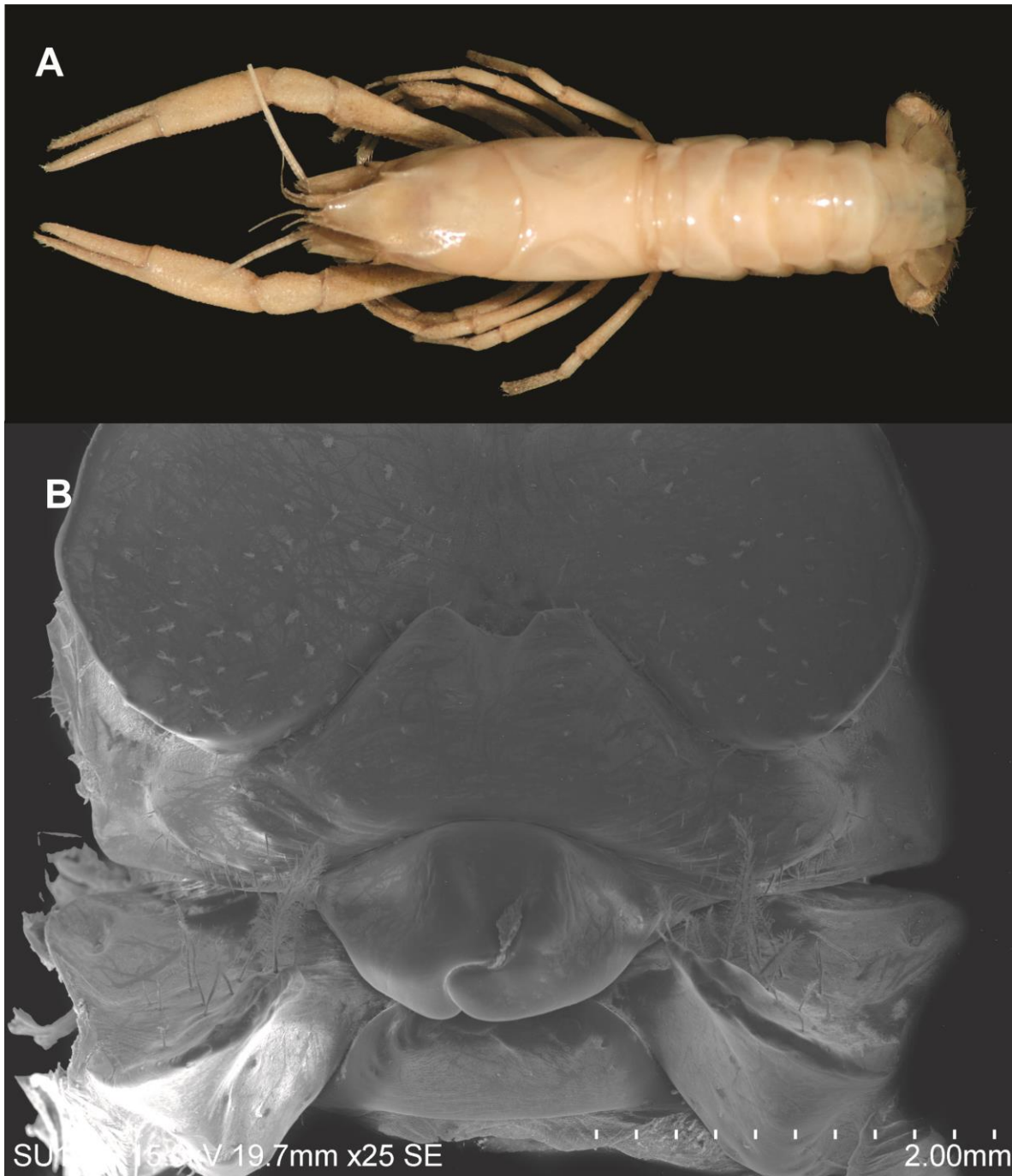
*Procambarus (Austrocambarus) veracruzanus* Villalobos, 1954  
(Figs. 16, 17)

*Procambarus veracruzanus* Villalobos-Figueroa, 1954: 323. Villalobos-Figueroa, 1955: 178, láms. 38-39.

Villalobos, 1983: 171, láms. 38-39.

*Procambarus (Austrocambarus) veracruzanus* Hobbs, 1972: 6. Hobbs, 1974: 46, fig. 175. Hobbs, 1989: XX, fig. XXX. Rojas-Paredes, 1998: XX-XX.

Material examinado.- 2 ♂ forma I, 4 ♂ forma II, 8 ♀; Río altotonga, Macuilca (18° 38' 50.2" N, 96° 55' 06" W; 509 m); Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 18 abril 2011; cols. E. Moreno y O.J. Trejo; CNCR 29491. 2 ♂ forma I, 9 ♂ forma II, 12 ♀, arrollo "camino a Macuilca" (18° 39' 34.99" N, 96° 59' 52.84" W; 479 m); Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 26 agosto 2011; cols. E. Moreno, J.L. Villalobos, F. Álvarez; CNCR 29492.



**Figura 15.** *Procambarus (Austrocambarus) rodriguezi*: A) vista dorsal y B) fotografía en MEB del *annulus ventralis*.

Diagnosis.- Rostro con espinas laterales, bordes ligeramente convexos, convergentes; acumen largo y agudo. Caparazón con una espina lateral bien desarrollada; areola estrecha. Quelas del primer par de pereiópodos robustas, cubiertas con tubérculos escamiformes, no pubescentes. Isquio del tercer par de pereiópodos armado con un gancho, el cual presenta un ápice que rebasa ampliamente la articulación del isquio con el basis. Primer par de pleópodos del macho forma I simétricos, rectos y aplanados lateralmente, alcanzando la coxa del cuarto par de pereiópodos; procesos apicales ampliamente separados del hombro cefálico. En vista cefálica (Fig. 17B), el hombro forma un ángulo redondeado con el borde cefálico, en la superficie del declive presenta una ligera concavidad en forma de V, cuyo vértice se sitúa en el ángulo con el borde cefálico y que abre hacia la pared cefálica de la placa lateral; proceso mesial esbelto, lanceolado y orientado distolateralmente unos 65° con respecto al margen distal de la placa lateral, márgenes distal y proximal ampliamente redondeados, estrechándose distalmente para terminar en una punta triangular; proceso cefálico pequeño y triangular; proyección central triangular y cefalicamente orientada. En vista mesial (Fig. 17D), hombro cefálico descubierto y con el declive suavemente cóncavo; proceso mesial esbelto, con una ligera torsión levógira, con el margen distal suavemente ondulado y terminado en una punta roma; proceso cefálico pequeño y triangular, separado de la base del proceso mesial por una muesca en forma de V; proyección central triangular, con la fisura que separa los procesos centrocaudal y centrocefálico, evidente y con los bordes que la forman pegados uno al otro en toda su longitud, curvada hacia arriba en su tercio final; cresta lateral tapada por el proceso mesial y aún más baja que el ápice de la proyección central. En vista lateral (Fig. 17C), el hombro cefálico suavemente inclinado; proceso mesial visible casi en su totalidad, triangular, esbelto y terminado en un ápice subagudo; proyección central triangular, apice subagudo; borde distal de la placa lateral apenas perceptible, alcanzando la base de la proyección central. En vista caudal (Fig. 17A), borde distal de la placa lateral recto e inclinado, ampliamente redondeada hacia el borde lateral de la placa; proceso mesial esbelto, lanceolado, ligeramente inclinado lateralmente y adelgazándose distalmente para terminar en un ápice triangular, subagudo; proyección central no visible.

Placa preanular del *annulus ventralis* orientada perpendicularmente al eje longitudinal del cuerpo, fuerte, entera, con el margen anterior ampliamente convexo, con una ligera concavidad media, y el posterior suavemente cóncavo; *annulus* ovalado, algo comprimido anteroposteriormente, superficie lisa, con una depresión longitudinal media y con el surco mesial somero y estrecho, que inicia en la superficie cefálica y describe una curva amplia en el ápice del *annulus* y finaliza en la superficie caudal; esclerito postanular fuerte, ligeramente más ancho que el *annulus* y con un tubérculo apical agudo, margen cefálico subtriangular, margen caudal casi recto. Coxas del cuarto y quinto par de pereiópodos separadas; láminas coxales del cuarto ampliamente redondeadas con algunas cerdas esparcidas en su superficie.

Macho forma I. Cuerpo normalmente pigmentado, cefalotórax ligeramente ensanchado en la región branquial, superficie dorsal cubierta con puntuaciones, lateralmente ornamentado con granulaciones pequeñas y abundantes. Espinas cervical y branquial bien desarrolladas y agudas. Bordes postorbitales paralelos, con el extremo anterior terminado en espina larga y aguda. Areola estrecha, sin puntuaciones en la superficie y tan larga como casi la mitad de la longitud de la porción cefálica del cefalotórax; longitud del rostro cabe 3.8 veces en la longitud

total del cefalotórax. Escama antenal con el borde lateral recto, termina en una espina, estrecha en su base y aguda en el ápice, la cual rebasa ligeramente el borde distal de la articulación del tercer artejo del pedúnculo antenular, ancho máximo de la escama a la mitad de su longitud. Epistoma pentagonal con los bordes ligeramente levantados; escotadura anterior poco profunda.

Primer par de quelípedos robustos, cubiertos con tubérculos escamiformes, ornamentados en su margen anterior con cerdas cortas. Mero con una espina distal en la superficie superior, que sobresale de entre un grupo de tubérculos; superficies externa e interna lisas, la inferior armada con espinas que se disponen en 2 hileras, hilera interna con espinas de igual tamaño y forma, hilera externa incompleta, de ella sobresalen 2 tubérculos espiniformes que se localizan en la porción media del mero. Carpo corto y ancho; superficie interna con tubérculos espiniformes, superficie superior con surco poco profundo y ligeramente sinuoso, interrumpido por una serie de tubérculos escamiformes. Quela de tamaño medio, con la superficie densamente cubierta con tubérculos, el contorno de la palma es suboval; longitud de la palma igual a la del dactilo; bordes cortantes de los dedos con tubérculos dentiformes pequeños, muy pocos son grandes, ambos dedos presentan una costilla o borde sobre la superficie externa.

Abdomen más angosto y largo que el cefalotórax; región dorsal lisa a diferencia de la región pleural que cuenta con puntuaciones pequeñas y escasas. Telson con los ángulos laterodistales de la primera sección con 2 espinas a cada lado, ambas del mismo tamaño, externa muy aguda; última porción del telson con el borde distal ligeramente recto.

Primer par de pleópodos como se describe en la diagnosis.

Isquio del tercer par de pereiópodos con un gancho cuya parte apical rebasa ampliamente la articulación entre el isquio y el basis; el gancho no es perfectamente cónico sino ligeramente aplanado en el sentido del artejo.

Macho forma II. Rostro más agudo que el del macho forma I, distancia entre las dos espinas laterales es más corta. Superficie del caparazón semejante a la del macho adulto. Primer par de pleópodos con estructuras poco desarrolladas, destaca el proceso mesial, cuyo borde cefálico se prolonga hasta la proyección central la cual es redonda en su ápice, no está quitinizada y se observa en ella la clara delimitación de las dos partes constitutivas por la fisura que se origina en la base del proceso mesial.

Hembra. Bordes rostrales convergentes, fuertemente proyectados dorsalmente, con una ligera depresión en la base del rostro. Superficie del caparazón con puntuaciones fuertemente marcadas; areola tan estrecha como en el macho forma I. Espinas cervicales y postorbitales muy agudas, espina branquiostegal corta y ancha. Quelas del primer par de pereiópodos relativamente robustas; contorno de la región palmar suboval; dientes de los bordes cortantes bien desarrollados, destacando 3 en la región proximal de cada borde. *Annulus ventralis* como se describe en la diagnosis.

Tipos. Holotipo, Macho I, depositado en la CNCR, con el número de catálogo CNCR 2311.

Localidad tipo. Presa El Presidio, 30 km SE de Córdoba, Veracruz, México.

Hábitat. Los ejemplares fueron encontrados bajo hojarasca depositada en el fondo y orillas de río Altotonga, Zongolica, Veracruz.

Distribución. Se ha registrado que la especie se distribuye en la zona centro del estado de Veracruz.

Tabla 1. Cuadro comparativo de *P. (A.) veracruzanus* con los ejemplares encontrados.

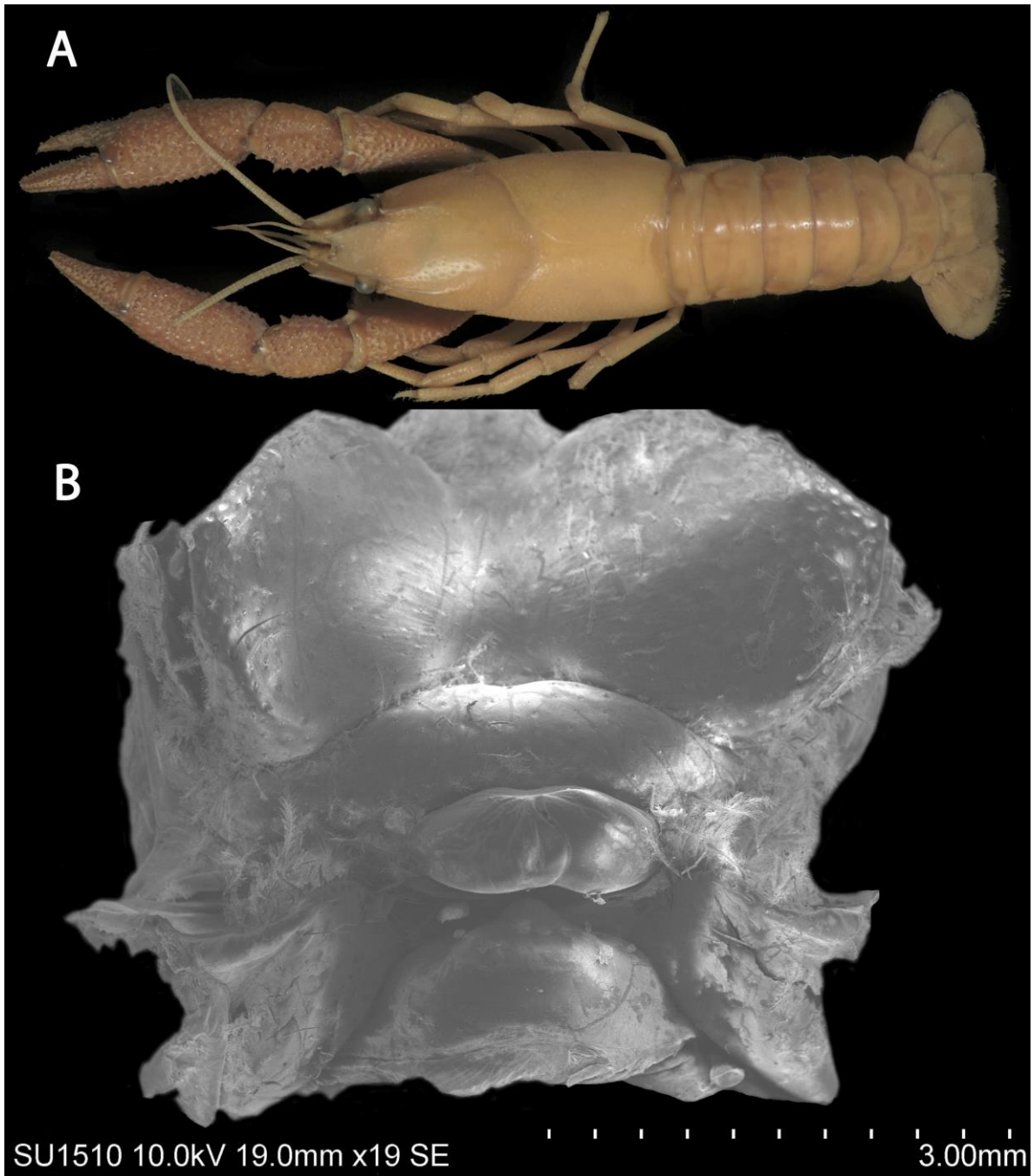
Carácter	Morfo Macuilca	Morfo Presidio (localidad tipo)
Epistoma	Forma triangular, ápice agudo con los bordes laterales posteriores redondeados.	Forma pentagonal, bordes irregulares.
Espinas del caparazón	Grandes, agudas y bien desarrolladas.	Pequeñas y tuberculiformes.
Acumen	Largo y agudo.	Corto y triangular.
Quelas	Cubiertas de tubérculos escamiformes, no pubescentes.	Cubiertas de tubérculos escamiformes, ornamentados anteriormente con cerdas cortas.
1er par de pleópodos del macho forma I	Proceso cefálico pequeño y triangular. Superficie del hombro cefálico con una ligera concavidad en forma de V. Las estructuras que componen a la proyección central se ven diferenciadas por una fisura cerrada.	Proceso cefálico apenas perceptible, con la forma de una prominencia redondeada. Superficie del hombro cefálico, con un borde grueso y redondeado. Fisura que divide a los componentes de la proyección central, amplia.

Observaciones. Los ejemplares encontrados fueron determinados como *P. (A.) veracruzanus*, de acuerdo a la descripción de Villalobos-Figueroa (1954), aunque se encontraron pequeñas diferencias morfológicas (tabla 1), se necesita de evidencia molecular para confirmar o descartar de que se trate de una especie nueva. Los ejemplares estaban parasitados con hirudíneos de la familia Branchiobdellidae.

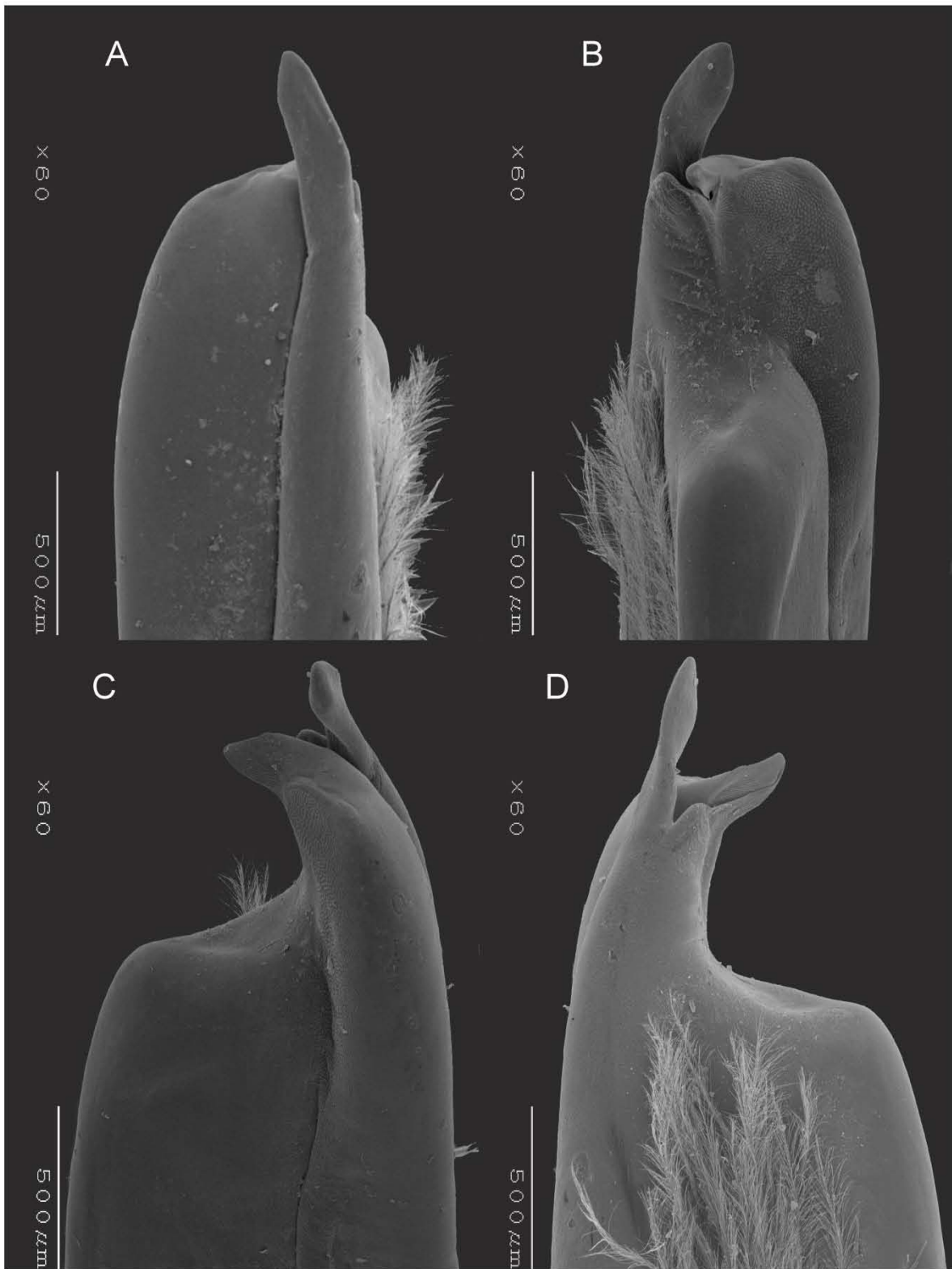
*Procambarus (Austrocambarus) sp. 1 (Atlaxica)*  
(Figs. 18, 19)

Material examinado.- 1 ♂ forma I, 5 ♀ y 6 ♂ forma II, naciente de agua "Atlaxica", Tlalcuiloltecatl el Chico, (18°40'18.00" N, 96°53'11.00" W; 860 msnm); Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 26 enero 2012; cols. E.G. Moreno, O.J. Trejo; CNCR 28015.

Diagnosis.- Cuerpo pigmentado, ojos normalmente desarrollados. Rostro con espinas laterales triangulares; largo del acumen de 12.5% a 21.4% ( $\bar{x}$ =17.04%) la longitud del rostro. Cefalotórax dorsalmente cubierto de puntuaciones levemente marcadas, cada una con una cerda corta; región branquiostegal ornamentada con tubérculos pequeños; surco cervical bien marcado y profundo, interrumpido antes de la espina cervical. Areola de tan larga como 36 a 14.3 ( $\bar{x}$ =21.1) su anchura media, 29.4% a 37.8% ( $\bar{x}$  =32.4%) de la longitud total del cefalotórax, de 1 a 2 puntuaciones transversales en la parte más estrecha, surcos que definen a la areola evidentes y estrechos. Ángulo orbital medianamente redondeado, espina infraorbital ausente. Espina branquiostegal pequeña en forma de tubérculo.



**Figura 16.** *Procambarus (Austrocambarus) veracruzanus*: A) vista dorsal y B) fotografía en MEB del *annulus ventralis*.



**Figura 17.** *Procambarus (Austrocambarus) veracruzanus*, fotografías en MEB del gonópodo: A) vista caudal, B) vista cefálica, C) vista laterales y D) vista mesial.

Crestas postorbitales bien marcadas, semiparalelas en vista dorsal, terminadas anteriormente en una espina bien desarrollada y aguda. Escama antenal tan larga como de 1.3 a 2.3 ( $\bar{x}$ =1.86) veces su anchura media, margen lateral terminado en una espina grande y aguda. Quelípedos ligeramente asimétricos, robustos, más cortos que el caparazón, cubiertos con tubérculos escamiformes bien marcados, base de los tubérculos ornamentada con cerdas cortas en posición anterior excepto en los dedos, los cuales presentan cerdas de mayor tamaño y en mayor número; palma tan larga como aproximadamente 3 veces su altura y ligeramente más larga que los dedos; dedo móvil con tubérculos escamosos y cerdas cortas, excepto en la superficie media ventral interna que presenta puntuaciones leves, cada una con cerdas; borde cortante con cerdas más largas y delgadas, desprovisto de tubérculos dentiformes en la región distal; dedo fijo cubierto con tubérculos excepto en la superficie interna, que presenta puntuaciones con cerdas cortas, aunque las puntuaciones más cercanas al borde cortante presentan cerdas largas; borde cortante finamente aserrado, con un tubérculo proximal grande, dentiforme. Mero con una espina distal en el borde superior, que sobresale de un grupo de tubérculos; superficie externa con puntuaciones, superficie interna con un pequeño grupo de tubérculos en su parte media distal, borde inferior armado de espinas pequeñas y tubérculos organizados en 2 hileras. Carpo corto y robusto, cubierto por tubérculos grandes y bien definidos, superficie externa dividida por un surco longitudinal, porción por encima del surco con tubérculos grandes y bien desarrollados, porción inferior con tubérculos pequeños, superficie interna cubierta de tubérculos de diferentes tamaños, distalmente con una espina grande de punta redondeada. Primer par de pleópodos alargados, esbeltos y simétricos; procesos apicales ampliamente separados del hombro cefálico. En vista cefálica (Fig. 19B), el hombro forma un ángulo redondeado con el borde cefálico, superficie del declive como un borde grueso y redondeado; proceso mesial esbelto, lanceolado, dirigido lateralmente y totalmente plegado sobre la proyección central y en parte del borde distal de la placa lateral, formando un ángulo de 0° con respecto al margen distal de la placa lateral; proceso cefálico pequeño y triangular; proyección central triangular y cefalicamente orientada. En vista mesial (Fig. 19D), el hombro cefálico descubierto y con el declive suavemente cóncavo; proceso mesial esbelto, alargadamente triangular, sin torsión, con el margen distal recto y terminado en una punta subaguda; proceso cefálico pequeño y triangular, separado de la base del proceso mesial por una muesca cerrada en forma de V; proyección central triangular, con la fisura que separa los procesos centrocaudal y centrocefálico, evidente y con los bordes que la forman pegados uno al otro en toda su longitud, curvada hacia arriba en su tercio final; borde distal de la placa lateral tapado por el proceso mesial y aún más baja que el ápice de la proyección central. En vista lateral (Fig. 19C), el hombro cefálico suavemente cóncavo; proceso mesial visible casi en su totalidad, porción final triangular y terminada en un ápice agudo; proyección central triangular, apice agudo; borde distal de la placa lateral casi recto y un poco más bajo que el ápice de la proyección central. En vista caudal (Fig. 19A), borde distal de la placa lateral recto e inclinado, ampliamente redondeado hacia el borde lateral de la placa; proceso mesial amplio, lanceolado, inclinado lateralmente y adelgazándose distalmente para terminar en un ápice triangular, agudo; proyección central no visible.

Placa preanular del *annulus ventralis* orientada perpendicularmente al eje longitudinal del cuerpo, superficie con cerdas pequeñas y plumosas, entera y esbelta (la anchura es más de seis



veces el largo), con el margen anterior ligeramente convexo y el posterior suavemente cóncavo; *annulus* ovalado, comprimido anteroposteriormente, superficie lisa, con el surco mesial estrecho y bien marcado, que inicia en la superficie cefálica y describe una curva amplia en el ápice del *annulus* y finaliza en la superficie caudal; esclerito postanular fuerte, triangular, ligeramente más ancho que el *annulus* y con un tubérculo apical agudo. Coxas del cuarto y quinto par de pereiópodos separadas; láminas coxales del cuarto amplias y con la superficie cubierta con cerdas plumosas.

Macho forma I. Cefalotórax densamente cubierto con puntuaciones finas y con cerdas cortas y gruesas en las superficies dorsal y lateral; área branquiostegal ornamentada con tubérculos pequeños, orlados anteriormente con cerdas cortas y gruesas; similar en longitud al abdomen; areola tan larga como 19 veces su anchura media, 30.6% la longitud del caparazón y con los surcos que la definen bien marcados; espina cervical corta en forma de triángulo, surco cervical profundo, bien marcado, interrumpido antes de la espina cervical; espina branquiostegal pequeña, en forma de tubérculo. Rostro con espinas marginales pequeñas, márgenes laterales afilados, casi rectos, convergiendo en dirección del acumen, más altos que la superficie rostral, ancho anterior 1.4 mm, ancho posterior 4.2 mm; cresta subrostral no evidente en vista dorsal, orientada ventralmente; Acumen pequeño, triangular, tan largo como el 16.6% del rostro, alcanzando más allá del tercer artejo del pedúnculo antenular. Crestas postorbitales fuertemente marcadas, paralelas, terminando anteriormente en una espina evidente y aguda, orientada anteriormente. Ángulo suborbital tenue, redondeado. Epistoma triangular, más ancho que largo, margen anterior proyectándose en dirección del rostro; ángulos posteriores redondeados, orientados ventralmente; cuerpo principal con fóvea grande, moderadamente definida. Escama antenal con el borde lateral recto, terminando en una espina grande y aguda, casi alcanza la altura del primer segmento del flagelo antenal.

Primer par de quelípedos robustos, cubiertos con tubérculos escamosos, ornamentados con cerdas cortas en posición anterior. Mero con una espina distal en la superficie superior, que sobresale de entre un grupo de tubérculos; superficie externa con puntuaciones; superficie interna con un pequeño grupo de tubérculos distalmente; borde inferior armado de espinas pequeñas y tubérculos organizados en dos hileras, hilera interna termina en una espina grande y aguda, hilera externa con tubérculos en la mitad proximal, mitad distal con tubérculos organizados de manera irregular, sobresale una espina bien desarrollada. Carpo corto y robusto, superficie superior con tubérculos grandes, superficie exterior dividida por un surco longitudinal, porción por encima del surco con tubérculos grandes y bien desarrollados; parte inferior con tubérculos pequeños; superficie interna cubierta de tubérculos de diferentes tamaños organizados de mayor a menor transversalmente, en su porción distal con una espina grande de punta redondeada. Quelas ovaladas de tamaño medio, cubiertas de tubérculos escamosos grandes ornamentados con cerdas en posición anterior, tan larga como 3.8 veces su altura; palma tan larga como 1.6 veces su altura; dedo móvil con tubérculos escamosos con cerdas cortas, excepto en la superficie media ventral interna, donde presenta puntuaciones leves, cada una con cerdas; dátilo con el borde cortante con cerdas más largas y delgadas, desprovisto de tubérculos dentiformes distalmente; dedo fijo cubierto con tubérculos excepto en la superficie interna, donde presenta puntuaciones con cerdas cortas, puntuaciones cercanas al borde cortante con cerdas largas, borde cortante finamente

aserrado, con un tubérculo proximal, grande y dentiforme. Isquio del tercer par de pereiópodos con un gancho que sobrepasa levemente la articulación entre el isquio y el basis.

Primer par de pleópodos como se describe en la diagnosis.

Abdomen más angosto y largo que el cefalotórax; región dorsal lisa a diferencia de la región pleural que cuenta con puntuaciones pequeñas y escasas. Urópodos con cerdas largas en el margen posterior y cerdas cortas en la superficie dorsal, diaéresis del exópodo ornamentada con varias espinas pequeñas de punta redondeada; margen externo del endópodo con una espina posterior larga y aguda, costilla media termina en una espina bien desarrollada, que casi alcanzando el borde posterior. Telson con 2 espinas en las esquinas posterolaterales de la sección cefálica, la externa más grande y aguda que la interna, margen posterior ornamentado con cerdas largas, superficie dorsal presenta cerdas cortas.

Hembra. Al igual que el macho forma II, las espinas, tubérculos y puntuaciones que presentan en el cuerpo y apéndices están poco desarrolladas, especialmente en las espinas de los bordes postorbitales, que son tuberculiformes. Acumen 16.6% de la longitud del rostro; areola poco marcada, tan larga como 17 veces su anchura media, 32.2% de la longitud del cefalotórax. Quela tan larga como 3.3 veces su altura; palma tan larga como 2 veces su altura; dedos más largos que la palma. Epistoma con el borde anterior redondeado y proyectado en dirección ventral.

Annulus ventralis como se describe en la diagnosis.

Macho forma II. Similar al macho forma I aunque difiere en los siguientes caracteres: largo del acumen 12.5% el largo del rostro; areola tan larga como 26.5 veces su anchura media, 41.08% de la longitud del caparazón. Las puntuaciones y tubérculos del caparazón son poco evidentes. Quela tan larga como 4.5 veces su altura, palma tan larga como 0.8 veces su altura, dedos más largos que la palma; espinas del mero y el carpo poco desarrolladas. El primer par de pleópodos con las estructuras apicales no desarrolladas aunque ya presentan la disposición y orientación que se observan en el macho forma I.

Hábitat. Los ejemplares se colectaron del sedimento acumulado en el fondo de un nacimiento de agua subterráneo, el cual es pequeño y de poca profundidad.

Distribución. Hasta el momento sólo se ha registrado en la localidad de recolecta.

Observaciones. Debido a su aislamiento geográfico dentro del municipio, la particular morfología del gonópodo del macho forma I, así como la morfología del *annulus ventralis*, hacen candidatos a estos organismos como posibles especies nuevas.

Estos organismos pueden ser fácilmente relacionados con *P. (A.) veracruzana* ya las características corporales que presentan son muy similares, aunque, el tamaño y disposición de los ojos, las proporciones rostrales, así como el tamaño y proporción de los apéndices torácicos es diferente. En cuanto a la morfología del gonópodo del macho forma I es similar a la de *P. (A.) rodriguezi*, la forma del hombro cefálico, proceso mesial y proceso cefálico es parecida. No puede decirse que se trata de la misma especie, ya que la especie que se está describiendo no es troglobia, caso particular de *P. (A.) rodriguezi* (sin pigmento, apéndices alargados, ojos pequeños, etc.), tabla 2 compara ambas genitalias.

Tabla 2. Comparación de la genitalia de *P. (A.) rodriguezi* con respecto a la de *P. (A.)* sp 1 (Atlaxica)

Característica	<i>P. (A.) rodriguezi</i>	<i>P. (A.)</i> sp 1 (Atlaxica)
Hombro cefálico	Cóncavo	Recto, ligeramente inclinado.
Gonópodo. Ángulo con el borde cefálico	Franco y proyectado distalmente	Redondeado, medianamente proyectado.
Gonópodo. Proceso mesial	Tan largo como 3.8 veces su ancho máximo, inclinado lateralmente.	Tan largo como 3.1 veces su ancho máximo, inclinado latero distalmente, tercio distal convergiendo en un ángulo agudo.
Gonópodo. Proceso cefálico	Evidente, inmediato a la base del proceso mesial	Pequeño, separado de la base del proceso mesial por una muesca cerrada en forma de v.
<i>Annulus ventralis</i> . Placa preanula	Tan ancha como 3.2 veces su largo máximo, con una hendidura anterior y forma dos lóbulos irregulares en dicho borde.	Esbelta, tan ancha como 9.2 veces su largo máximo, convexa sin hendidura media, margen anterior continuo, sin lóbulos.
<i>Annulus ventralis</i> . <i>Annulus</i>	Con el surco mesial amplio y profundo, con dos lóbulos simétricos en el ápice.	Surco mesial evidente, con dos lóbulos asimétricos en el ápice.
<i>Annulus ventralis</i> . Esclerito postanular	Tubercular, casi del mismo tamaño que el <i>annulus</i> con un lóbulo medio recubriéndolo.	Triangular, ligeramente más ancho que el <i>annulus</i> con un tubérculo apical agudo.

### *Procambarus (Austrocambarus) sp. 2* (Yoloxochio)

(Figs. 20, 21)

Material examinado. 2♂ forma I, 10♂ forma II, 8♀. Naciente de agua, Yoloxochio, (18° 35' 46.8" N, 96° 51' 57.6" W, 700 msnm) Mupio. de Zongolica, Veracruz, México; 11 diciembre 2012; cols. E. Moreno, S. Rodríguez; CNCR 28274.

Diagnosis. Cuerpo translúcido en vida, esbelto y alargado, ojos reducidos, orientados anteriormente. Rostro ligeramente dirigido hacia abajo; márgenes rostrales más altos que la superficie rostral, terminados anteriormente en espinas cortas. Acumen largo y esbelto, dirigido hacia arriba; 17 a 42% del largo del rostro ( $\bar{X}$ = 23.4%). Cefalotórax cubierto con puntuaciones suavemente marcadas en toda la superficie dorsal y lateral, región branquiostegal con tubérculos bajos, ornamentados con cerdas cortas; surco cervical bien marcado, profundo en la región dorsal, espina cervical ausente. Areola tan larga como 0.9 a 3 ( $\bar{X}$ = 1.9) su anchura media, 27 a 40% ( $\bar{X}$ = 30%) de la longitud total del caparazón. Ángulo postorbital casi recto, espina infraorbital ausente; espina branquiostegal pequeña, más ancha que larga, visible en vista lateral. Márgenes postorbitales bien marcados, ligeramente ondulados en vista dorsal, terminando anteriormente en una espina corta orientada anterolateralmente. Escama antenal tan larga como casi 2 veces su anchura media; margen lateral recto, terminado en una espina larga y aguda, ligeramente orientada lateralmente. Primer par de quelípedos esbeltos y subiguales, más largos que el

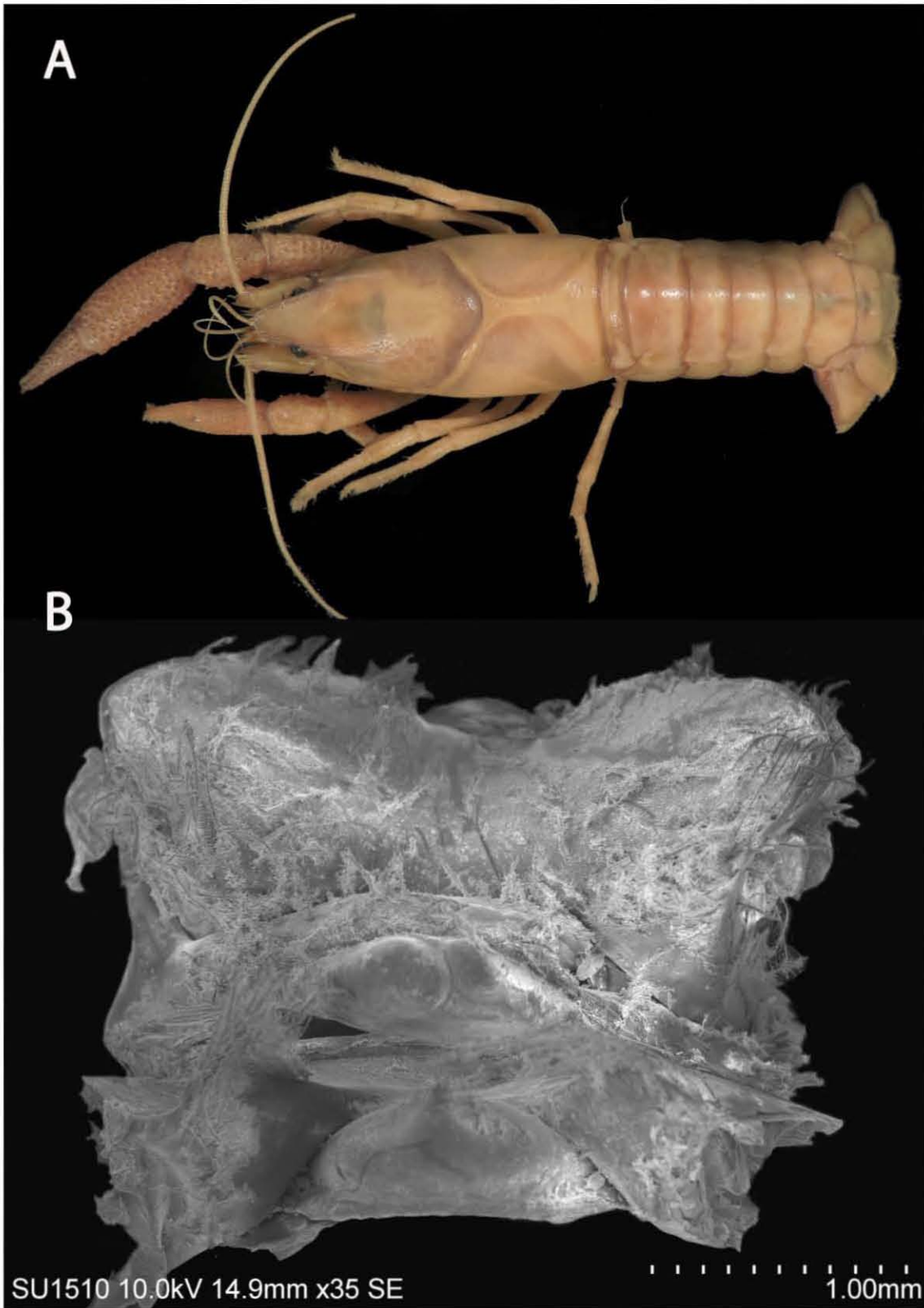


Figura 18. *Procambarus (Austrocambarus) sp. 1 (Atlaxica)*: A) vista dorsal y B) fotografía en MEB del *annulus ventralis*.



**Figura 19.** *Procambarus (Austrocambarus) sp. 1 (Atlaxica)*, fotografías en MEB del gonópodo: A) vista caudal, B) vista cefálica, C) vista lateral y D) vista mesial.

cefalotórax, cubiertos con tubérculos escamiformes pequeños y redondeados, ornamentados anteriormente con cerdas cortas y gruesas; quela esbelta, palma tan larga como dos veces altura, dedos ligeramente más largos que la palma; dedo fijo con puntuaciones ligeramente marcadas en las superficies interna y externa, ornamentadas con cerdas cortas, margen inferior con tubérculos redondeados pequeños, ornamentados anteriormente con cerdas largas, los tubérculos más cercanos a la punta aguda, con cerdas más largas; borde cortante compuesto por pequeños dientes cónicos dispuestos de manera irregular, extremo proximal con dientes mucho más grandes, mechones de cerdas intercalados entre los dientes. Dedo móvil distalmente curvo y terminado en un ápice agudo, superficie externa cubierta con mechones de cerdas, distalmente presenta puntuaciones ornamentadas con mechones de cerdas largas; borde superior con tubérculos escamiformes similares a los de la palma. Isquio del tercer par de pereiópodos con un gancho corto y aplanado con el ápice redondeado, se origina casi a la mitad de la longitud del isquio, el ápice no rebasa la articulación con el basis. Primer par de pleópodos del macho forma I esbeltos y alargados, ligeramente asimétricos; ápice alcanza el borde anterior del basis del cuarto par de pereiópodos. En vista cefálica (Fig. 21B), el hombro forma un ángulo poco perceptible con el borde cefálico, la superficie del declive está formada por un borde grueso y redondeado; proceso mesial muy esbelto y alargado, que se adelgaza continuamente de la base a la punta que es aguda y está orientado laterodistalmente unos 35° con respecto al margen distal de la placa lateral, márgenes distal y proximal casi rectos, estrechándose distalmente para terminar en una punta triangular; margen distal de la placa lateral, recto y totalmente descubierto; proceso cefálico incipiente; proyección central triangular y cefalicamente orientada. En vista mesial (Fig. 21D), superficie cubierta de largas cerdas plumosas; hombro cefálico descubierto y con el declive recto cóncavo e inclinado hacia el borde cefálico, para formar una curvatura amplia; proceso mesial esbelto, con una ligera sin torsión, con el margen distal recto y terminado en una punta subaguda; proceso cefálico incipiente, formando un borde poco levantado en la base del proceso mesial y separado de este por una muesca cerrada; proyección central triangular, con la fisura que separa los procesos centrocaudal y centrocefálico, evidente, con los bordes que la forman ligeramente separados uno al otro en toda su longitud, curvada hacia arriba en su tercio final; borde distal de la placa lateral visible, afilado y más alto que el ápice de la proyección central. En vista lateral (Fig. 21C), el hombro cefálico suavemente cóncavo; las dos terceras partes distales del proceso mesial visibles, pero solo su borde proximal y terminado en un ápice subagudo; proyección central triangular, apice subagudo; borde distal de la placa lateral afilado bruscamente, alcanzando la base de la proyección central. En vista caudal (Fig. 21A), borde distal de la placa lateral recto e inclinado, redondeado hacia el borde lateral de la placa; proceso mesial esbelto y alargado, adelgazándose continuamente desde la base hacia la punta que es un ápice agudo, inclinado lateralmente; proyección central triangular. Placa preanular del *annulus ventralis* orientada perpendicularmente al eje longitudinal del cuerpo, robusta y con cerdas cortas esparcidas en la superficie, margen anterior dividido en la porción media con dos prominencias redondeadas y lisas, separadas una de la otra por una concavidad redondeada y que se continua sobre la placa formando una hendidura que la divide en dos partes iguales, margen posterior suavemente cóncavo; *annulus* ovalado, comprimido anteroposteriormente, superficie lisa, depresión cefálica amplia y algo profunda, delimitada a cada lado por bordes gruesos; receptáculo

seminal abriendo en una fisura corta en la región subapical de la superficie cefálica y se continua al primer tercio distal de la superficie caudal (Rojas, 1998); esclerito postanular comprimido anteroposteriormente, tan ancho como el *annulus* y ápice redondeado, con cerdas cortas y esculpido con surcos someros e irregulares. Coxas del cuarto y quinto par de pereiópodos separadas; placas coxales del cuarto ampliamente redondeadas con algunas cerdas esparcidas en su superficie; placas coxales del quinto pereiópodo con los bordes ventrales lisos.

Macho forma I. Cefalotórax subcilíndrico, ligeramente ensanchado en la región branquial. Areola amplia, tan larga como 2.9 veces su anchura media, 32.2% del largo total del cefalotórax. Superficies dorsal y lateral del cefalotórax medianamente cubiertas con puntuaciones, región lateral inferior con tubérculos bajos y redondeados, también cerdas negras, cortas y gruesas. Rostro con cerdas cortas en la superficie dorsal y ventral; márgenes laterales rectos y convergentes, longitud anterior 1.8 mm, longitud posterior 3.4 mm, terminando anteriormente en espinas cortas; acumen triangular, esbelto, aplanado y agudo, con el dorso cubierto con cerdas largas y delgadas, tan largo como 19.5% del rostro. Ángulo postorbital casi recto, espina infraorbital ausente. Espina branquiostegal corta y ancha, ligeramente dirigida hacia arriba. Surco cervical bien marcado y profundo, espina cervical ausente. Antenas con el pedúnculo ornamentado con cerdas esbeltas, las cuales están más densamente agrupadas proximalmente; escama antenal tan larga como dos veces su anchura media. Epistoma subpentagonal, fóvea no muy bien definida.

Quelípedos esbeltos, 1.9 veces más largos que el caparazón, casi tan largos como la longitud total del cuerpo; superficie cubierta con tubérculos pequeños y redondeados, ornamentados con cerdas cortas; palma esbelta y alargada, tan larga como 3 veces su altura, dedo móvil 1.1 veces más largo que la palma. Dedo fijo más largo que el dedo móvil; superficie interna y externa con puntuaciones ligeramente marcadas, ornamentadas con cerdas cortas; borde inferior con 2-3 hileras de tubérculos similares a los de la palma, anteriormente ornamentados con cerdas largas, los tubérculos más cercanos a la uña presentan cerdas de mayor longitud; borde cortante compuesto por pequeños dientes cónicos dispuestos de manera irregular, extremo proximal del borde cortante con dientes tuberculares mucho más grandes, entre dientes hay mechones de cerdas cortas, internamente en la porción media hay 2 tubérculos redondeados de mayor tamaño que no pertenecen al borde cortante. Dedo móvil distalmente curvo, superficie externa cubierta de mechones de cerdas largas, distalmente con puntuaciones ornamentadas con mechones de cerdas alargados en comparación con las demás; borde superior con tubérculos escamiformes similares a los de la palma; porción proximal de la superficie interna con tubérculos escamiformes ornamentados con mechones de cerdas, superficie de porción media distal lisa con mechones de cerdas. Mero alargado y esbelto, cubierto de tubérculos pequeños y redondeados, anteriormente ornamentados por cerdas esbeltas de diferentes tamaños; superficie externa con un pequeño campo de puntuaciones junto al margen posterior. Borde inferior densamente cubierto de cerdas largas. Borde superior con 2-3 hileras de tubérculos, sobresale un tubérculo grande cerca del borde anterior. Carpo ligeramente alargado; superficie cubierta de tubérculos subescamosos, superficie interna con tubérculos de mayor tamaño, además de una espina en la parte inferior del borde anterior. Margen anterior del borde inferior interrumpido por

una espina grande y aguda. Isquio del tercer par de pereiópodos con un gancho corto y aplanado con el ápice redondeado, se origina en la porción media del isquio, el ápice no rebasa la articulación con el basis.

Abdomen casi tan ancho como el cefalotórax; región dorsal lisa a diferencia de la región pleural que cuenta con puntuaciones pequeñas y escasas. Superficie dorsal de los urópodos ornamentada con cerdas pequeñas y negras, márgenes distales con cerdas largas y plumosas; diaéresis del exópodo con espinas pequeñas. Telson con 3 espinas en los ángulos posterolaterales de la porción cefálica del; porción caudal con el margen posterior redondeado.

Primer par de pleópodos como se describe en la diagnosis.

Hembra. Similar al macho forma I, difiere en los siguientes caracteres: acumen 25.7% del largo total del rostro, areola tan larga como 2.3 veces su anchura media, longitud de la areola 31.2% del caparazón. Quelípedos con la palma tan larga como dos veces su altura. Caparazón con cerdas más cortas y en menor número. Abdomen más ancho y abultado hacia el annulus ventralis. Annulus ventralis como se describe en la diagnosis.

Macho forma II. Difiere en los siguientes caracteres: acumen 22.5% de largo total del rostro, areola tan larga como 1.7 veces su anchura media, la longitud de la areola es 32.3% de la longitud total del caparazón, palma 2.1 veces más larga que ancha. Puntuaciones del caparazón menos evidentes que en el macho forma I, gancho del tercer par de pereiópodos pequeño de punta redondeada, con apariencia a un tubérculo. Elementos apicales del primer par de pleópodos redondeados y poco desarrollados.

Hábitat. Los ejemplares fueron encontrados en una naciente de agua que se localiza en la formación montañosa Zapaltecatl. El clima predominante de la localidad es de tipo cálido húmedo y la vegetación es de tipo selva mediana subperennifolia.

Distribución. Sólo conocida para la localidad de recolecta.

Observaciones. Por su características morfológicas externas estos organismos, a simple vista, pueden ser relacionados con *P. (A.) rodriguezi*, (carente de pigmento, ojos reducidos, apéndices alargados) pero las características del gonópodo indican que se trata de otra especie (tabla 3), las características del *annulus ventralis* son similares pero difieren en cuanto a tamaño y conformación. Por otro lado, la distancia que hay entre esta localidad y la localidad tipo de *P. (A.) rodriguezi* es muy grande, además se encuentran separadas por la orografía del municipio, es posible que se trate de especies hermanas.



Tabla 3. Comparación morfológica de la especie *P. (A.) rodriguezi* con respecto a la de *P. (A.)* sp 2 (Yoloxochio)

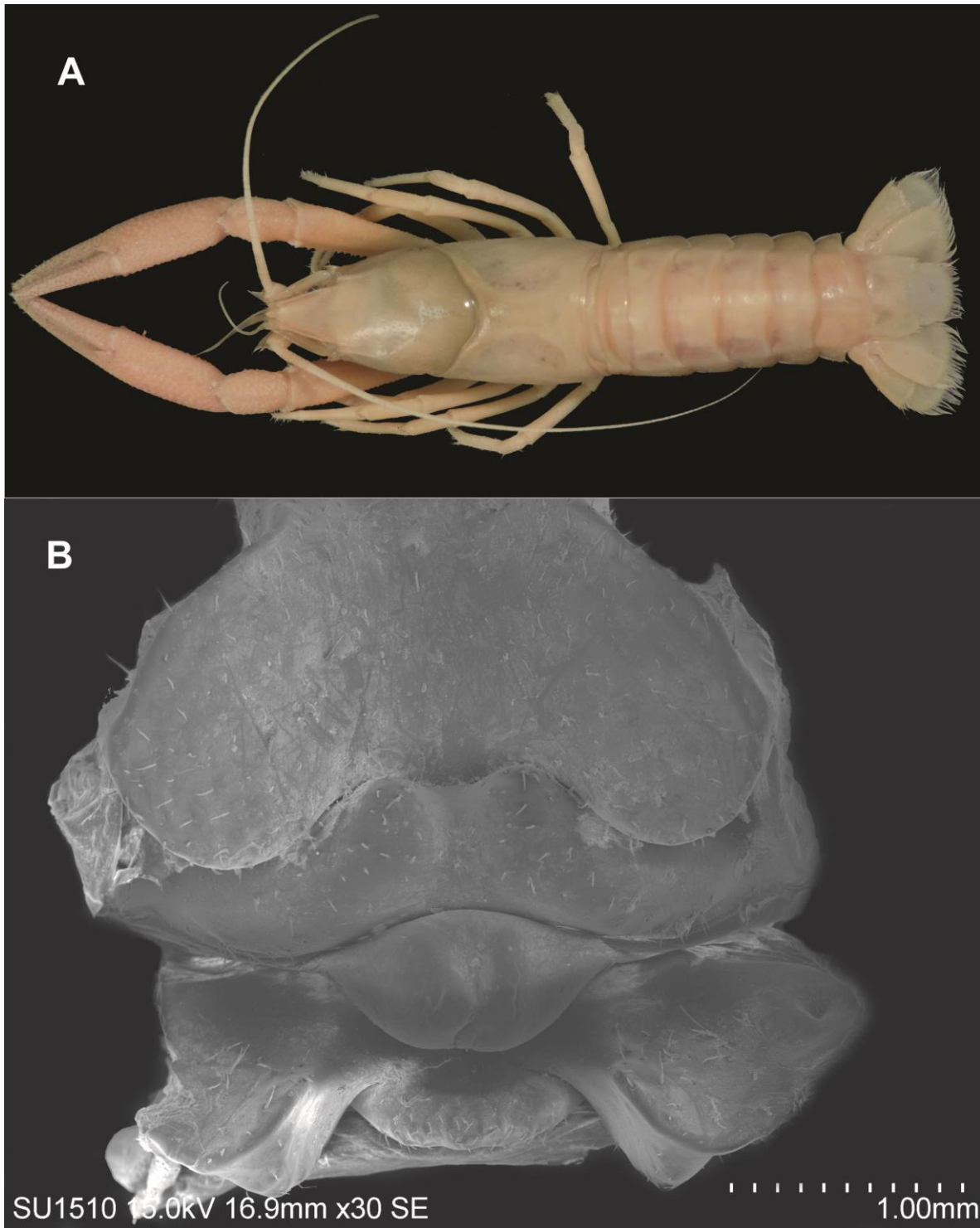
Característica	<i>P. (A.) rodriguezi</i>	<i>P. (A.)</i> sp 2 (Yoloxochio)
Pigmentación del cuerpo	Blanco en vida	Traslucido en vida
Gonópodo. Hombro cefálico	Cóncavo	Recto e inclinado, conformado por un borde grueso.
Gonópodo. Ángulo con el borde cefálico	Francamente redondo, proyectado distalmente	Poco perceptible, sin proyección.
Gonópodo. Proceso mesial	Tan largo como 3.8 veces su ancho máximo, inclinado lateralmente.	Tan largo como 5.3 veces el ancho máximo, inclinado lateralmente, ligeramente torcido desde la base.
Gonópodo. Proceso cefálico	Amplio, muy evidente, inmediato a la base del proceso mesial	Incipiente, separado de la base del proceso mesial por una muesca cerrada.
Gonópodo. Proyección central	Con fisura ligeramente marcada, bordes que la forman pegado en toda su longitud.	Con una clara fisura, bordes que la forman separados en toda su longitud.
<i>Annulus ventralis</i> . Placa preanular	Amplia, con una hendidura anterior y forma dos lóbulos irregulares en dicho borde.	Amplia, con una hendidura media que divide la placa en dos partes iguales. Lóbulos anteriores redondeados.
<i>Annulus ventralis</i> . Esclerito postanular	Tubercular, casi del mismo tamaño que el <i>annulus</i> con un lóbulo medio recubriéndolo.	Tubercular comprimido antero posteriormente, casi del mismo tamaño que el <i>annulus</i> superficie esculpida con surcos someros.

## FAMILIA PSEUDOTHELPHUSIDAE

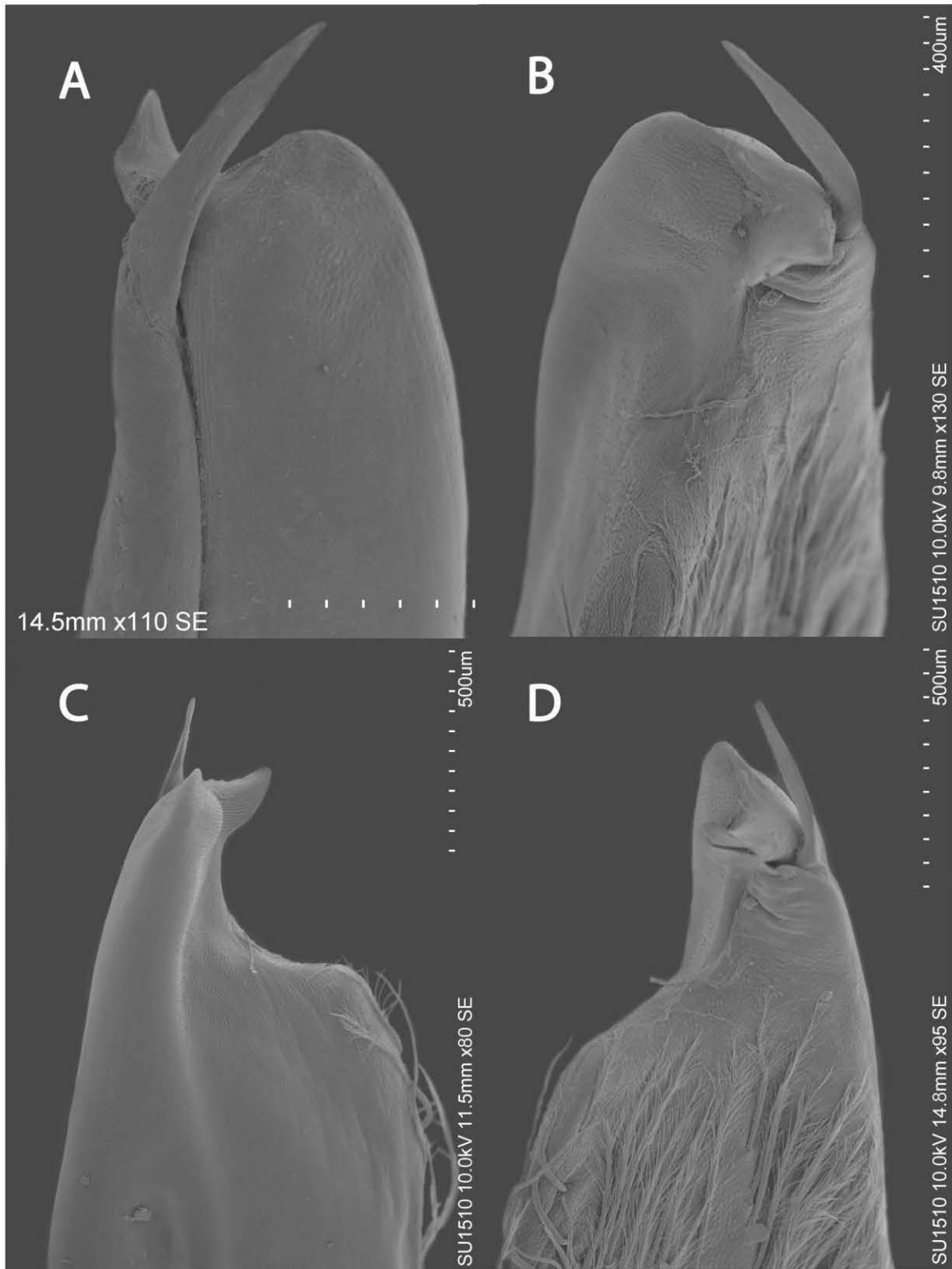
### *Pseudothelphusa zongolicae* Alvarez, Villalobos y Moreno, 2012 (Figs. 22, 23)

*Pseudothelphusa zongolicae* Alvarez, Villalobos y Moreno, 2012: 1541, figs. 2-3.

Material examinado. 2♂; Choapa (18° 43' 32" N, 96° 57' 07" W; 1 053 msnm), Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 19 abril 2011; cols. E. Moreno, O.J. Trejo, "Paulino"; CNCR 26641. 4♂, 1♀; Macuilca (18° 38' 49" N, 96° 56' 58" W; 528 msnm), Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 11 junio 2011; cols. E. Moreno, O.J. Trejo, "Juvenal"; CNCR 26642. 6♂, 1♀; Arroyo tributario, Tepetlampa (18° 33' 10.3" N, 96° 56' 30.9" W; 482 msnm), Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 11 diciembre 2012; cols. E. Moreno, S. Rodríguez; CNCR 29495. 4♂, 1 juvenil; Tepetlampa (18° 33' 10.3" N, 96° 56' 30.9" W; 110 msnm), Mpio. de Zongolica, Veracruz, México; 12 diciembre 2012; cols. E. Moreno, S. Rodríguez; CNCR 29494.



**Figura 20.** *Procambarus (Austrocambarus) sp. 2* (Yoloxochio): A) vista dorsal y B) fotografía en MEB del *annulus ventralis*.



**Figura 21.** *Procamburus (Austrocambarus) sp. 2* (Yoloxochio), fotografías de MEB del gonópodo del macho forma I: A) vista caudal, B) vista cefálica, C) vista lateral y D) vista mesial.

Descripción. Caparazón 1.6 veces más ancho que largo, levemente convexo, regiones poco marcadas, superficie lisa, finamente punteada. Borde frontal superior presente, incompleto hacia la parte media, formado por una hilera de gránulos, en vista frontal inclinado hacia la ranura media. Borde inferior frontal completo, formado por un borde grueso, ligeramente redondeado en vista dorsal, bilobulado en vista frontal, se extiende lateralmente para formar el margen superior de las órbitas. Surco medio profundo y estrecho, surge por encima del borde frontal inferior del caparazón, extendiéndose posteriormente por detrás del margen de los lóbulos postfrontales. Lóbulos postfrontales bajos y bien definidos. Surcos cervicales anchos, poco profundos, rectos hasta el margen del caparazón y ligeramente arqueados hacia la parte central del caparazón, sin alcanzar el margen anterolateral. Margen anterolateral formado por tubérculos, desaparece posteriormente. Margen posterior del caparazón redondeado. Ojos pigmentados, normalmente desarrollados. Mero del tercer maxilípodo con el margen externo redondeado, isquio rectangular, relación isquio/ exópodo 0.85. Apéndices ambulatorios típicos del género. Quelípedos asimétricos. Quela mayor derecha, palma ligeramente globosa, dedo móvil 0.5 de la longitud de la quela, borde cortante del dedo fijo con un arreglo irregular de dientes grandes y pequeños, el del dactilo con una disposición diferente de los dientes, grandes y pequeños; en vista dorsal los dedos se incurvan.

Primer gonópodo del macho esbelto, con una torsión levógira del eje principal en la mitad distal de su longitud. En vista cefálica (Fig. 25A), mitad distal del gonópodo con una ligera inclinación cefálica, proceso mesial orientado lateralmente, ligeramente inclinado proximalmente, disminuyendo distalmente, terminando en 2 puntas agudas, margen superior se extiende hacia la superficie interna de la proyección caudo-marginal para cerrar la cavidad del ápice; proyección caudomarginal sin lóbulo distal, lóbulo proximal grande en forma de hacha, que se extiende proximalmente, margen cefálico ondulado, con dientes pequeños y agudos, en la porción distal; cresta distal?? de la proyección caudomarginal cada vez menos gruesa cefálicamente. En vista lateral (Fig. 25B), proceso mesial laminar, afilado, con 2 puntas orientadas lateralmente; lóbulo proximal de la proyección caudo-marginal, alargadamente oval extendiéndose proximalmente hasta la porción media del eje principal del gonópodo; proyección cónica de la cresta distal evidente. En vista caudal (Fig. 25C), superficie formada por la fusión de las facies caudal y marginal del gonópodo, muestra la torsión del eje principal, proceso mesial subtriangular, lóbulo proximal de la proyección caudo-marginal alargada, delgada extendiéndose paralelamente al eje principal del gonópodo; sutura marginal recta y visible a lo largo de 2/3 del gonópodo. En vista mesial (Fig. 25D), sutura marginal evidente, arqueada distalmente, desaparece bajo la proyección caudo-marginal; lóbulo proximal de la proyección caudo-marginal largo, cubre la mitad de la longitud del gonópodo; proyección cónica de la cresta distal de la superficie lateral alineada con el eje principal del gonópodo; fleco de cerdas gruesas y largas, en el cuarto proximal de la placa marginal. En vista distal (Fig. 25E), campo de espinas amplio y ornamentado en toda su superficie por abundantes cerdas cortas, delimitado por la cresta lateral y por el borde superior del proceso mesial, que se curva bruscamente, en un ángulo de 90°, para continuarse caudalmente, en forma recta y paralelamente a la superficie interna de la proyección caudo-marginal, hasta alcanzar la apertura del canal espermático, que se encuentra en posición caudal; borde distal de la proyección caudo-marginal aserrada con gránulos espinosos; proceso mesial triangular y con el borde distal

redondeado; proyección cónica de la cresta distal de la superficie lateral evidente, en posición laterocaudal y con cerdas apicales cortas.

Tipos. Macho holotipo y alotipo, CNCR 26641; paratipos, CNCR 26642 (macho, hembra).

Localidad tipo. Choapa (18°43'32" N, 96°57'07" W; 1 053 msnm), Zongolica, Veracruz, México.

Hábitat. Los sitios en donde se hallaron los ejemplares típicamente fueron tomas de agua que los mismos pobladores construyeron y que al parecer son nacimientos de agua subterránea.

Distribución. Se puede inferir que esta especie se distribuye por todo el municipio de Zongolica, Veracruz.

Observaciones. Es interesante ver que esta especie tiene un gradiente altitudinal de distribución amplio ya que se encontró en un rango de los 480 a los 1,110 msnm.

### *Villalobosius leptomelus* (Rodríguez y Hobbs, 1989)

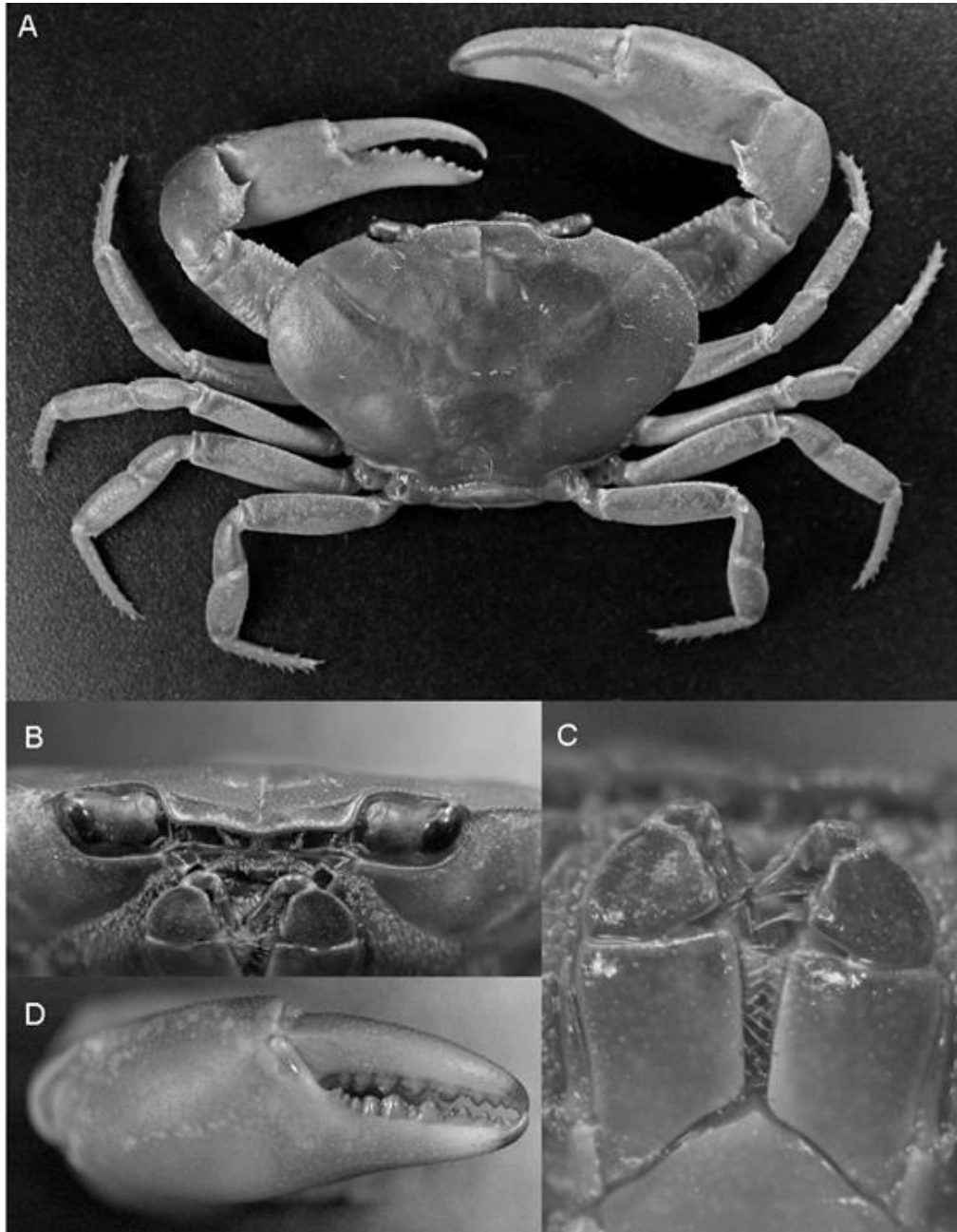
*Potamocarcinus leptomelus* Rodríguez y Hobbs, 1989: 394, fig. 1a-h. Rodríguez, 1992: 184. Villalobos *et al.* 1993: 183.

*Villalobosus leptomelus*, Villalobos y Alvarez, 2008: 258.

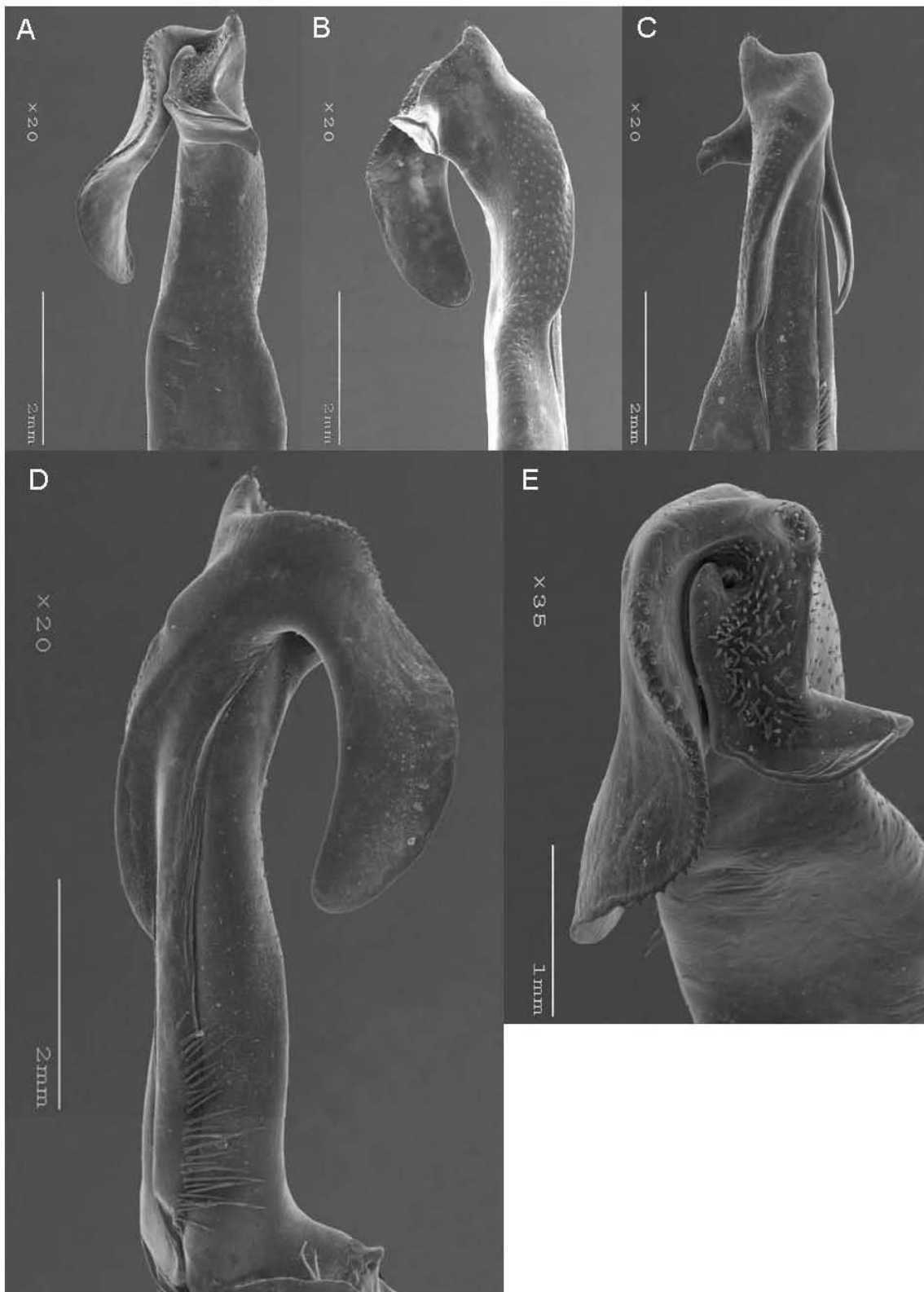
*Descripción.* Surco cervical estrecho, recto, poco profundo, casi alcanzando el margen del caparazón. Lóbulos postfrontales obsoletos, su posición marcada por ligeras depresiones; surco medio ausente excepto por la muesca en el margen superior de la porción frontal. Superficie del caparazón entre los lóbulos postfrontales y la porción frontal suavemente inclinada ventromesialmente. Porción frontal baja, frente bilobulada en vista dorsal, margen superior definido por una serie de gránulos colocados irregularmente; margen inferior en forma de V en la parte media, recta en partes laterales. Margen dorsal de las órbitas sinuoso. Angulo lateral de la órbita formado por dientes diminutos, seguido de una muesca profunda; resto del margen anterolateral cubierto por pequeñas gránulos cónicas colocadas de manera irregular. Superficie del caparazón cubierta de puntuaciones muy pequeñas, invisibles a simple vista, especialmente en la región branquial. Ojos pequeños, normalmente desarrollados, no llenan la órbita. Tercer maxilípodo con una muesca visible en el margen externo del mero, cerca de la inserción del palpo; borde externo del isquio convexo; exognato 0.59 de la longitud del isquio. Quelípedos ligeramente diferentes en forma y tamaño; palma de la quela mayor alargada, márgenes superior e inferior rectos; dedos cerrando completamente. Carpo con fuerte espina interna precedida por 4 espínulas; mero alargado con hilera de espínulas en las crestas internas y espículas pequeñas en la cresta externa. Patas caminadoras alargadas, longitud del tercer par 1.6 veces la amplitud del caparazón, mero 6.3 veces más largo que ancho. Dactilo con 7 espinas en una fila superior y 4 en 2 inferiores. Pereiópodos restantes visiblemente esbeltos. Gonópodos subcilíndricos, rectos; parte apical con un proceso marginal triangular proyectado apicalmente, proceso mesial espiniforme orientado distomesialmente, proceso cefálico bífido con ápices mesialmente orientados. Campo de espinas estrecho; con pocas cerdas, colocadas en la superficie distal del ápice.

Tipos. Macho holotipo, USNM 230080.

Localidad tipo. Cueva del Tunel Macuilca, El Porvenir, Zongolica, Veracruz, México.



**Figura 22.** *Pseudothelphusa zongolicae*: A) caparazón en vista dorsal, B) detalle del rostro, C) tercer maxilípido y D) detalle de la quela mayor.



**Figura 23.** *Pseudothelphusa zongolicae*, fotografías en MEB del primer gonópodo: A) vista cefálica, B) vista lateral, C) vista caudal, D) vista mesial y E) vista apical.

Hábitat. Los ejemplares revisados para su descripción en 1989 fueron encontrados en ambientes hipogeos, por los que son típicamente troglobios.

*Distribución.* Hasta el momento esta especie únicamente está registrada para la localidad tipo.

*Observaciones.* No se revisó ningún ejemplar de esta especie, pero se incluye en este trabajo por su previo registro dentro del municipio.

## **Estadísticos**

Cabe mencionar que la utilización de estadísticos no fue un objetivo principal de este trabajo, por lo que no hay un método de muestreo sistematizado ni controlado, pero se utilizó para apoyar la diferenciación taxonómica entre los individuos registrados en esta tesis. De las pruebas realizadas a cada grupo, se obtuvieron los siguientes resultados:

### **Langostinos**

Se tomaron medidas de longitud total (LT), longitud del cefalotórax (LCF), largo de abdomen (L. Abd.) y ancho de abdomen (An. Abd.), con las cuales se obtuvo media y desviación estándar por sexo, con fin de observar algún tipo de dimorfismo sexual reflejado en las tallas (Tabla 4), aunado a esto se realizó un análisis de correspondencia canónica (Fig.24).

### **Acociles**

En estos organismos, fue posible tomar medidas de longitud total (LT), longitud del cefalotórax (LCF), largo de abdomen (L. Abd.) y ancho de abdomen (An. Abd.), con las cuales se obtuvo media y desviación estándar (Tabla 5), por otro lado, se realizó una prueba de Fisher que tuvo un porcentaje de significancia del 95%(Tabla 6). Además, se realizó una prueba de Turkey de agrupación de subconjuntos (Tabla 7). Por último, se obtuvieron graficas de caja así como histogramas para ejemplificar la distribución de tallas de acuerdo a especie (Fig.25).

Dentro de este grupo, la especie *P. (A.) veracruzanus* obtuvo atención especial, debido a que pudo ser muestreada durante dos temporadas diferentes. Con esto, se pudo obtener promedios y desviaciones estándar de las tallas en macho y hembras (Tabla 8). También se realizó una prueba de F que tuvo un porcentaje de significancia del 95%, para observar diferencia en las tallas, las cuales, puedan determinarse por el sexo o la temporada (Tabla 9). Por último, se realizaron gráficos que ejemplifican los resultados obtenidos (Fig. 26).

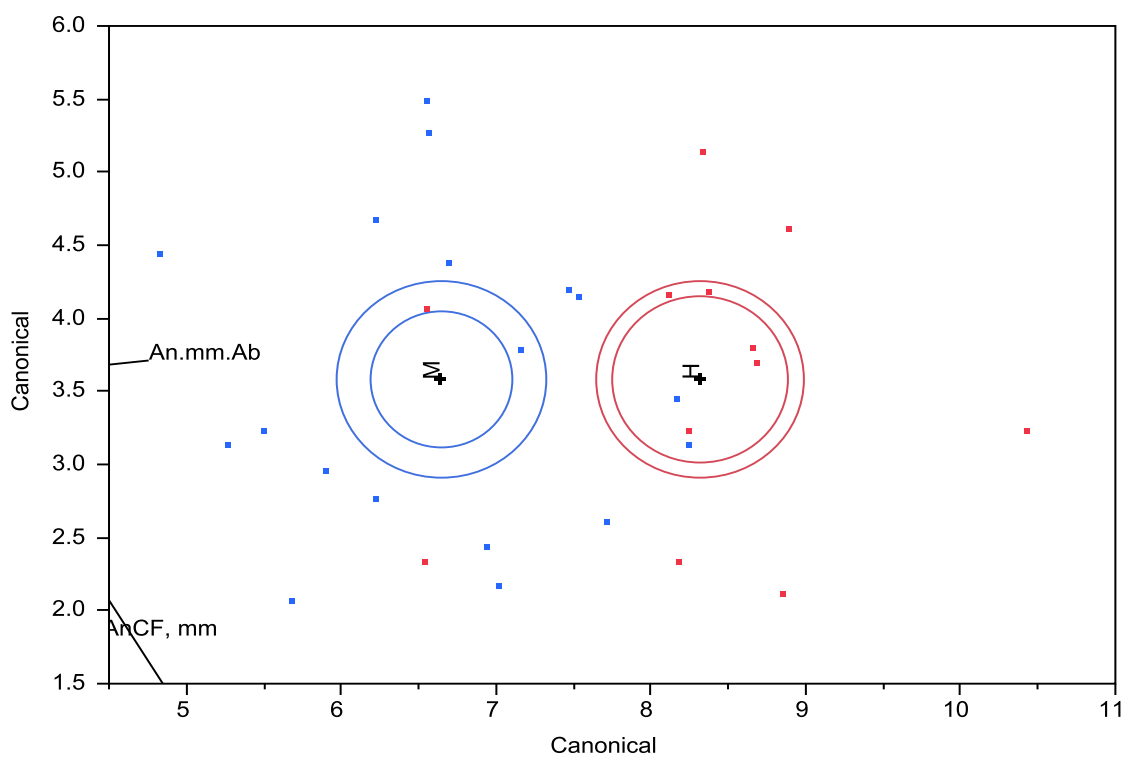
### **Cangrejos**

Con respecto a este grupo, se midieron la longitud del cefalotórax (L.C.), el ancho máximo del cefalotórax (An.Max.C.) y el margen fronto-orbita (M.F.O.). De los cuales, se obtuvo media y desviación estándar de las tallas presentadas por estadio sexual (Tabla 10). Adicionalmente, se realizó una prueba de Turkey para ver la segregación de tallas con respecto al sexo (Tabla 11). Por último, los resultados obtenidos fueron graficados en histogramas de caja (Fig. 27).



**Tabla 4.** Media y desviación estándar de los datos obtenidos por sexo.

Especie	Sexo	N	L.T. mm.		LCF. mm.		An. CF. mm.		L. Abd. mm.		An. Abd. mm.	
			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
<i>Macrobrachium</i> sp (La providencia)	H	12	28.2	2.6	12.1	1.4	4.4	0.6	16.0	1.3	3.1	0.4
	M	18	24.7	3.4	10.6	1.4	3.6	0.6	14.0	2.3	2.6	0.4
Total		30										



**Figura 24.** Gráfico obtenido a partir del análisis de correspondencias canónicas para el caso de los langostinos.

**Tabla 5.** Media y desviación estándar de los datos obtenidos para género *Procambarus*.

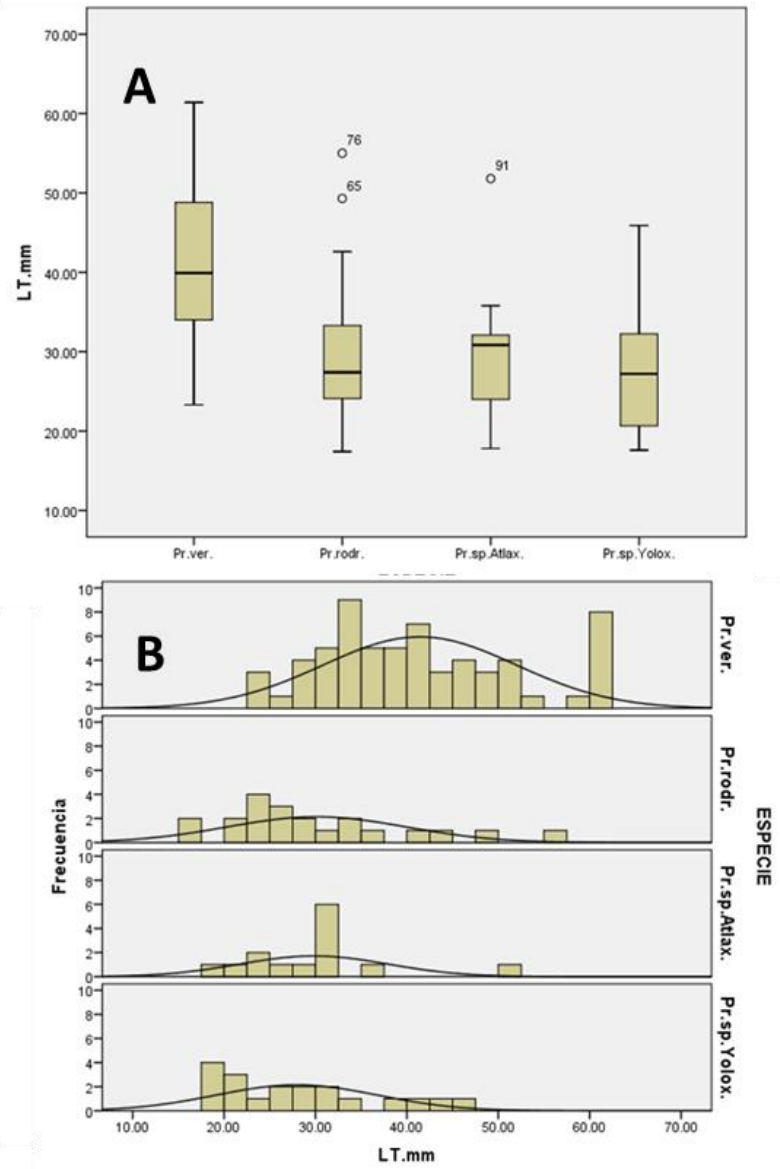
Especies	Sexo	N	LT. mm.		LCF. mm.		An. CF. mm.		L. Abd. mm.		An. Abd. mm.	
			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
<i>P. (A.) veracruzanus</i>	H	27	41.5	10.2	19.5	5.3	9.3	3.2	22.0	5.0	7.7	2.2
	MF-I	5	53.0	7.3	25.2	4.1	12.2	2.0	27.8	3.5	10.5	1.3
	MF-II	31	39.5	10.4	18.4	5.8	8.5	3.1	21.0	5.2	7.3	2.2
Total		63										
<i>P. (A.) rodriguezi</i>	H	13	28.9	11.4	13.0	5.4	5.6	2.3	15.9	6.3	5.0	2.5
	MF-II	8	32.1	6.6	15.0	3.5	6.2	1.5	17.1	3.3	5.7	1.5
	Total	21										
<i>P. (A.) sp1 (Atlaxica)</i>	H	6	30.9	3.4	14.5	1.6	6.3	0.8	16.4	1.9	5.7	0.8
	MF-I	1	51.8	0.0	25.0	0.0	11.7	0.0	26.8	0.0	10.0	0.0
	MF-II	7	25.7	5.6	12.4	3.4	5.4	1.7	13.3	2.5	4.9	1.4
	Total	14										
<i>P. (A.) sp2 (Yoloxochio)</i>	H	7	27.2	9.3	12.7	4.2	5.2	1.9	14.4	5.3	4.9	1.8
	MF-I	2	44.3	2.3	21.1	1.6	8.9	0.3	23.1	0.6	7.7	1.0
	MF-II	10	25.2	5.4	11.4	2.3	4.7	1.0	13.8	3.1	4.3	1.0
	Total	19										

**Tabla 6.** Valores de F y significancia obtenidos en las pruebas entre especies de *Procambarus*.

Fuente de variación	Variable dependiente	F	Significancia
<b>Especie</b>	LT. Mm	6.376	0.001
	LCF.mm	5.360	0.002
	An. CF.mm	7.292	0.000
	L. Abd.mm	6.650	0.000
	An. Abd. mm	7.348	0.000
<b>Sexo</b>	LT. Mm	9.576	0.000
	LCF.mm	8.551	0.000
	An. CF.mm	7.218	0.001
	L. Abd.mm	9.366	0.000
	An. Abd. mm	8.339	0.000
<b>Especie-Sexo</b>	LT. Mm	0.639	0.670
	LCF.mm	0.616	0.688
	An. CF.mm	0.372	0.867
	L. Abd.mm	0.610	0.692
	An. Abd. mm	0.448	0.814

**Tabla 7.** Prueba HSD Turkey para longitud total de *Procambarus*.

Especie	N	Subconjunto	
		1	2
<i>P. (A.) sp 1 Yoloxochio</i>	19	27.9	
<i>P. (A.) sp 2 Atlaxica</i>	14	29.8	
<i>P. (A.) rodriguezi</i>	21	30.1	
<b><i>P. (A.) veracruzanus</i></b>	<b>63</b>		<b>41.4</b>
Significancia		0.9	1.0



**Figura 25.** Gráficos obtenidos para los ejemplares del género *Procambarus*. A. Diagrama de cajas con longitud total. B. Histograma de la distribución de tallas.

**Tabla 8.** Media y desviación estándar de los datos obtenidos para la especie *P. (A.) veracruzanus* por mes.

Especies	Mes	Sexo	N	LT. mm.		LCF. mm.		An. CF. mm.		L. Abd. mm.		An. Abd. mm.	
				Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
<i>P. (A.) veracruzanus</i>	Abril	H	8	48.1	10.7	23.0	5.4	11.1	2.9	25.2	5.3	9.0	2.5
		MF-I	1	50.3	0.0	21.7	0.0	12.1	0.0	28.6	0.0	10.4	0.0
		MF-II	5	39.8	8.6	18.4	4.9	8.2	2.5	21.5	3.7	7.2	2.0
	Agosto	H	19	38.7	8.8	18.0	4.6	8.5	3.1	20.7	4.3	7.2	1.9
		MF-I	4	53.7	8.2	26.1	4.2	12.2	2.3	27.6	4.0	10.5	1.6
		MF-II	26	39.4	10.9	18.5	6.1	8.5	3.3	20.9	5.5	7.3	2.3

**Tabla 9.** Valores de F y significancia para la especie *P. (A.) veracruzanus* por mes.

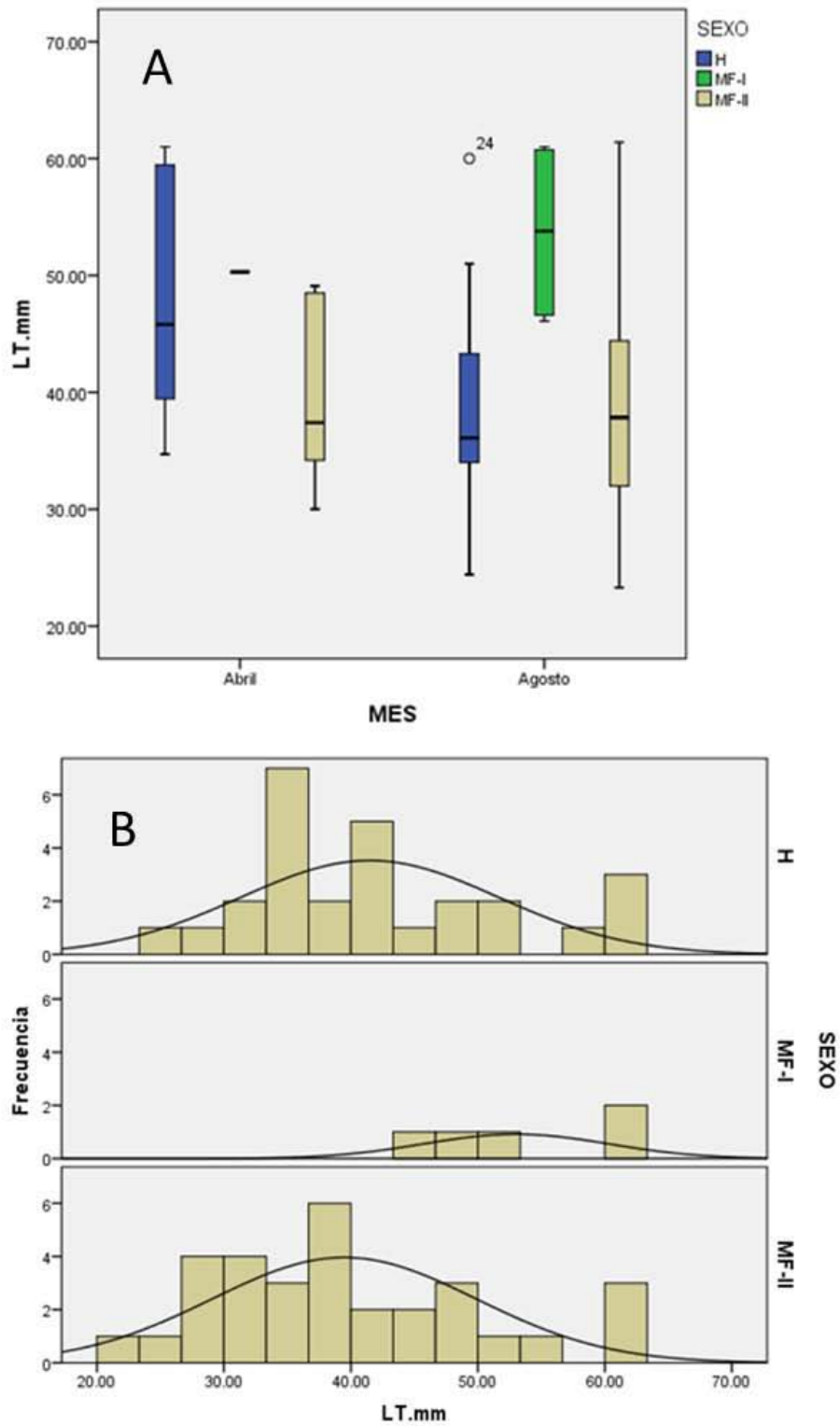
Fuente de variación	Variable dependiente	F	Significancia
<b>Sexo</b>	LT. Mm	2.254	0.114
	LCF.mm	1.659	0.199
	An. CF.mm	2.370	0.103
	L. Abd.mm	2.688	0.077
	An. Abd. mm	3.113	0.052
<b>Sexo*Mes</b>	LT. Mm	1.289	0.284
	LCF.mm	1.712	0.190
	An. CF.mm	1.152	0.323
	L. Abd.mm	0.826	0.443
	An. Abd. mm	1.113	0.336

**Tabla 10.** Tabla de las medias y desviaciones observadas en *P. zongolicae*.

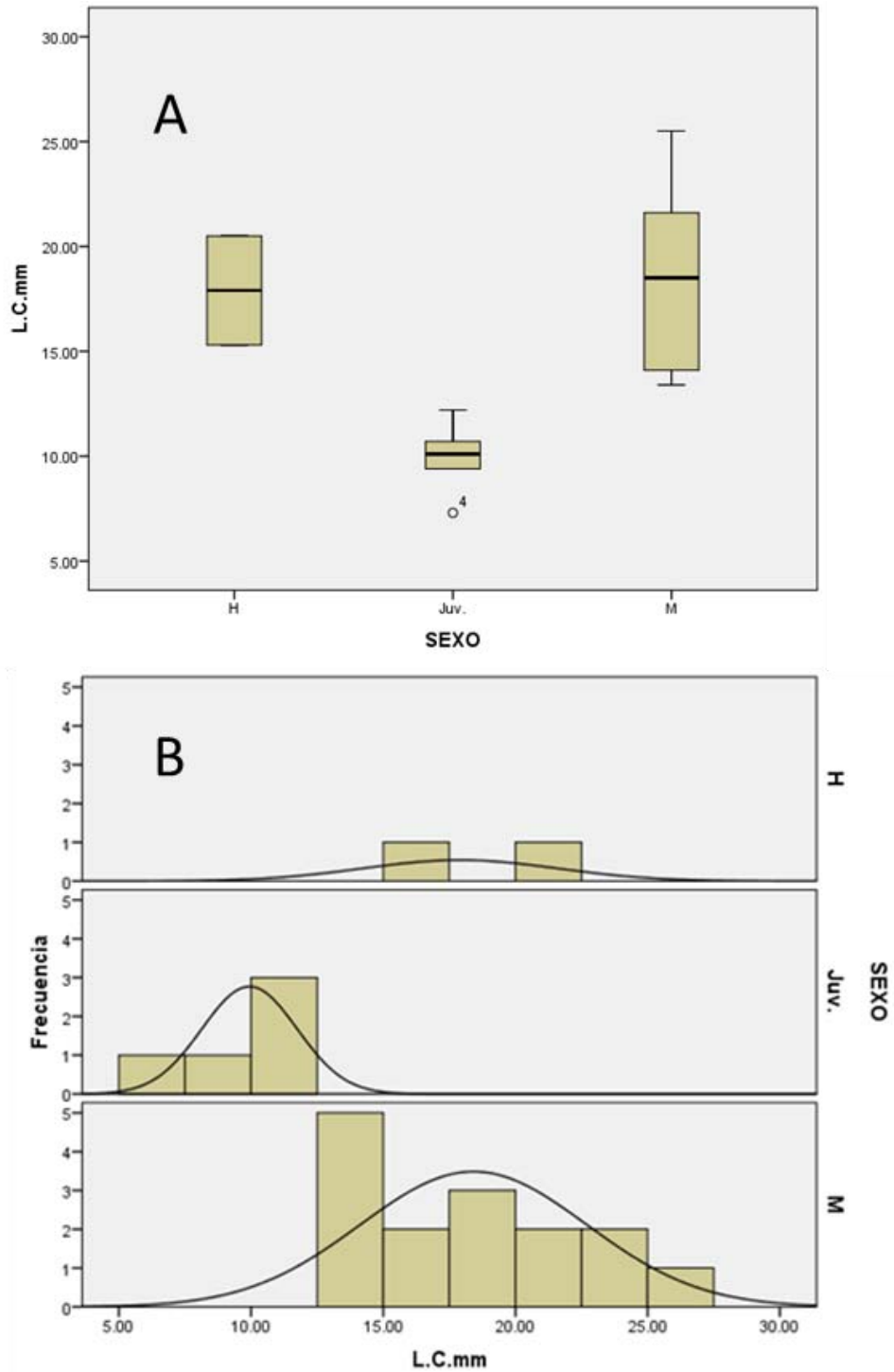
Sexo	N	L.C. mm		An. Max. C. mm		M. F. O. mm	
		Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
Hembra	2	17.9	3.7	25.6	6.4	15.5	2.0
Juvenil	5	9.9	1.8	13.6	2.7	9.4	1.2
Macho	15	18.4	2.3	27.3	6.9	15.0	3.6

**Tabla 11.** Tabla de la prueba de Turkey realizada con la longitud del cefalotórax de *P. zongolicae*.

Sexo	N	Subconjunto	
		1	2
Juvenil	5	9.94	
Hembra	2		17.9
Macho	15		18.4
Significancia		1.0	0.9



**Figura 26.** Gráficos obtenidos para los ejemplares de *P. (A.) veracruzanus*. A. Diagrama de cajas con la variación de longitud total presentada por recolecta. B. Histograma de la distribución de tallas por sexos.



**Figura 27.** Gráficos obtenidos de longitud del cefalotórax para los ejemplares de *P. zongoliceae*. A. Diagrama de cajas con la variación de longitud total presentada por sexos. B. Histograma de la distribución de tallas por sexos.

**Clave para la identificación de los crustáceos decápodos de Zongolica, Veracruz, recolectados en el presente estudio.**

1. Crustáceos con forma de cangrejo, cuerpo deprimido; abdomen reducido, flexionado debajo del cuerpo; urópodos ausentes, telson triangular .....  
..... infraorden Brachyura - familia Pseudothelphusidae ..... 2  
  
- Crustáceos con forma de camarón o de langosta pequeña, cuerpo comprimido lateralmente o cilíndrico, abdomen bien desarrollado y extendido posteriormente. Urópodos bien desarrollados y junto con el telson forman una cola en abanico ..... 3
2. Gonópodo del macho adulto con la placa marginal distalmente fusionada a la superficie caudal, formando en un proceso caudo-marginal, el cual apicalmente termina en 2 lóbulos, el lóbulo distal reducido a una serie de denticulos y el lóbulo proximal prominente, con forma de hacha alargada, proximalmente alcanza la longitud media del eje principal del gonópodo .....  
..... ***Pseudothelphusa zongolicae* (Fig. 29B)**  
  
- Gonópodo del macho adulto con la placa marginal independiente de la superficie caudal, extendiéndose apicalmente para sobrepasar ligeramente el ápice del gonópodo; proceso mesial triangular, con el ápice espiniforme y en posición distomesial; proceso cefálico bífido con los ápices dirigidos mesialmente ..... ***Villalobosius leptomelus* (Fig. 29C)**
3. Crustáceos con forma de camarón, con el cuerpo comprimido lateralmente. Pleura de la segunda somita abdominal amplia, sobrepuesta a la primera y a la tercera. Primer y segundo pares de pereiópodos quelados, el segundo par más desarrollado que el primero y con frecuencia asimétrico en forma y tamaño .....  
..... infraorden Caridea - familia Palaemonidae ..... ***Macrobrachium* sp. (Fig. 28B)**  
  
- Crustáceos con forma de langosta pequeña, con el cuerpo cilíndrico. Pleura de la segunda somita abdominal estrecha, no sobrepuesta a la primera ni a la tercera. Primer, segundo y tercer pares de pereiópodos quelados, el primero más desarrollado que los otros dos .....  
..... infraorden Astacidea - familia Cambaridae ..... ***Procambarus*** ..... 4
4. Cuerpo pigmentado (con apariencia de hábitos epígeos), robusto, córneas bien desarrolladas, quelípedos normales (más cortos que la longitud corporal) y robustos. Areola estrecha, su largo es entre 15 y 19 veces su anchura media. Hembras con la placa preanular del *annulus ventralis* entera ..... 5  
  
- Cuerpo despigmentado (aparición de hábitos cavernícolas), alargado y esbelto, córneas reducidas, quelípedos alargados (tan o más largos que la longitud corporal) y esbeltos. Areola amplia, su largo es entre 2.5 y 3.0 veces su anchura media Hembras con la placa preanular del *annulus ventralis* dividida, ya sea en la porción anterior o totalmente ..... 7
5. Gonópodo del macho forma I, en vistas cefálica y mesial, con el proceso cefálico pequeño pero evidente y de forma triangular; en vista cefálica, superficie del declive hombro cefálico con una

ligera concavidad en forma de V, cuyo vértice se sitúa en el ángulo con el borde cefálico y que abre hacia la pared cefálica de la placa lateral . ***Procambarus (Austrocambarus) veracruzanus* (Fig. 30B)**

- Gonópodo del macho forma I, en vistas cefálica y mesial, con el proceso cefálico solo marcado por un borde en la base del proceso mesial; en vista cefálica, superficie del declive hombro cefálico formado por un borde grueso y redondeado ..... 6

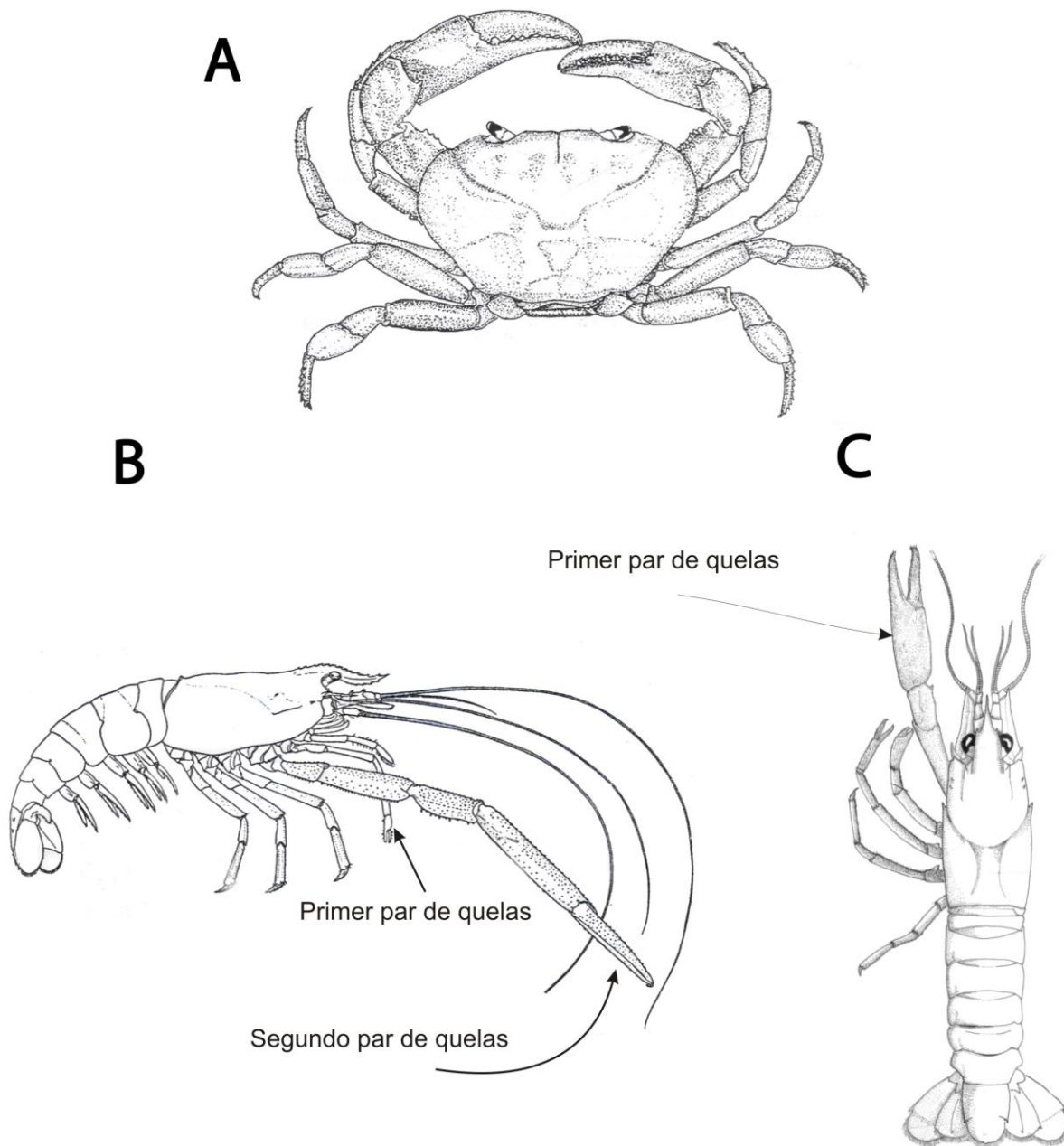
6. Gonópodo del macho forma I en vista caudal con el proceso mesial esbelto y con forma de cuchilla, con el borde distal ampliamente curvo para terminar en un ápice agudo, borde proximal suavemente cóncavo en la mitad proximal y recto en la distal. Hembras con la placa preanular del *annulus ventralis* amplia (la anchura es un poco más de tres veces el largo), margen anterior formando una curvatura de abarca todo el esternito al nivel del cuarto pereriópodo, de coxa a coxa; *annulus* subcircular, superficie esculpida irregularmente, dividido en dos mitades por un surco mesial profundo y estrecho ... ***Procambarus (Austrocambarus) citlaltepeltl* (Figs. 30A, 13B)**

- Gonópodo del macho forma I en vista caudal con el proceso mesial moderadamente amplio, lanceolado, bordes distal y proximal convergiendo en el tercio final, para formar una punta triangular de ápice subagudo. Hembras con la placa preanular del *annulus ventralis* estrecha (la anchura es más de seis veces el largo), con el margen anterior suavemente convexo de coxa a coxa; *annulus* oval, comprimido anteroposteriormente, superficie lisa y con algunas cerdas cortas irregularmente, dividido por un surco somero y estrecho .....  
..... ***Procambarus (Austrocambarus) sp. 1* (Figs. 31A, 16B)**

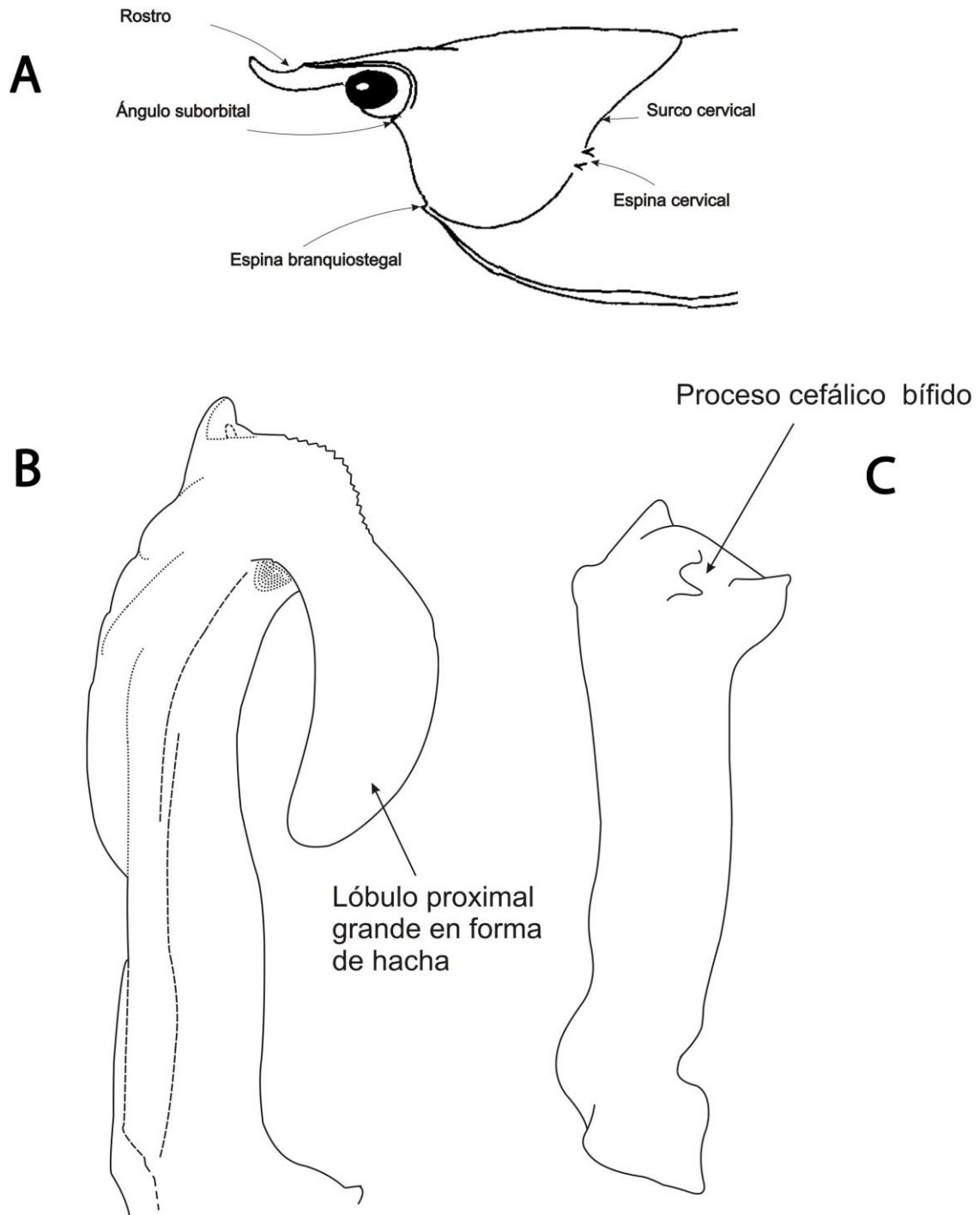
8. Hembras con la placa preanular del *annulus ventralis* robusta y con escasas cerdas cortas esparcidas en la superficie, margen anterior dividido en la porción media y con dos prominencias de superficie irregular por la presencia de tubérculos bajos, separadas una de la otra por una concavidad evidente y redondeada, que se continua sólo sobre el tercio anterior de la placa formando una hendidura corta, **que no alcanza a dividir la placa** en dos mitades; *annulus* subcircular, poco comprimido anteroposteriormente, superficie lisa, depresión cefálica amplia y profunda, delimitada a cada lado por bordes gruesos; receptáculo seminal abriendo una fisura corta en la región subapical de la superficie cefálica y se continua en forma curva al primer tercio distal de la superficie caudal ..... ***Procambarus (Austrocambarus) rodriguezi* (Fig. 31B, 15B)**

- Hembras con la placa preanular del *annulus ventralis* moderadamente robusta y con algunas cerdas cortas esparcidas en la superficie, margen anterior dividido en la porción media y con dos prominencias redondeadas y lisas, separadas una de la otra por una concavidad evidente y redondeada, que se continua sobre la placa formando una hendidura que la divide en dos mitades, margen posterior suavemente cóncavo; *annulus* ovalado, algo comprimido anteroposteriormente, superficie lisa, depresión cefálica amplia y algo profunda, delimitada a cada lado por bordes gruesos; receptáculo seminal abriendo una fisura corta en la región subapical de la superficie cefálica y se continua en forma recta al primer tercio distal de la superficie caudal ..... ***Procambarus (Austrocambarus) sp. 2* (Figs. 30C, 20B)**

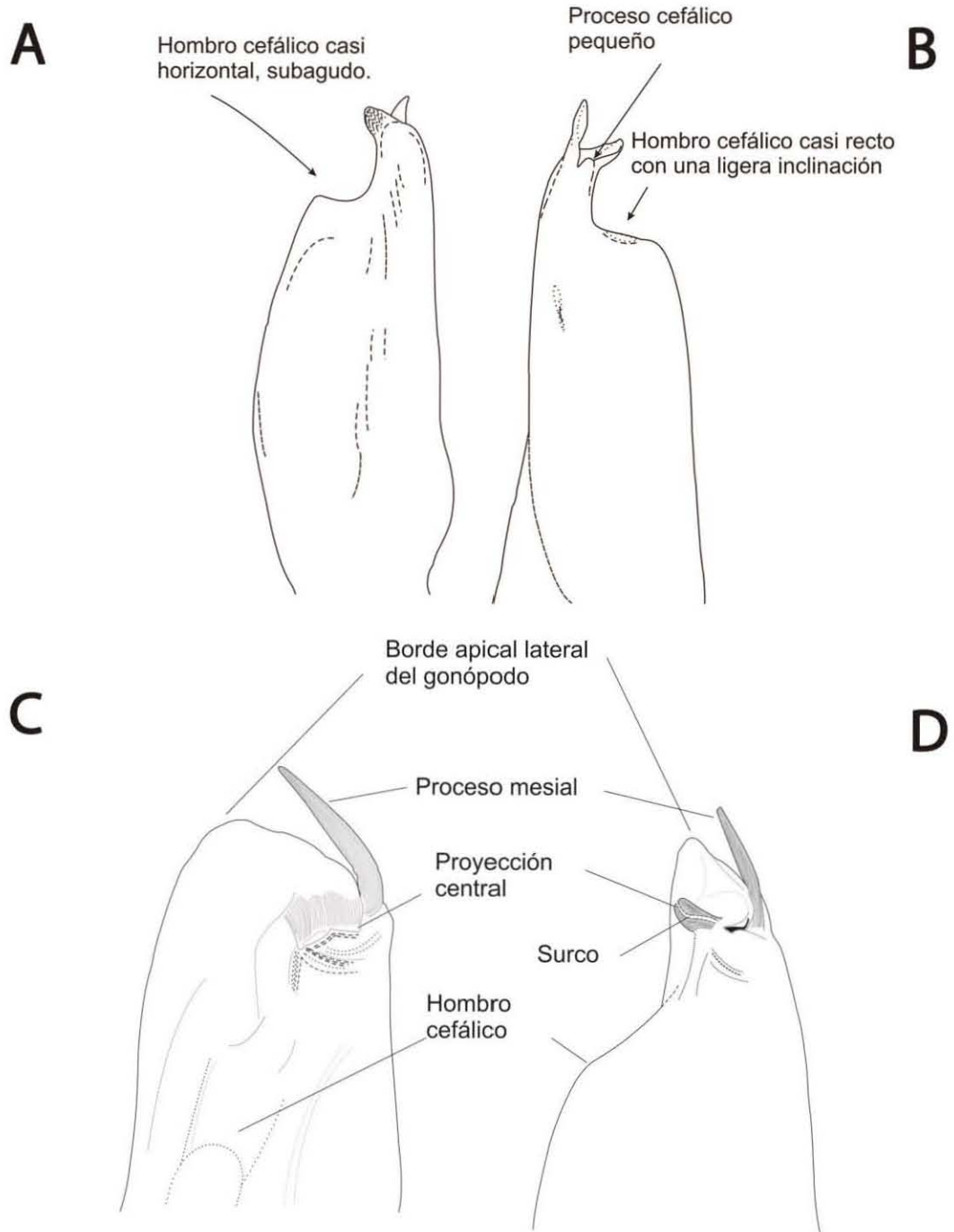




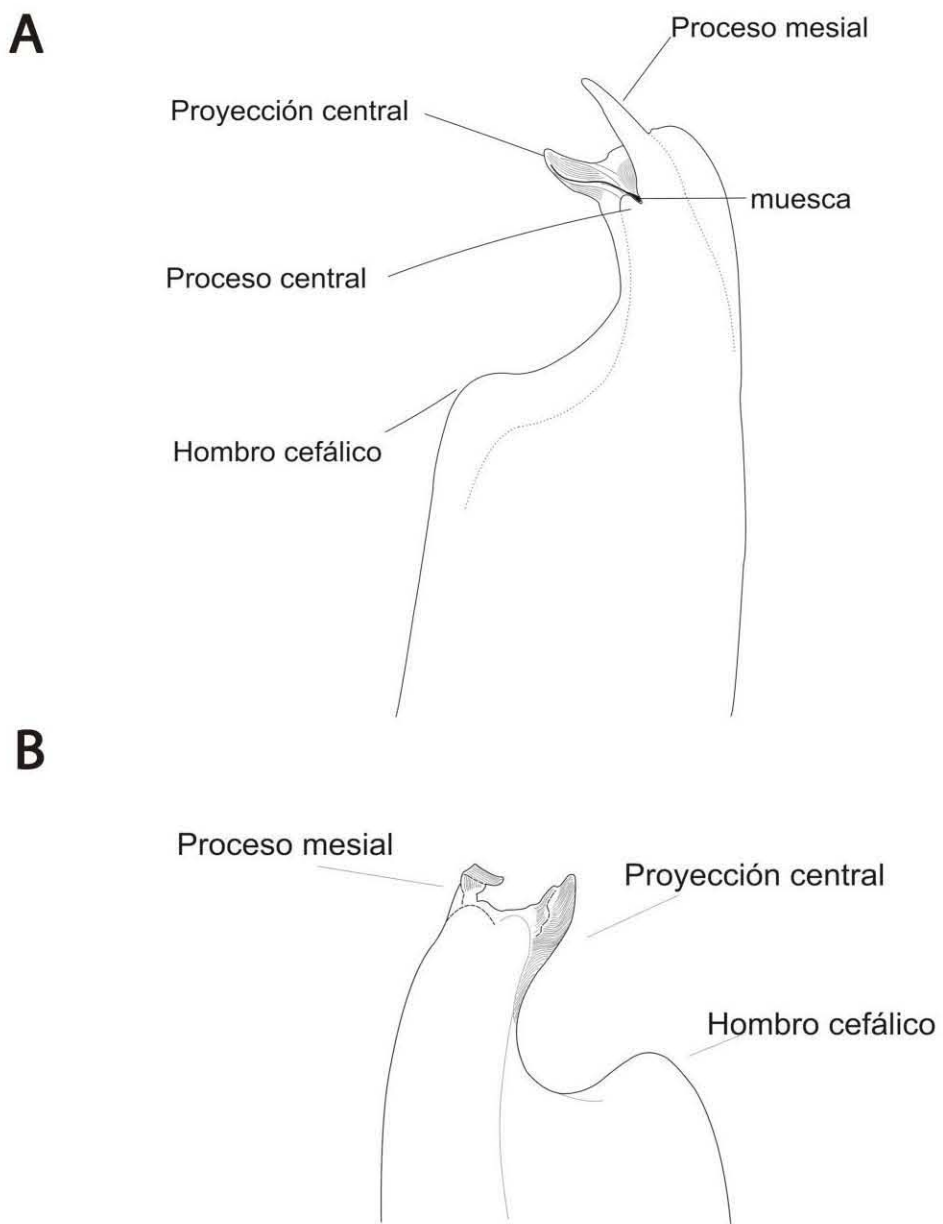
**Figura 28.** Morfología general de: A) cangrejo (tomado y modificado de Villalobos-Hiriart, 2005), B) langostino (tomado y modificado de Acuña, inédito y C) acicil (tomado y modificado de Mendoza, com. pers.).



**Figura 29.** Características y estructuras importantes de los grupos de decápodos tratados: A) porción cefálica de los cambáridos (tomado y modificado de Hobbs, 1972), B) gonópodo de *P. zongolicae* en vista mesial (tomado y modificado de Álvarez *et al.*, 1972), C) gonópodo de *V. leptomelus* en vista cefálica (tomado y modificado de Rodríguez y Hobbs, 1989).



**Figura 30.** Características y estructuras importantes de los grupos de decápodos tratados: A) gonópodo del macho forma I de *P. (A.) citlaltepeli* en vista lateral, B) *P. (A.) veracruzanus* en vista mesial, C) *Procambarus (A.) sp. 2* (Yoloxochio) vista cefálica y D) *Procambarus (A.) sp. 2* (Yoloxochio) vista mesial.



**Figura 31.** Características y estructuras importantes de los grupos de decápodos tratados: A) gonópodo del macho forma I de *Procambarus* (*A.*) sp. 1 (*Atlaxica*) en vista mesial y B) gonópodo del macho forma I de *P.* (*A.*) *rodriguezi* en vista mesial (tomado y modificado de Rojas, 1998).

## DISCUSIÓN

### Diversidad de decápodos en Zongolica

El municipio de Zongolica alberga una gran diversidad biológica, las condiciones climatológicas y orográficas tan particulares que posee, aunado a la posición que ocupa dentro de la zona de transición mexicana, abre la posibilidad de albergar una biota con diferentes afinidades biogeográficas. La conformación actual del municipio es resultado de diversos procesos geológicos y orográficos que históricamente se han presentado en la región, éstos han dado origen a diversas cuencas y subcuencas que se mantienen aisladas la mayor parte del tiempo, excepto en temporada de lluvias. Por lo general, las cuencas cuentan con cuerpos de agua propios que albergan diversos organismos acuáticos, en algunos casos únicos. Esta condición es la que hace relevante el estudio de la fauna dulceacuícola de Zongolica.

Los crustáceos decápodos que se reportan en esta tesis son afines a dos regiones biogeográficas: neártica y neotropical. Las ocho especies pertenecen a cuatro géneros y tres familias. Es interesante notar que con una extensión de 282.4 km<sup>2</sup>, en Zongolica se encuentra el 4.5% del total de especies de decápodos dulceacuícolas de México, a su vez de este porcentaje el 50% de las especies colectadas, hasta el momento, son endémicas del municipio. Tomando en cuenta este porcentaje, sería necesario considerar establecer áreas de protección en la zona, principalmente orientadas a conservar los ríos, nacientes o manantiales que dependen de la cubierta vegetal que todavía se aprecia y que poco a poco se han ido perdiendo por actividades antropomórficas.

#### Género *Macrobrachium*

La familia Palaemonidae está distribuida por todo el país, excepto en los estados del altiplano mexicano. Dentro de la familia, el género *Macrobrachium* posee la mayor riqueza específica y distribución sobre el territorio nacional (Rosas-Hernandez, 2012). El género alberga un conjunto de especies que son estrictamente dulceacuícolas que adoptaron un desarrollo larvario de tipo abreviado. La distribución de este grupo se restringe para los estados de Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas y Campeche (Botello y Álvarez, 2013).

La especie de *Macrobrachium* que se reporta en este trabajo resulta ser el registro más norteño de los langostinos de desarrollo abreviado conforme a la base de datos que alberga la CNCR, así como a las descripciones realizadas por Holthuis (1952), Villalobos y Álvarez (1999), Mejía *et al.* (2003, 2008) y Mejía-Ortiz y López-Mejía (2011). Debido a su aislamiento geográfico y a la revisión taxonómica realizada se infiere que se trata de una especie nueva para la ciencia. Desafortunadamente los caracteres morfológicos de peso taxonómico para el grupo se han agotado y en varios casos se sobrelapan, por lo que no se ha podido realizar una determinación taxonómica contundente, es necesario el uso de herramientas moleculares o morfométricas para

obtener las evidencias suficientes y respaldar la descripción taxonómica que se presenta en esta tesis.

### Género *Procambarus*

Los cambáridos constituyen la segunda familia de decápodos dulceacuícolas más diversa del país (Rosas-Hernández, 2012). El género *Procambarus* posee la mayor riqueza específica de la familia y la mayor distribución, además de ser uno de los linajes más antiguos (Hobbs, 1984). Éste comprende ocho subgéneros de los cuales *Austrocambarus* es el más diverso y ampliamente distribuido, geográficamente comprende un área que abarca desde la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM) hasta los estados del sureste de México, incluso más allá en Guatemala, Belice y Honduras. Veracruz alberga la mayor riqueza específica del subgénero, particularmente la región del centro que está en contacto con la FVTM, ya que presenta una orografía accidentada dando lugar a varias cuencas que han propiciado la diversificación de las especies (Armendariz, 2011; Rosas-Hernández, 2012).

Se encontraron cinco especies de acociles de las cuales tres son conocidas y dos resultaron ser especies nuevas para la ciencia. Los ejemplares reconocidos como *Procambarus* (*Austrocambarus*) *citlaltepetl* y *P. (A.) rodriguezi*, que son especies conocidas en municipios más o menos cercanos a Zongolica, presentaron variaciones morfológicas interesantes, con respecto a los Tipos de dichas especies que se encuentran depositados en la CNCR. La forma del epistoma así como la distribución de los tubérculos que cubren la palma del primer pereiópodo varían en comparación con lo reportado, lo que puede deberse ya sea a variación intraespecífica o a un incipiente proceso de especiación debido a su aislamiento geográfico. Por otra parte, no se encontró variación morfológica significativa en el gonópodo y *annulus ventralis*, que son las estructuras con los caracteres diagnósticos más importantes en el reconocimiento de las diferentes especies. Los acociles reportados como *P. (A.) veracruzanus* en esta tesis presentaron mayores variaciones morfológicas con respecto a lo que reporta Villalobos-Figueroa (1955) y Rojas-Paredes (1989); las variaciones más representativas se observaron en la forma del epistoma, así como en algunas espinas, por ejemplo, la espina branquiostegal y hepática (Tabla 1); en el gonópodo se observó que el hombro cefálico está ligeramente más inclinado y la distancia del hombro cefálico a los elementos apicales es menor, lo que podría sugerir la aparición de una especie nueva muy cercana a *P. (A.) veracruzanus*. Se decidió dejar a este organismo como *P. (A.) veracruzanus* en espera de disponer de mayor evidencia para separar ambas formas.

Los acociles considerados como posibles especies nuevas se discuten a continuación. La morfología que presenta la especie *P. (A.)* sp 1 (Atlixica) en el cefalotórax y abdomen así como en los elementos rostrales son muy similares a lo que se observa en *P. (A.) veracruzanus*; sin embargo, en el gonópodo se observa una morfología diferente. Aunado al examen morfológico, la orografía del municipio juega un papel importante también, ya que ambas especies se encuentran en formaciones orográficas separadas e inclusive a diferentes altitudes. Con respecto a la especie *P. (A.)* sp 2 (Yoloxochio), al ser recolectada se observó que poseía una morfología de tipo troglobia, en un inicio se relacionó con la especie *P. (A.) rodriguezi* que reporta Hobbs en 1943, pero al revisar detalladamente el gonópodo se observó una morfología diferente, el hombro cefálico

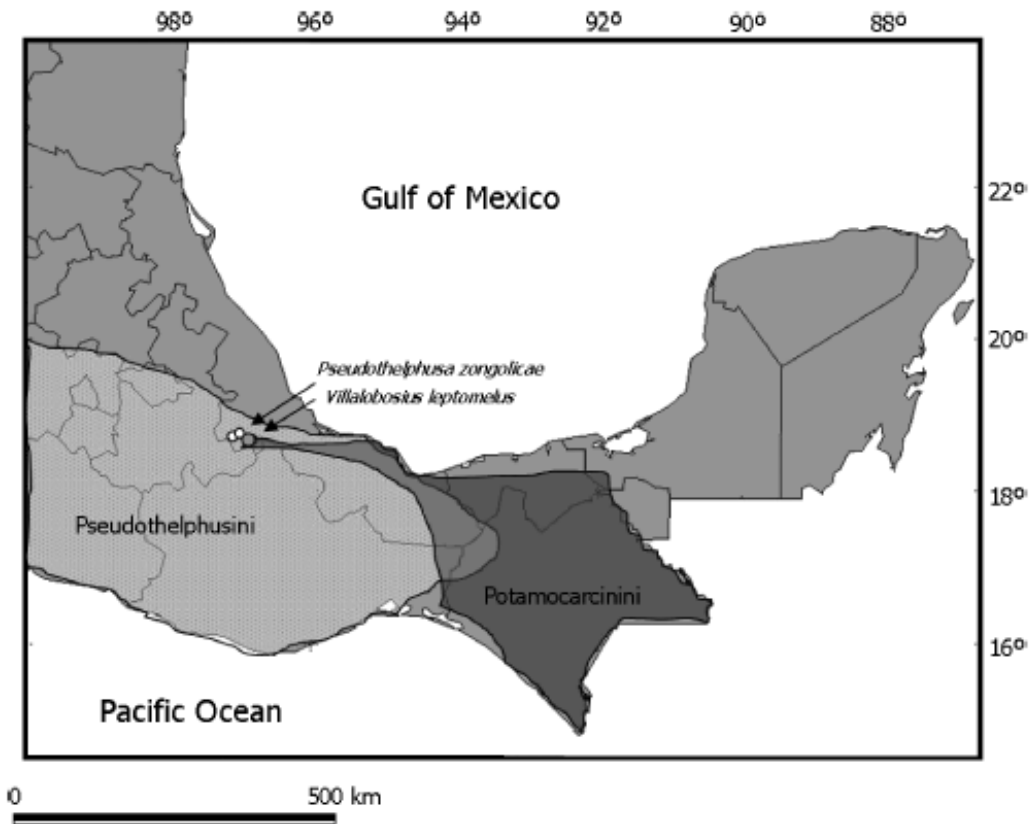


Figura 32. Mapa de la ubicación de *P. zongolicae* y *V. leptomelus* (Tomado de Alvarez et al., 2012)



Figura 33. Distribución de los géneros de Palemónidos estrictamente dulceacuícolas (Tomado de Botello y Álvarez, 2013).

posee una estructura diferente, en vista mesial posee un declive pronunciado formando un ángulo ligeramente curvo, los procesos que conforman a la proyección central se ven claramente divididos por una fisura profunda y el borde distal lateral está pronunciado apicalmente, características que *P. (A.) rodriguezi* no posee.

#### Uso de *Annulus ventralis*

La utilización del *annulus ventralis* como herramienta taxonómica ha sido discutida y aplicada en trabajos como Hobbs, 1989 y Villalobos-Figueroa, 1955, los cuales difieren no abundan en su validez. Rojas-Paredes en 1989 encontró que esta estructura presenta características significativas entre especies del género *Procambarus*, particularmente las que se distribuyen en la zona centro del estado de Veracruz, además vio que dichos caracteres son constantes intraespecíficamente. En el caso particular de este trabajo, se utilizó como herramienta para determinar taxonómicamente a especies en las que no fue posible encontrar un macho forma I, la utilización de esta estructura ayudo afirmar la presencia de *P. (A.) rodriguezi*, apoyar la reforzar la determinación de *P. (A.) veracruzanus*, así como afirmar la diferenciación a *P. (A.)* sp 1 (Atlaxica) y *P. (A.)* sp 2 (Yoloxochio) de *P. (A.) rodriguezi*. En este trabajo sirvió como una buena herramienta taxonómica.

#### Géneros *Pseudothelphusa* y *Villalobosius*

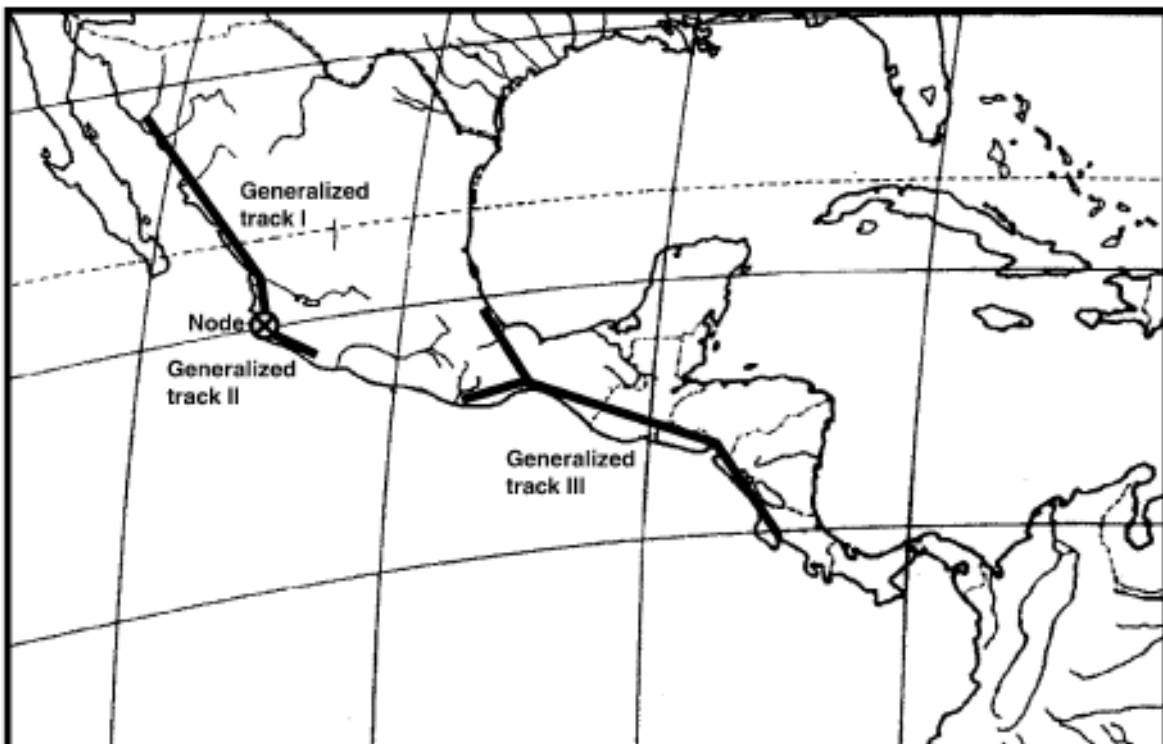
La familia Pseudothelphusidae posee la mayor riqueza específica de decápodos dulceacuícolas del país, su distribución es estrictamente neotropical, lo que comprende la vertiente del Pacífico que tiene como límite norte la porción sur de los estados de Sonora y Sinaloa, los estados del centro del país y la vertiente del golfo desde la porción media de Veracruz hasta los estados del límite sur del país. En México está representada por tres tribus, Hypolobocerini, Potamocarcinini y Pseudothelphusini, ésta última alberga al género con la mayor riqueza específica de la familia, *Pseudothelphusa* (Villalobos y Álvarez, 2008). El género *Pseudothelphusa* está ampliamente distribuido, desde el sur de Sonora pasando por la vertiente del Pacífico hasta Oaxaca, extendiéndose por los estados del centro hasta llegar a la región de Los Tuxtlas, Veracruz (Villalobos-Hiriart, 2005; Álvarez *et al.*, 2012; Rosas-Hernández, 2012). De los dos cangrejos reportados en este trabajo, se determinó que uno de ellos pertenece al género *Pseudothelphusa*, pero resultó ser una especie nueva que se describió y se nombró como *Pseudothelphusa zongolicae* (Álvarez *et al.*, 2012). En cuanto a su distribución, ésta relaciona con las especies del centro del país con las encontradas en Los Tuxtlas, por otro lado su ubicación es particularmente interesante ya que se sobrelapa con la distribución del género *Villalobosius* que pertenece a la tribu Potamocarcinini, lo cual hace de Zongolica un sitio de interés biogeográfico para la familia, debido a que es un lugar en donde las tribus Pseudothelphusini y Potamocarcinini se sobrelapan (fig. 32) (Álvarez *et al.*, 2012).

Por su parte la tribu Potamocarcinini contiene la mayor diversidad de géneros de la familia, su distribución va desde su límite norte en Zongolica ubicado en la porción centro de Veracruz extendiéndose por la vertiente del golfo por Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Chiapas. De los





**Figura 34.** Ruta migratoria del género *Procambarus* (tomado y modificado de Hobbs, 1984).



**Figura 35.** Trazos generalizados, ruta que posiblemente siguió el género *Pseudothelphusa* (tomado y modificado de Huidobro *et al.*, 2006).

géneros que comprende la tribu, el género *Villalobosius* alberga sólo dos especies, las cuales son típicamente troglobias, en este trabajo se reporta la presencia de *V. leptomelus* (Villalobos y Álvarez, 2008). Este registro es meramente bibliográfico, ya que dicha especie no se localizó durante los muestreos realizados, se propuso buscar la localidad tipo, pero al parecer su ubicación es desconocida para los habitantes del municipio. Su distribución marca el límite norte de la tribu.

## **Migración al municipio de Zongolica**

Para entender los patrones actuales de distribución de los organismos encontrados en el municipio hay que revisar, entre otros puntos, los procesos geológicos que moldearon la topografía de Zongolica y los procesos de diferenciación y migración que han influenciado la distribución actual de los crustáceos encontrados.

## **Langostinos**

Con respecto a los palemónidos, *Macrobrachium sp.*, reportados en éste trabajo, se puede especular que habrían llegado a la sierra de Zongolica por medio de una invasión de un linaje ancestral que entró por la porción central de Veracruz, desde la cuenca del Papaloapan, como explican Botello y Álvarez (2013) en la figura 33. Este proceso pudo incluir tanto a las especies de desarrollo completo como de desarrollo abreviado, pero al terminar de conformarse la orografía de la región las especies de desarrollo extendido no pudieron continuar reproduciéndose ya que no existió un acceso claro al mar, lo cual interfiere con su ciclo reproductivo. La zona baja de la sierra de Zongolica podría haber estado conectada a la planicie costera durante eventos de un mayor nivel del mar en épocas pasadas, lo que habría facilitado la invasión de langostinos a la zona.

## **Acociles**

Como lo han discutido Hobbs, 1984; Villalobos-Figueroa, 1955; Pedraza-Lara *et al.*, 2012, la familia Cambaridae tiene un centro de radiación en el sureste de los Estados Unidos, a partir del cual se extiende la distribución de la familia en todas direcciones. En México, las especies de *Procambarus* se distribuyen principalmente a lo largo de la vertiente del Golfo de México y sobre la FVTM (Armendáriz *et al.*, en prensa). En particular, las especies del subgénero *P. (Austrocambarus)* se distribuyen desde el centro de Veracruz hacia el sur hasta Honduras y en el Caribe a Cuba (Álvarez y Villalobos, 2015). Los principales autores que han estudiado el grupo y coinciden en que el linaje que dio origen a las especies de *P. (Austrocambarus)* es antiguo, la diversificación del mismo ha ocurrido de norte a sur y en el seguimiento de una ruta principal a través de la vertiente del golfo (Fig. 34), dando lugar a ramificaciones laterales. Se estima que en el área de estudio una de estas ramificaciones quedó aislada debido a la aparición de la FVTM en el Mioceno, dando lugar a eventos vicariantes que dieron como resultado eventos de especiación. Proceso que se repiten dentro del municipio debido a su orografía.

## Cangrejos

La presencia de cangrejos pseudotelfúsidos en Zongolica fue registrada por primera vez por Rodríguez y Hobbs (1989) quienes describieron a *Potamocarcinus leptomelus*. Esto es relevante porque representa el registro más norteño en el continente de una especie de la tribu Potamocarcinini, que tiene una distribución en el sur de México y a través de Centroamérica. Recientemente Villalobos y Álvarez (2008) re-ubicaron a esta especie en *Villalobosius*. Por otra parte, como resultado de este estudio se encontró y describió a *Pseudothelphusa zongolicae*, creando una zona de traslape de dos tribus en una región muy pequeña.

Es razonable suponer que ambas especies aparecen en la zona como resultado de procesos diferentes. *V. leptomelus* procede de la expansión de un linaje centroamericano que encontró su límite norte en Zongolica (Villalobos y Álvarez, 2008). Mientras que *P. zongolicae* puede proceder de un linaje antiguo que proviene de Chiapas, el cual divergió dando origen al género *Tehuana* en la vertiente del Golfo y a *Pseudothelphusa* que migró a lo largo de la vertiente del Pacífico así como de la FVTM como se ve en la figura 35 (Villalobos-Hiriart, 2005; Huidobro *et. al.* 2006). La formación de la FVTM en el Mioceno modificó drásticamente en la orografía del territorio, en el proceso se formaron varias cuencas y subcuencas las cuales dieron lugar a eventos vicariantes que influenciaron a los linajes que ya se encontraban en esta zona (Ferrusquía-Villafranca, 2007; Martínez-Aquino, 2007), se infiere que la aparición de *P. zongolicae* puede ser resultado de este proceso, aunado a diversos factores bióticos.

Es difícil establecer con certeza cuales fueron los procesos geológicos que dieron origen a la migración de estos crustáceos al municipio, para ello se necesitan estudios más detallados sobre su historia geológica. A su vez es necesario datar la aparición de los organismos en el municipio con herramientas moleculares, como la utilización de relojes moleculares. Con estas dos evidencias, la migración de estos crustáceos al municipio podría esclarecerse.

Es necesario seguir con estudios en el municipio, ya que es un área interesante debido a su posición geográfica y a que falta por recorrer los sistemas cavernícolas que alberga.

## Evidencia estadística

Como se mencionó antes, de manera adicional se realizaron estadísticos con las medidas de los caracteres merísticos, que se obtuvieron durante las determinaciones y descripciones taxonómicas realizadas durante este trabajo. Con el fin de apoyar dichas identificaciones, así como las hipótesis sobre las posibles especies nuevas. Cabe mencionar que este apartado no fue un objetivo principal de este trabajo, pero se realizó por las razones antes descritas.

## Langostinos

En este grupo los resultados obtenidos muestran una marcada diferencia de tallas entre machos y hembras, donde, las hembras son de mayor tamaño. Esta característica se presenta en varios grupos biológicos (Ghiselin, 1969; Warner, 1975), en carideos se ha descrito y discutido (Bauer, 2000; Bauer, 2004) como una ventaja adaptativa, donde, el desgaste energético en

hembras durante la producción de gonadas viables es mayor que el presentado por los machos. Además, el tamaño reducido de los machos les confiere la capacidad de evadir fácilmente a sus depredadores. También, se piensa que la producción de huevos depende del tamaño de la hembra, a mayor tamaño la producción es mayor. En resumen, la especie *Macrobrachium* sp (La Providencia) se comporta de acuerdo a la biología del grupo. Se podría discutir fertilidad, porcentaje de eclosión, etc., pero es necesario adicionar más datos de la especie, así como el de otras especies para poder hacer un análisis pertinente.

### **Acociles**

Particularmente, en este grupo se obtuvo un mayor número de observaciones. La prueba de F realizada, mostró que hay una clara diferencia entre los tamaños de las especies encontradas, esto es una evidencia de diversas ideas planteadas en este trabajo. Primero, son especies diferentes, para la determinación taxonómica se observó el gonópodo del macho forma I y es evidente esta diferencia, aunque, en el caso de *P. (A.) rodriguezi* no fue posible hacer dicha observación y se llegó a pensar que era la misma especie que *P. (A.)* sp 2 (Yoloxochio) debido a que presentan características morfológicas y la conformación del *annulus ventralis* son similares aunque no iguales, con esta evidencia se reafirma la diferenciación de estas dos especies. Esta diferenciación es más fácil de observar con la figura 25A. Segundo, debido a lo anterior se refuerza la confiabilidad del *annulus ventralis* como estructura para la determinación taxonómica en este trabajo, para poder discutir más a detalle esto en todo el género es necesario realizar mayores pruebas y estudios como el que realizó Rojas-Paredes en 1989.

En el caso concreto de *P. (A.) veracruzanus*, fue posible identificarla como la especie de mayor talla en la prueba de Turkey, esto tal vez se debe a que se trata de una especie con una mayor disposición de nutrientes al habitar cuerpos de agua epigeos, en contraste con las especies que habitan ambientes hipogeos como *P. (A.) rodriguezi*, *P. (A.)* sp 2 (Yoloxochio) y *P. (A.)* sp 1 (Atlixica). También, se realizó un estadístico comparativo para observar si el sexo o la estacionalidad influyen en la proporción de tallas dentro de la población. En cuanto a la influencia del sexo, se observa que no hay relación evidente aunque las hembras tienden a presentar el abdomen más ancho y largo, se ha reportado que en la especie *P. llamasi* así pasa y se relaciona porque es en esta región en donde se incuba y protege la masa ovigera (Rodríguez-Serna, 1999). En cuanto a la influencia del temporal, se puede observar que existe variación en las tallas y proporciones sexuales como lo muestra la figura 26A, esta variación puede deberse a que existen varios ciclos de reproducción y de maduración sexual a lo largo del año, como reporta Rodríguez-Serna, 1999 para *P. llamasi*, el cual presenta de 2 a 4 ciclos reproductivos al año, no se puede aseverar que pasa lo mismo con las especies reportadas en este trabajo, ya que las condiciones ambientales son diferentes, pero se puede decir que tienen más de un ciclo reproductivo al año entre las épocas de calor y lluvias. Se puede observar en la figura 26 que posiblemente se recolectó en dos ciclos reproductivos diferentes, ya que en Abril se encontró un solo macho forma I, varios machos forma II y hembras de tallas grandes, lo que puede indicar que estaba por comenzar el ciclo reproductivo, que estos machos forma II estaban por entrar en su ciclo reproductivo. Por otro lado, en el mes de agosto se colectó un mayor número de machos forma I

de tallas grandes en contraste con los machos forma II y Hembras que presentaron tallas menores, en este caso pueden existir dos posibilidades, la primera, que el ciclo reproductivo estuviera empezando o que los eventos de reproducción hubieran terminado. Se especula de esta manera debido a que no se encontró hembras ovigeras y a que no hubo un muestreo sistematizado buscando alguna respuesta de este tipo. Cabe recalcar que la información acerca de la biología de estos organismos es poca y que son necesarios para entender a la especie en sí.

## Cangrejos

En la figura 27 se observan los gráficos resultantes de las medidas tomadas a estos organismos, los cuales, muestran que los machos son los organismos de mayor talla. Esto se debe a que los machos fueron seleccionados de esta manera con fines taxonómicos, para observar de manera detallada los caracteres taxonómicos.

## CONCLUSIÓN

- La diversidad de crustáceos dulceacuícolas en el municipio de Zongolica se debe a la posición geográfica que ocupa dentro de la zona de transición mexicana, a la compleja orografía que presenta y al número de cuencas y subcuencas que alberga.
- Las especies observadas en el municipio, provienen de linajes antiguos, anteriores a la formación de la FVTM en el Mioceno.
- La estructura orográfica del municipio ha dado lugar a eventos vicariantes, que dieron como resultado la formación de especies nuevas.
- La especie reportada del género *Macrobrachium* es el registro más norteño de las especies de desarrollo abreviado. Es necesario usar herramientas moleculares o morfométricas para respaldar la teoría de que se trata de una especie nueva.
- Las especies reportadas del subgénero *Austrocambarus* se encuentran en el límite norte de la distribución del subgénero. Las variaciones morfológicas encontradas en las especies identificadas, puede indicar que se está desarrollando un incipiente proceso de especiación debido a su aislamiento geográfico que presentan los organismos. Se describen dos posibles especies nuevas *Procambarus (Austrocambarus) sp 1* y *Procambarus (Austrocambarus) sp 2*.
- Como parte de los muestreos realizados en el área de estudio, se capturaron ejemplares de cangrejos de agua dulce, que resultaron pertenecer a una especie no descrita para la ciencia. La descripción de *Pseudothelphusa zongolica*, se realizó en el 2013 y es posible que tenga relación filogenética con el linaje que dio origen a los géneros *Tehuana* y *Pseudothelphusa*. A pesar de no ser encontrada la especie *V. leptomelus* fue incluida en esta tesis por tener un registro histórico dentro del municipio. La presencia de estas dos especies hace del municipio un lugar interesante debido a que se sobrelapa la distribución de dos tribus diferentes, Pseudothelphusini y Potamocarcinini.

## LITERATURA CITADA

- Acuña, E.P. Inédita. Origen del desarrollo abreviado en el género *Macrobrachium*: Genética molecular, análisis filogenético y comparado. Tesis doctoral. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 180 p.
- Ahyong, T., J. K. Lowry, M. Alonso, R. N. Bamber, G A. Boxshall, P. Castro, S. Gerken, G. S. Karaman, J. W. Goy, D. S. Jones, K. Meland, D. C. Rogers y J. svarsson. 2011. Subphylum Crustacea Brünnich, 1722. En: Zhang, Z. Q. (ed.). Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa* 3148:165-191.
- Álvarez, F. 1989. *Smalleyus tricristatus*, new genus, new species, and *Pseudothelphusa parabelliana*, new species (Brachyura: Pseudothelphusidae) from Los Tuxtlas Veracruz, México. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 102: 45-49.
- Álvarez, F. y J.L. Villalobos. 1997. Pseudothelphusidae y Trichodactylidae (cangrejos). En: González-Soriano, E., R. Dirzo y R.C. Vogt (eds). *Historia Natural de Los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México. 415-417 p.
- Álvarez, F., J.L. Villalobos, Y. Rojas y R. Robles. 1999. Listas y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, serie zoología* 70(1): 1-27.
- Álvarez, F., J. L. Villalobos y S. Chazáro-Olvera. 2011. Camarones y cangrejos dulceacuícolas y Marinos (Crustacea: Decapoda). En: *La Biodiversidad de Veracruz: Estudio del Estado, Vol 2: Diversidad de Especies*. Conabio, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México. 287–295 p.
- Álvarez, F., J. L. Villalobos y E. G. Moreno, 2012. *Pseudothelphusa zongolicae*\_a new species of freshwater crab from Veracruz, México. *Crustaceana* 85(12-13): 1541-1547.
- Álvarez, F., J. L. Villalobos, E. Hendrickx, E. Escobar-Briones, G. Rodríguez-Almaraz y E. Campos. 2014. Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decápoda) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad (Supl.)* 85: 208-219.
- Álvarez, F. y J.L. Villalobos. 2015. Chapter 9. The crayfish of Middle America. En: T. Kawai, Z. Faulkez y G. Scholtz (eds.), *Freshwater Crayfish: A Global Overview*. CRC Press.
- Armendáriz, G. 2011. Patrones de distribución y riqueza de especies de acociles (Decapoda: Cambaridae) de México. Tesis Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 76 p.
- Armendáriz, G., B. Quiroz-Martínez y F. Alvarez. En prensa. Distribution, diversity, endemism and risk of the Mexican crayfish (Crustacea: Cambaridae). *Journal of Biogeography*.
- Bauer, R. T. 2000. Simultaneous hermaphroditism in caridean shrimp, *Rimapenaeus similis* (Decapoda: Penaidae): Description and experimental testing of function. *Journal of crustacean biology*. 20(2):116-128.
- Bauer, R. T. 2004. Remarkable shrimps: Adaptations and natural history of the carideans. University of Oklahoma press. 271 p.
- Botello, A. y F. Álvarez. 2013. Phylogenetic relationships among the freshwater genera of palaemonids shrimps (Crustacea: Decapoda) from Mexico: evidence of multiple invasions? *Latin American Journal of Aquatic Research* 41(4): 773-780.

- Camacho, E., F. Álvarez y J.L. Villalobos. 1997. PALAEMONIDAE (camarones de río, langostinos). En: González-Soriano, E., R. Dirzo y R. C. Vogt (eds). Historia Natural de Los Tuxtlas. Universidad Nacional Autónoma de México. 410-415 p.
- CONABIO. 2008. Regiones hidrológicas prioritarias (en línea). En: Comisión nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, <<http://www.conabio.gob.mx>>, acceso libre. Consulta: 17 de Diciembre de 2011.
- Castillo-Campos, G. 2011. Ambientes terrestres. Resumen ejecutivo. En: La Biodiversidad de Veracruz: Estudio del Estado, Vol. 1: Diversidad de Especies. Conabio, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología. 161-162 p.
- Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A. C. 2003. El recurso hídrico en México, análisis de la situación actual y perspectivas futuras. 267 p.
- Espinosa, E. 1994. Origen y distribución de las cavernas en México. Ciencias 36: 44-49.
- Espinosa, D., S. Ocegueda, C. Aguilar, O. Villela y J. Llorente-Bousquets. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización. En: El capital natural de México, vol. 1 Conabio. 33-65 P.
- Ferrusquía-Villafrancia, I. 2007. Ensayo sobre la caracterización y significación biológica. En: Luna, I., J. J. Morone y D. Espinosa (eds). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana, Universidad Nacional Autónoma de México. 7-23 p.
- García, J. L. y E. De La Lanza. 2002. Las aguas epicontinentales de México. En: De La Lanza, E. y J. L. García. Lagos y Presas de México. AGT EDITOR, S.A. 5–35p.
- Geissert, D. y E. E. Fernández. 2011. Geomorfología. En: Conabio. La Biodiversidad de Veracruz: Estudio del Estado, Vol. 1. Conabio, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México. 53–69 p.
- Ghiselin, M. T. 1969. The evolution of hermaphroditism among animals. The quarterly review of biology. 44:189-208.
- Hobbs, H. H., Jr. 1984. On the distribution in the crayfish genus *Procambarus* (Decapoda: Cambaridae). Journal of Crustacean Biology 4(1): 12-2.
- Hobbs, H. H., Jr. 1943. Two new crayfishes of genus *Procambarus* from México (Decapoda: Astacidae). Lloydia. 6: 198-206.
- Hobbs, H. H., Jr. 1972. The subgenera of the crayfishes genus *Procambarus* (Decapoda: Astacidae). Smithsonian Contributions to Zoology 117: 1-22.
- Hobbs, H. H., Jr. 1974. Synopsis of the families and genera of crayfishes ( Crustacea: Decapoda). Smithsonian Contributions to Zoology 164: 1-32.
- Hobbs, H. H., Jr., H. H. Hobbs, III y M. A. Daniel. 1977. A review of the troglobitic decapoda crustaceans of the Americas. Smithsonian Contributions to Zoology 244: 1-183.
- Hobbs, H. H., Jr. y C. W. Hart, Jr. 1982. The shrimp genus *Atya* (Decapoda: Atyidae). Smithsonian contributions to zoology. 364:1-143.
- Hobbs, H. H., Jr. 1984. On the distribution of the crayfish genus *Procambarus* (Decapoda: Cambaridae). Journal of crustacean biology. 4(1): 12-24.
- Hobbs, H. H., Jr. 1989. An illustrated checklist of the America crayfishes (Decapoda: Astacidae, Cambaridae and Parastacidae). Smithsonian Contributions to Zoology 480: 1-236.

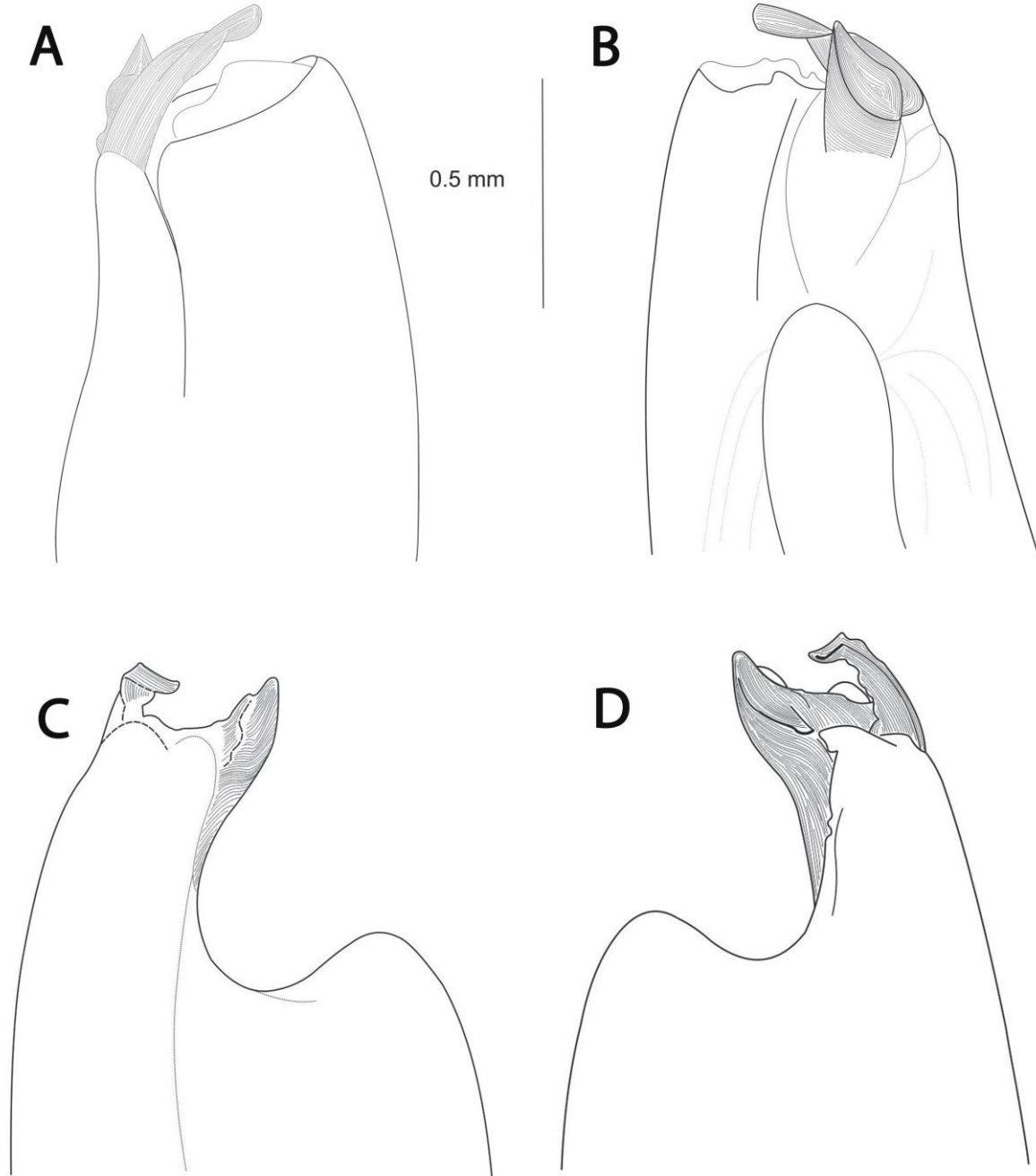
- Holtuis, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacean: Decapoda of the Americas). The University of Southern California 12: 1-395.
- Huidobro, L., J. J. Morrone, J. L. Villalobos y F. Álvarez. 2006. Distributional patterns of freshwater taxa (fishes, crustaceans and plants) from the Mexican Transition Zone. Journal of Biogeography 33: 731-741.
- INEGI. 2004. Zongolica, cuaderno estadístico municipal (en línea). En: Sistema para la consulta del cuaderno estadístico municipal de Zongolica, Veracruz de Ignacio de la Llave, <<http://www.inegi.org.mx>>, acceso libre. Consulta: 11 de Febrero de 2012.
- Jayachandran, K. V. 2001. Palemonids prawns: biodiversity, taxonomy, biology and management. Science Publishers, Inc., Enfield, NH, U.S.A. 11-12 p.
- Kaestner, A. 1967. Invertebrate Zoology, Volume III, Crustacea. Interscience Publishers, John Wiley and Sons, New York. 523 pp.
- Lara-Domínguez, A. L. 2011. Recursos hídricos. En: Conabio, La Biodiversidad de Veracruz: Estudio del Estado, Vol. 1. Conabio, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. 285–293 p.
- Martínez-Aquino, A. 2007. Empleo de herramientas pambiogeográficas para detectar áreas para conservar: Un ejemplo con taxones acuáticos. En: Luna, I., J. J. Morone y D. Espinosa (eds). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana, Universidad Nacional Autónoma de México, 449-460 p.
- McLaughlin, P. A. 1980. Comparative morphology of recent crustacea. 175 p.
- Mejía, L. M., F. Álvarez & R. Hartnoll. 2003. A new species of freshwater prawn, *Macrobrachium totonacum* (Decapoda, Palaemonidae), with abbreviated development from Mexico. Crustaceana 76: 77-86.
- Mejía-Ortiz, L. 2008. Adaptaciones de los crustáceos a la vida subterránea. En: Alvarez, F. y G. A. Rodríguez. Crustáceos de México, estado actual de su conocimiento. Universidad Autónoma de Nuevo León. 419-458 p.
- Mejía-Ortiz, L. M., F. Baldari y M. López-Mejía. 2008. *Macrobrachium sbordonii* (Decápoda: Palaemonidae) A new stygobitic species of freshwater prawn from Chiapas Mexico. Zootaxa 1814: 49-57.
- Mejía-Ortiz, L. M. y M. López-Mejía. 2011. Freshwater of the genus *Macrobrachium* (Decápoda: Palaemonidae) with abbreviated development from the Papaloapan river basin, Veracruz, México: distribution and new species. Crustaceana 84(8): 949-973.
- Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica mexicana. Revista Mexicana de Biodiversidad 76(2): 207-252.
- Pedraza-Lara, C., I. Doadrio, J. W. Breinholt y K. A. Crandall. 2012. Phylogeny and evolutionary patterns in the dwarf Crayfish subfamily (Decapoda: Cambarellinae). Plos One 7(11): 1-18.
- Reddell, J. R. 1981. A review of the cavernicole fauna of México, Guatemala and Belize. Bulletin of the Texas Memorial Museum, The University of Texas at Austin 27: 1-137.
- Rioja, E. 1953. Los crustáceos cavernícolas de México. Memoria del VII congreso científico mexicano. Vol. 7, ciencias biológicas, IV centenario de la Universidad de México. 285-298p.



- Rodríguez, G. y H. H. Hobbs. 1989. Freshwater crabs associated whit caves in sourten México and Belize, whit description of three new species (Crustacea: Decapoda). En: Proceedings of the biological society of Washington. 102(2): 394-400 p.
- Rodríguez, G. 1982. Les crabs d'eau doce d'Amérique. Famile des Pseudothelphusidae. Faune tropicale. 22:1-223 p.
- Rodríguez-Serna, M. 1999. Biología y sistemática de los Cambáridos del sudeste de México y su potencial aprovechamiento en acuicultura. Tesis de doctorado. Univeridad Autónoma de México. 101 p.
- Rojas, Y., F. Álvarez y J.L. Villalobos. 1997. Cambaridae (camaroncitos reculadores). En: González-Soriano, E., R. Dirzo y R. C. Vogt (eds). Historia Natural de Los Tuxtlas. Universidad Nacional Autónoma de México. 405-409 p.
- Rojas-Paredes, Y. 1998. Revisión taxonómica de ocho especies del género *Procambarus* (Crustacea: Decápoda: Cambaridae) del centro de Veracruz, México. Tesis de licenciatura, Facultad de ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 158 p.
- Rojas, Y., F. Álvarez y J.L. Villalobos. 1999. A new species of crayfishes of the genus *Procambarus* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) from Veracruz, México. Proceedings of the Biological Society of Washington 112: 396-404.
- Rosas-Hernández, M. I. 2012. Distribución de los crustáceos decápodos de agua dulce de México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 67 p.
- Soberon, J. y J. Llorente. 1993. La comisión para el conocimiento y uso de la biodiversidad de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 44: 3-17.
- Villalobos-Figueroa, A. 1947. Estudio de los cambarinos VI, descripción de una nueva especie del género *Paracambarus*. Anales del Instituto de Biología. 2: 538-546.
- Villalobos-Figueroa, A. 1954. Estudios de los cambarinos mexicanos XII, parte I. Revisión de las especies afines a *Procambarus mexicanus* (Erichson), con descripción de nuevas formas. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 25:299-379.
- Villalobos-Figueroa, A. 1955. Cambarinos de la fauna mexicana (Crustacea: Decapoda). Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 290 p.
- Villalobos-Figueroa, A. 1982. Decapoda. En: Hurlbert, S. y A. Villalobos-Figueroa. Aquatic biota of Mexico, Central America and West Indies. 215-239 p.
- Villalobos-Figueroa, A. 1983. Crayfishes of Mexico (Crustacea: Decapoda). Smithsonian Institution Libraries and national science foundation. New Delhi: Amerind publisjing Co. Pt. Ltd. Xii-276 p.
- Villalobos-Hiriart, J. L., A. Díaz-Barriga y E. Lira-Fernández. 1993. Los crustáceos de agua dulce de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 44:267-290.
- Villalobos-Hiriart, J.L. y F. Álvarez. 1997. Atyidae (Burrito, camaroncitos). En: González-Soriano, E., R. Dirzo y R. C. Vogt (eds), Historia Natural de Los Tuxtlas. Universidad Nacional Autónoma de México. 401-404 p.
- Villalobos-Hiriart, J.L. y F. Alvarez. 1999, A new species of *Macrobrachium* (Crustacea: Decápoda: Palemonidae), with abbreviated development, from Veracruz, México. En: Proceedings of the Biological Society of Washington. 112(4): 746-753 p.

- Villalobos-Hiriart, J. L. 2005. Sistemática de los cangrejos de agua dulce de México, Tribu Pseudotelphusini Ortmann, 1897, (Crustacea: Decápoda: Branchiura: Pseudotelphusidae). Análisis filogenético, biogeográfico y descripción de nuevas especies. Tesis de doctorado, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 363 p.
- Villalobos-Hiriart, J. L. y F. Álvarez. 2008. Los cangrejos de agua dulce de la familia Pseudotelphusidae (Decapoda: Brachyura: Eubrachyura) de México con un apéndice de las especies citadas para el 2006. En: Álvarez, F. y G. A. Rodríguez (Editores). Crustáceos de México: Estado Actual de su Conocimiento, Universidad Autónoma de Nuevo León. 239-299 p.
- Vernberg, W. y J. Vernberg. 1983. Freshwater adaptations. En: Bliss, D. E. (ed) The biology of crustaceans, Vol. 8. Environmental adaptations. 335-379 p.}
- Warner, R. R. 1975. The adaptive significance of sequential hermaphroditism in animals. The American naturalist. 109:61-82.

ANEXO 1



Anexo 1. *Procambarus (Austrocambarus) rodriguezii*, gonópodo: A) vista caudal, B) vista cefálica, C) vista lateral y D) vista mesial. Diagramas realizado con las fotos que realizo Rojas-Paredes, 1998.

## ANEXO 2



BRILL

Crustaceana 85 (12-13) 1541-1547

CRUSTACEANA



### *PSEUDOTHELPHUSA ZONGOLICAE* (DECAPODA, PSEUDOTHELPHUSIDAE), A NEW SPECIES OF FRESHWATER CRAB FROM VERACRUZ, MEXICO

BY

FERNANDO ALVAREZ<sup>1</sup>), JOSE L. VILLALOBOS and ERIC MORENO

Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-153, Mexico 04510, D.F., Mexico

#### ABSTRACT

A new species of freshwater crab of the family Pseudothelphusidae from Zongolica, Veracruz, Mexico, is described. Only one previous report exists of a pseudothelphusid crab from the Zongolica region in central Veracruz, but that one belongs to a different tribe. The new species is placed in the genus *Pseudothelphusa* due to the evident torsion of the male gonopod and to the presence of the typical reniform caudo-marginal projection of *Pseudothelphusa*. The new species can be distinguished from its congeners by a gonopod with a caudo-marginal projection with a single large lobe, which extends proximally to reach beyond the middle of the gonopod's principal axis, and a conical prominence with terminal pore setae on the distal crest of the caudo-lateral surface. The new species represents the 26<sup>th</sup> species of the genus with affinities with species from the Pacific versant of Mexico.

#### RESUMEN

Se describe una nueva especie de cangrejo de agua dulce de la familia Pseudothelphusidae de Zongolica, Veracruz, México. Solamente existe un reporte previo de un cangrejo pseudotelfúsido de la región de Zongolica en el centro de Veracruz que pertenece a una tribu diferente. La nueva especie se incluye en el género *Pseudothelphusa* debido a la evidente torsión del gonópodo del macho y a la presencia de la proyección caudo-marginal reniforme típica de *Pseudothelphusa*. La nueva especie se puede distinguir de sus congéneres por presentar un gonópodo, con una proyección caudo-marginal que exhibe un sólo lóbulo grande y largo, que se extiende proximalmente hasta alcanzar un poco más allá de la mitad del eje principal del gonópodo, y por la presencia de una prominencia cónica sobre la cresta distal de la superficie caudo-lateral con cerdas con poro terminal. La nueva especie representa la 26<sup>ava</sup> especie del género con afinidades con especies de la cuenca del Pacífico de México.

<sup>1</sup>) e-mail: falvarez@ibiologia.unam.mx

## INTRODUCTION

The Zongolica region in central Veracruz is a large mountainous area, with altitudes ranging from 500 to 2000 m, with a number of rivers that flow into the Gulf of Mexico coastal plain. Rodríguez & Hobbs (1989) described *Potamocarcinus leptomelus* (= *Villalobosius leptomelus*, see Villalobos & Alvarez, 2008) from El Tunel Cave in Zongolica, representing the northernmost occurrence of the tribe Potamocarcinini Ortmann, 1897, on the continent (fig. 1). To our knowledge the species described herein is the second report of a freshwater crab in the area, but interestingly this one belongs to a different genus and tribe, making Zongolica a unique region where the tribes Potamocarcinini and Pseudothelphusini overlap. The new species represents the 26<sup>th</sup> species of *Pseudothelphusa* de Saussure, 1857, occurring along the northeastern border of the range of the Pseudothelphusini (cf. Villalobos & Alvarez, 2008).

The new species is placed in the genus *Pseudothelphusa*, as the gonopod morphology shows a torsion caused by the fusion of the caudal surface with the marginal plate, and the mesial process is a laminar structure oriented laterally. Nevertheless the size and the form of the caudo-marginal projection are unique

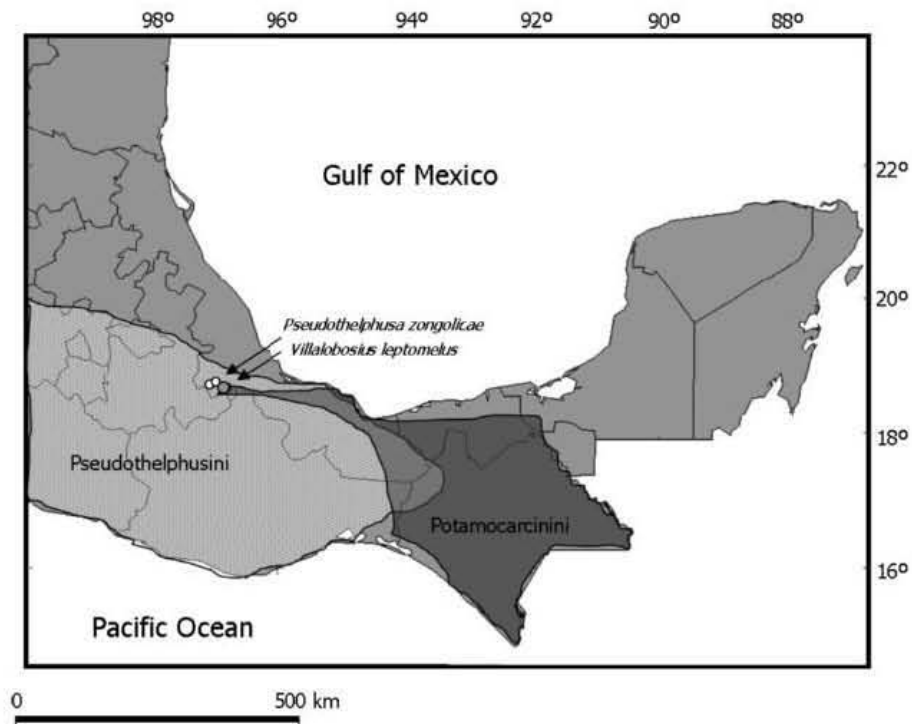


Fig. 1. Map showing the type locality of *Pseudothelphusa zongolicae* n. sp. and the distribution of other species of freshwater crabs in the region. Light gray, the distribution of the tribe Pseudothelphusini; dark gray, distribution of the tribe Potamocarcinini.

attributes among the species of the genus. The external morphology is within the limits of variation shown by the species of *Pseudothelphusa*.

The gonopod terminology used follows the one proposed by Smalley (1964) and Villalobos & Alvarez (2010). The gonopod micrographs shown in fig. 3 were taken using a Hitachi S-2460N scanning electron microscope. All the material studied has been deposited in the Colección Nacional de Crustáceos (CNCR), Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Other morphological abbreviations used are: CL, carapace length; CW, carapace width.

#### TAXONOMY

##### Family PSEUDOTHELPHUSIDAE Ortmann, 1893

##### ***Pseudothelphusa zongolicae* n. sp. (figs. 2, 3)**

Material examined.— Male holotype, CL 18.1 mm, CW 30.0 mm; Choapa (18°43'32"N 96°57'07"W; 1053 m), Sierra de Zongolica, Veracruz, Mexico; coll. E. Moreno, 19 Apr. 2011; CNCR 26641. Male paratype, CL 17.7 mm, CW 28.7 mm; same locality and collector as holotype; 12 Jun. 2011; CNCR 26642. Four males, CL 22.8, 20.6, 17.3, 15.8 mm; CW 37.5, 34.2, 28.1, 25.5 mm; one female, CL 18.5 mm, CW 30.6 mm; Macuilca (18°38'49"N 96°56'58"W; 528 m), Sierra de Zongolica, Veracruz, Mexico; coll. E. Moreno, 11 Jun. 2011; CNCR 26643.

Description.— Carapace 1.6 times as wide as long, slightly convex, regions faintly marked, surface smooth, finely punctated (fig. 2A). Superior frontal border present, incomplete towards middle portion, formed by incomplete row of granules, in frontal view inclined towards median groove (fig. 2B). Inferior frontal border complete, thick, slightly rounded in dorsal view, bilobed in frontal view, extending laterally to form superior margin of orbits (fig. 2A, B). Median groove deep, narrow, arising above inferior frontal border of carapace, extending posteriorly beyond postfrontal lobes. Postfrontal lobes low, well defined. Cervical grooves wide, shallow, straight towards margin of carapace, ill-defined and slightly arching towards central portion of carapace; not reaching anterolateral margin. Anterolateral margin bearing 33-35 low, blunt tubercles, fading away posteriorly. Posterior margin of carapace rounded.

Eyes pigmented, normally developed. Third maxilliped with merus showing complete rounded external margin, ischium rectangular, ratio ischium/exopod 0.85. Walking legs typical of genus. Chelipeds asymmetrical. Major chela on right, palm somewhat globose, movable finger half length of chela, fingers not gaping; propodus with irregular arrangement of large and small teeth, dactylus with different arrangement of large and small teeth; in dorsal view, both fingers curved inwards.

Male first gonopod moderately slender, distal half of principal axis showing mesial torsion of caudo-marginal projection. In cephalic view (fig. 3A) mesial

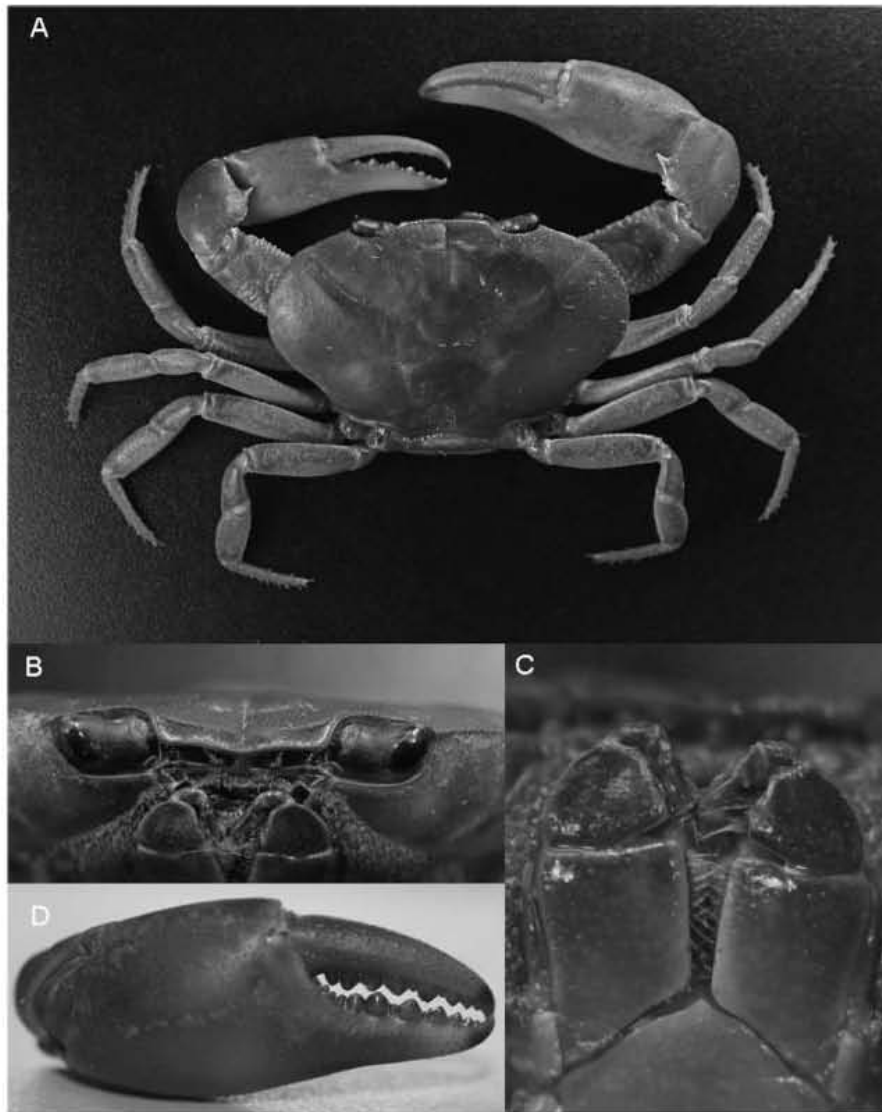


Fig. 2. *Pseudothelphusa zongolicae* n. sp.: A, carapace, dorsal view; B, carapace, frontal view; C, third maxillipeds; D, major chela.

process oriented laterally, slightly inclined proximally, tapering distally, ending in two acute tips, superior margin closing apex cavity, extending towards internal portion of apex cavity forming internal crest; caudo-marginal projection with single large, axe-shaped lobe, extending proximally slightly beyond half the length of gonopod, cephalic margin armed with small, acute teeth; crest of caudo-marginal projection becoming less thick cephalically; conical prominence on caudal angle of lateral crest bearing apical setae. In lateral view (fig. 3B) mesial process with two tips oriented laterally; caudo-marginal projection appearing

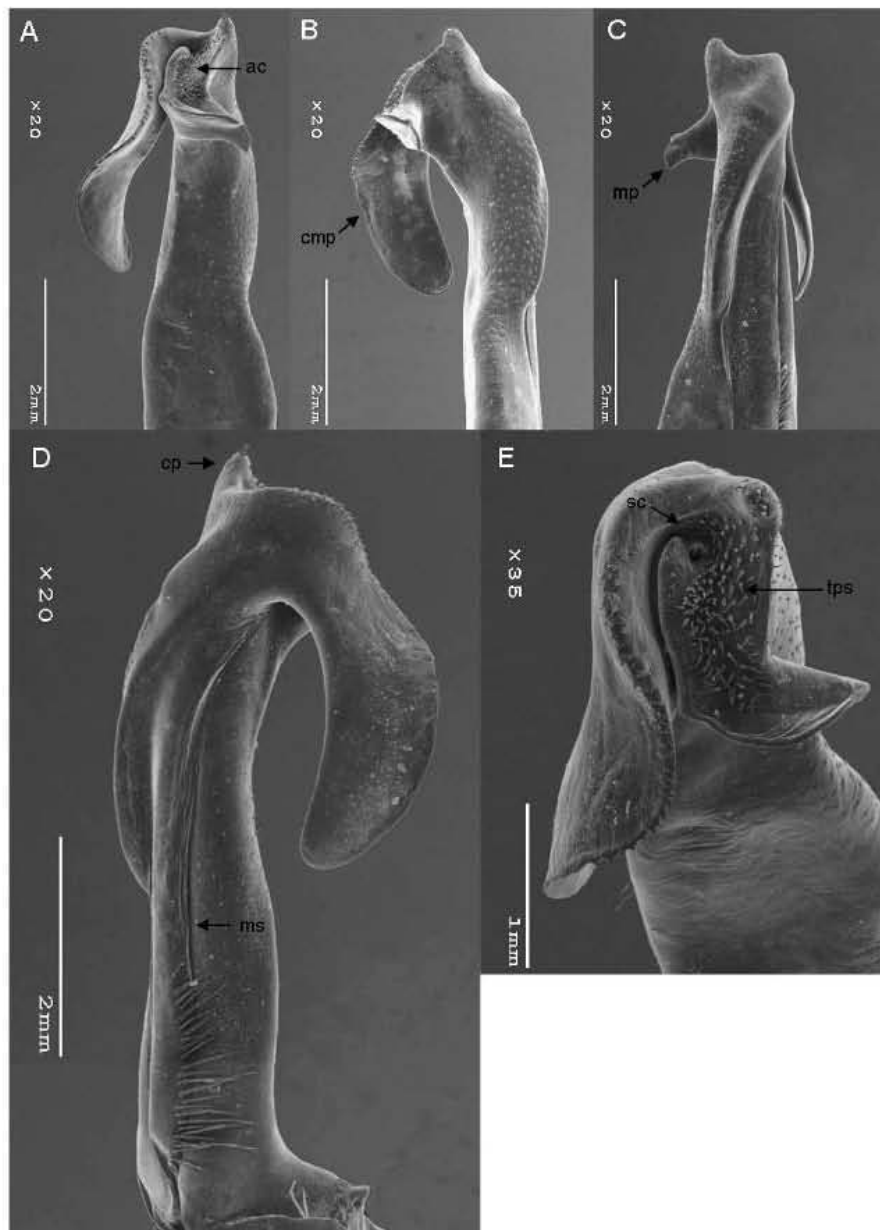


Fig. 3. *Pseudothelphusa zongolicae* n. sp., male first gonopod: A, cephalic view; B, lateral view; C, caudal view; D, mesial view; E, apical view. Abbreviations: ac, apex cavity; cmp, caudo-marginal projectio; mp, mesial process; cn, conical projection; ms, marginal suture; sc, opening of sperm channel; tps, terminal pore setae.

as large oval-shaped lobe; conical prominence emerging from lateral crest. In caudal view (fig. 3C) caudal surface showing torsion of gonopod; mesial process subtriangular; conical prominence of lateral crest evident; lobe of caudo-marginal



projection elongate, slender, extending parallel to main axis of gonopod; marginal suture straight, visible along proximal two thirds of gonopod. In mesial view (fig. 3D) marginal suture evident, arching distally, disappearing under caudo-marginal projection; lobe of caudo-marginal projection axe-shaped, large, about half length of gonopod, cephalic border smooth; caudo-marginal distal crest straight, spinulated at the cephalic curvature; conical prominence of distal crest lateral surface aligned with main axis of gonopod. In apical view (fig. 3E) apex cavity approximately rectangular, field of terminal pore setae on lateral side of cavity, extending to conical prominence; central crest of apex cavity, sharp, slightly undulated; distal crest of lateral surface straight; mesial process subtriangular, distal margin rounded; lobe of caudo-marginal projection as undulated sheet, cephalic margin spinulous; opening of sperm channel caudal.

**Etymology.**— The specific epithet is derived from “Zongolica”, the mountain range in central Veracruz where the type locality is located. It is a noun in the genitive singular.

**Remarks.**— The new species described herein can easily be distinguished from the rest of its congeners using the gonopod morphology, the most distinctive characters are the caudo-marginal projection and the conical prominence of the lateral crest. In this case the challenge is to relate *Pseudothelphusa zongolicae* to other species of *Pseudothelphusa* in terms of its distribution and morphology. In regards to the gonopod morphology, the new species can be related to *Pseudothelphusa galloi* Alvarez & Villalobos, 1990, which also has a large, oval-shaped caudo-marginal projection composed only by the proximal lobe, completely lacking the distal lobe (Villalobos, 2005). Other species of *Pseudothelphusa* with a similar in shape but smaller caudo-marginal projection without distal lobe are *Pseudothelphusa sonorensis* Miles, 1967, *Pseudothelphusa rechingeri* Pretzmann, 1965, *Pseudothelphusa nayaritae* Alvarez & Villalobos, 1994 and *Pseudothelphusa juyi* Rathbun, 1893 (cf. Villalobos, 2005). This similarity is difficult to interpret since all four species are distributed along the Pacific slope from Acapulco, Guerrero, to La Aduana, Sonora, and the new species is distributed in the Zongolica region of Veracruz on the Gulf of Mexico slope. Regarding the mesial process, the new species is comparable to *Pseudothelphusa belliana* Rathbun, 1898, *Pseudothelphusa granatensis* Rodríguez & Smalley, 1969, and *P. rechingeri*, which also have a subtriangular process ending in two tips. These three species are distributed in the states of Mexico, Guerrero and Sinaloa, respectively. Considering the gonopod morphology, *P. zongolicae* seems to have clear affinities with the group of species distributed along the Pacific versant and could represent, together with *P. parbelliana* Alvarez, 1989, some of the few cases in which species of *Pseudothelphusa* have become established in the Gulf of Mexico slope.

Regarding the distribution of *P. zongolicae*, its location corresponds to the northeastern limit of the distribution of the tribe Pseudothelphusini. As discussed above it is morphologically similar to species from the Pacific versant; however, we deem it unlikely that it has been derived from these forms directly. Although highly speculative, the new species could share a common ancestor, with the species from the Pacific slope, that could have been in the Isthmus of Tehuantepec, giving rise to the lineage along the Pacific coast and to the lineage of the coastal plains of the Gulf of Mexico. In the latter one we could place *P. zongolicae* and *P. parabelliana* from Los Tuxtlas region, Veracruz. The presence in Zongolica of *Villalobosius leptomelus* is evidence that ancestral stocks could have moved from southern Mexico and the Isthmus of Tehuantepec to the north and west, since the rest of the species of Potamocarcinini are distributed in Chiapas, Mexico and throughout Central America to Colombia.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Berenit Mendoza for the SEM micrographs. The first author acknowledges the support to conduct field work from grant IN 214910-3, from the PAPIIT Program, DGAPA-UNAM.

#### REFERENCES

- ALVAREZ, F., 1989. *Smalleyus tricristatus*, new genus, new species, *Pseudothelphusa parabelliana*, new species (Brachyura: Pseudothelphusidae) from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. Proc. biol. Soc. Washington, **102**: 45-49.
- RODRÍGUEZ, G. & H. H. HOBBS, JR., 1989. Freshwater crabs associated with caves in southern Mexico and Belize, with descriptions of three new species (Crustacea: Decapoda). Proc. biol. Soc. Washington, **102**: 394-400.
- SMALLEY, A. E., 1964. A terminology for the gonopods of the American river crabs. Syst. Zool., **13**: 28-31.
- VILLALOBOS, J. L., 2005. Sistemática de los cangrejos de agua dulce de México, Tribu Pseudothelphusini Ortmann, 1897 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae). Análisis filogenético, biogeográfico y descripción de especies nuevas: 1-363. (Ph.D. Dissertation, Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, Mexico).
- VILLALOBOS, J. L. & F. ALVAREZ, 2008. Los cangrejos de agua dulce de la familia Pseudothelphusidae (Decapoda: Brachyura: Eubrachyura) de México, con un apéndice de las especies citadas para América hasta 2006. In: F. ALVAREZ & G. RODRÍGUEZ-ALMARAZ (eds.), Crustáceos de México: Estado actual de su conocimiento: 1-522. (Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey).
- & —, 2010. Phylogenetic analysis of the Mexican freshwater crabs of the tribe Pseudothelphusini (Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae). Zool. Journ. Linn. Soc. London, **160**: 457-481.

First received 26 January 2012.  
Final version accepted 30 June 2012.