



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**DISTRIBUCIÓN DE LOS CRUSTÁCEOS
DECÁPODOS DE AGUA DULCE DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

MARÍA ISABEL ROSAS HERNÁNDEZ



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA
2012**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 del Jurado.

1.- Datos de la alumna.

Rosas

Hernández

María Isabel

15170636

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

303315076

2.- Datos del Tutor.

Dr.

Álvarez

Noguera

Fernando

3.- Datos del Sinodal 1

Dr.

Alcocer

Durán

Javier

4.- Datos del Sinodal 2

Dr.

Villalobos

Hiriart

José Luis

5.- Datos del Sinodal 3

M. en C.

Bortolini
Rosales
José Luis

6.- Datos del Sinidal 4

M. en C.

Armendariz

Ortega

Gema Yolanda

7.- Datos del trabajo escrito

Distribución de los crustáceos decápodos de agua dulce de México

65 p

2012

Agradecimientos

En primer lugar deseo agradecerle al Dr. Fernando Álvarez Noguera por permitirme realizar este trabajo bajo su tutela, sin él este trabajo no hubiera sido posible.

Agradezco a mis sinodales:

Dr. José Luis Villalobos Hiriart, Dr. Javier Alcocer Durán, M. en C. José Luis Bortolini Rosales y M. en C. Gema Yolanda Armendáriz Ortega por su apoyo y revisión del presente trabajo, gracias a las cuales ayudaron a enriquecerlo.

Agradezco también a la Dra María del Carmen Hemández Álvarez por su asesoría y consejos.

Dedico este trabajo a las personas más importantes de mi vida, a mis padres Salustiana Hemández Sandoval y Javier Antonio Rosas Domínguez por todo su apoyo, amor y sabiduría, a mis hermanas Nancy Wendolin por ser siempre tan divertida, positiva y fuerte, a Virginia Berenice por ser tan alegre, trabajadora y apoyarme en mis locuras, a mi hermano Javier Antonio, por ser tan sincero, carismático e inteligente, gracias a todos ustedes por siempre estar a mi lado.

A Carlos Eduardo Canto Escamilla, la persona que pasó de ser un hermano a ser el compañero de mi vida, gracias por enseñarme a ver la vida de otra manera, por todo tu tiempo, apoyo incondicional y amor, te admiro y te amo.

A mis abuelos Esperanza Sandoval, Tomás Hernández, Rosalia Domínguez y Guadalupe Rosas, por todo el amor y las experiencias que han compartido conmigo.

A mis grandes amigas Elia Hernández y Maricela López que más que amigas son mis hermanas, gracias por estos años tan maravillosos, divertidos y tan llenos de lindas experiencias, a Adriana por ser tan buena amiga y nunca alejarte, a todos los compañeros que a lo largo de la carrera no dejaron de creer en mí, gracias por su apoyo.

Al Dr. Eduardo Andrade Ibarra por ser tan maravilloso que ayuda a las demás personas sin pedir nada a cambio, muchas gracias por apoyarme todo este tiempo, se lo agradezco de todo corazón.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	4
Los crustáceos decápodos dulceacuícolas	4
Morfología	7
ANTECEDENTES	12
OBJETIVOS	15
ÁREA DE ESTUDIO	16
El agua dulce en México	16
Principales ecosistemas acuáticos continentales	20
La geología de México	22
Regionalización biogeográfica de México	24
Climas de México	25
MATERIAL Y MÉTODO	28
RESULTADOS	29
Diversidad y endemismo	29
Curva acumulativa de especies	34
Diversidad por estado.....	35
Distribución espacial por familia	38
Distribución altitudinal	46
Especies en la Norma Oficial Mexicana (NOM)-059 de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-2010 y en The international Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List.	49
DISCUSION	53
Diversidad y endemismo	53
Distribución	54
Especies introducidas	55
Especies con estatus de riesgo	56
CONCLUSIONES	58
LITERATURA CITADA	59

RESUMEN

México es un país con una gran variedad de relieves, ecosistemas y climas, se localiza entre dos zonas biogeográficas, la neártica y la neotropical; la distribución de agua dulce se encuentra representada por ríos, presas, lagos, lagunas y aguas subterráneas, lo que le permite tener una gran diversidad de organismos y una alta tasa de especiación. Este estudio se realizó con el objetivo de presentar una revisión actualizada de la diversidad de familias, subfamilias, tribus, géneros y especies de crustáceos dulcícolas del país, dar a conocer una curva acumulativa de especies, conocer los estados que alberguen estos crustáceos, además de analizar su distribución altitudinal.

Los resultados de este estudio indican que: los crustáceos dulcícolas de México son un grupo muy diverso, compuesto por acociles, cangrejos y langostinos. Se han registrado ocho familias: Pseudothelphusidae con 59 especies, Cambaridae 56, Palaemonidae 32, Atyidae 12, Trichodactylidae cinco, Glyptograpsidae dos y Parastacidae, Alpheidae y con una especie cada una, dando un total de 169 especies en todo el territorio mexicano, de las cuales 143 (85%) son endémicas del país.

Estos crustáceos se localizan en casi todo el territorio mexicano, excepto en los estados de Aguascalientes y Zacatecas. Los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, son los que cuentan con el mayor número de especies, con 45, 39 y 38 spp, respectivamente. Altitudinalmente, los crustáceos del país se encuentran distribuidos desde los 0 msnm hasta el intervalo de 3001-3100 msnm. La única familia que ocupa por completo este intervalo es la Cambaridae. El segundo intervalo más amplio de distribución es el de Pseudothelphusidae, en último lugar se encuentra Alpheidae la cual sólo se distribuye de 0-200 msnm. De los 0-500 msnm se localizan el 43% de las especies, en el rango de 501-2000 msnm se localiza el 51% de las especies y de 2001-3100 se localiza el 6% de las especies. Estos datos concuerdan con la distribución altitudinal del agua epicontinental, donde el 80% del agua está localizada por debajo de los 500 msnm, 15% se localiza entre los 500 y 2000 msnm y tan sólo un 5% se localiza por encima de los 2000 msnm.

En cuanto al estado de riesgo o protección sólo 118 se tienen citadas, 12 se especies se encuentran en la NOM-059-Semamat-2010 englobadas en dos categorías, Amenazadas (A) y En peligro de extinción (P). La lista roja de la IUCN registra 108

especies en riesgo, dos de ellas se encuentran extintas, (EX), siete especies se encuentran gravemente en peligro de extinción (CR); diez se encuentran en peligro (EN); cinco están vulnerables (VU); cuatro están próximamente amenazadas (NT); 27 especies están consideradas con menor preocupación (LC) y 52 se encuentran con datos insuficientes (DD). Se concluye que aún cuando se han hecho esfuerzos por estudiar y proteger esta fauna, se requieren todavía mayores esfuerzos para estar a la altura de los retos futuros de conservación y uso de recursos naturales.

ABSTRACT

México is a country with a big variety of reliefs, ecosystem and climates, which is located between two biogeographic zones, nearctic and neotropic; it's fresh water distribution is represented by rivers, dams, lakes and groundwater, these allow a great diversity of organism and a high speciation rate. This work was made with the objective to show an up to date revision about families, subfamilies, tribes, genus, species and subspecies of freshwater's crustaceans in the country; here it is shown a species's accumulation curve, find out what states of the country house these crustaceans and analyze their altitudinal distribution.

The various results of this study show that: the freshwater's crustaceans in México are a very diverse grup, compound by acociles, crayfishes and prawns. Eight families of crustaceans have been registered: Pseudothelphusidae with 59 species, Cambaridae with 56, Palaemonidae with 32, Atyidae with 12, Trichodactylidae with five, Glyptograpsidae two and Parastacidae, Alpheidae with one species for each one, giving a total of 168 species in all Mexican territory of wich 143 (85%) are endemics of the country.

These crustaceans are localized in almost all the Mexican territory, except in the states of Aguascalientes and Zacatecas; states like Chiapas, Oaxaca and Veracruz have the biggest species number with 45, 39 and 38 spp respectively. About the altitudinal distribution, there are crustaceans in the country between 0 to 3001-3100 m above sea level (asl), but the only family that lies in this interval is Cambaridae; the second larger interval is occupied by the Pseudothelphusidae and, in the smaller interval, the Alpheidae family wich is only distributed within 0 and 200 m asl. The 43% of the species are distributed among the 0 and the 500 m asl, in the interval of 501-2000 m asl the 51% of

the species are localized and between the 2001 and the 3100 6% of the species can be found. This information agrees with the altitudinal distribution of the epicontinental water, where the 80% is localized below of 500 m asl, 15% is localized between 500 and 2000 m asl and only a 5% is localized above 2000 m asl.

About the risk status or the protection status, we find out that 12 species are in the NOM-059-Semarnat-2010 included in two categories, threatened (A) and endangered species (P). The red list of the IUCN include 118 species in risk, two of them are extinct, (EX), seven are critically endangered (CR); ten are endangered (EN); five are vulnerable (VU); four are near threatened (NT); 27 are least concerned (LC) and 52 are with deficient data (DD). It is concluded that even when there have been efforts for the study and protection of this fauna, the Mexican society still need to take a major effort to be at the height of the future challenges of conservation and use of the natural resources.

INTRODUCCIÓN

México es un país diverso, ocupando a nivel mundial el primero en reptiles con 717 especies, el segundo en mamíferos con 449 especies y el cuarto en anfibios con 282 especies, del cual un 32% es fauna endémica (Williams *et al.*, 1992) y en conjunto nuestra diversidad representa el 12% de la biota mundial (Toledo y Ordóñez, 1998), la cual tiene representadas casi todas las comunidades vegetales. Esta diversidad se debe a la combinación de varios factores ambientales: la ubicación del país en una zona de transición entre dos regiones biogeográficas, la neártica y la neotropical, una accidentada orografía, una historia geológica de distintas épocas y la presencia de casi todos los climas del mundo (Carabias *et al.*, 1994). El resultado de tener todas estas variantes se expresa geográficamente como un mosaico complejo de distribución de especies y asociaciones, donde se reconocen tendencias geográficas de su riqueza y patrones por acumulación de endemismos (Espinoza *et al.*, 2000). Para el caso de los crustáceos, estas condiciones han favorecido el establecimiento de un considerable número de especies. En particular, los estudios sobre los diferentes órdenes de crustáceos dulceacuícolas mexicanos han permitido distinguir a esta fauna como un grupo heterogéneo (Villalobos *et al.*, 1993).

La importancia de esta investigación radica en obtener un conocimiento actualizado de la distribución y diversidad de los crustáceos dulceacuícolas compilando una gran cantidad de información que se encuentra dispersa en colecciones y publicaciones. Así mismo, este tipo de estudios son la base necesaria de esfuerzos de manejo y conservación y para plantear nuevas direcciones en la investigación de datos básicos sobre esta fauna. En ocasiones no es tan claro que se conozca cuantas especies de algún grupo se distribuyen en un estado o provincia, o bien, no se conoce si una especie es nativa o introducida. El papel de los inventarios y revisiones como la que aquí se presenta es el de ordenar y actualizar el conocimiento que se tiene del grupo.

Los crustáceos decápodos dulceacuícolas

La mayoría de los decápodos habitan en el ambiente marino (Marshall *et al.*, 1985). En el mundo se han descrito aproximadamente 18 000 especies de decápodos (De Grave *et al.* 2009), en algunos casos, diversos grupos como el de los langostinos, acociles y cangrejos, han llegado a invadir cuerpos de agua dulce. Los crustáceos

decápodos dulceacuícolas de México constituye un grupo heterogéneo tanto en formas como en distribución en el territorio nacional, los podemos encontrar en cuerpos de agua tanto epígeos hasta altitudes mayores a los 2 500 msnm, como hipógeos en cuevas y galerías anquihalinas (Rojas, 1998; Álvarez y Iliffe, 2008). En la tabla 1, se muestra un listado taxonómico de todos los géneros de decápodos dulceacuícolas registrados en México. El principal grupo de decápodos dulceacuícolas de México son los langostinos de la familia Palaemonidae, la cual cuenta con 30 especies, de las cuales, un gran número tiene importancia comercial al alcanzar grandes tallas y tener un excelente sabor (Villalobos y Álvarez, 1997a). Los representantes de esta familia habitan en ríos. Sin embargo, para su desarrollo larvario requieren de agua salobre, aunque existen especies que realizan todo su ciclo reproductivo sin efectuar migraciones a las zonas salobres (Villalobos *et al.*, 1993; Villalobos y Álvarez, 1997a). Se consideran omnívoros aunque dependiendo de la especie y el estadio de desarrollo la proporción de cada tipo de alimento cambia (Pérez y Segura, 1981; Villalobos y Álvarez, 1997a) y sus principales depredadores son los peces (Pérez y Segura, 1981).

Otro grupo importante son los acociles de la familia Cambaridae con 59 especies, que habitan tanto cuerpos de agua permanentes, como pozas y charcas temporales. Varias de las especies de acociles están adaptadas para enterrarse cuando se presentan condiciones de desecación. Sus hábitos alimenticios entran en las siguientes clasificaciones: herbívoros, carnívoros, detritívoros y carroñeros. Son parte de la alimentación de insectos acuáticos y vertebrados (Villalobos y Álvarez, 1997b). Por su parte, los cangrejos de agua dulce de las familias Pseudothelphusidae y Trichodactylidae también se distribuyen en México con 59 y cinco especies, respectivamente. Los cangrejos de la familia Pseudothelphusidae generalmente habitan bajo rocas, a orillas de ríos y lagos, tienen una clara adaptación al medio terrestre ya que poseen una respiración aérea. Mientras que los integrantes de la familia Trichodactylidae siempre se encuentran dentro del agua (Villalobos y Álvarez, 1997c).

Para estudios de este tipo no solo hay que tomar en cuenta a la fauna nativa sino que hay que considerar las especies introducidas como lo son los acociles: *Orconectes virilis* en Chihuahua, en ciertas zonas del país como Durango y Chiapas *Procambarus clarkii* y el parastácido *Cherax quadricarinatus* en Tamaulipas y Morelos (Bortolini *et al.*, 2007; Torres y Álvarez, 2011). Estas especies ya son parte de la carcinofauna de agua

dulce de México, puesto que presentan poblaciones naturales que se están reproduciendo y que tienen varios años en el medio natural.

Tabla 1. Géneros de decápodos dulceacuícolas registrados para México.

Reino Animalia		
Phylum Arthropoda		
Subphylum Crustacea Bruünnich, 1772		
Clase Malacostraca Latreille, 1802		
Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892		
Superorden Eucarida Calman, 1904		
Orden Decapoda Latreille, 1802		
Suborden Pleocyemata Burkenroad, 1963		
Infraorden Caridea Dana, 1852		
Superfamilia Atyoidea de Haan, 1849	Superfamilia Palaemonoidea	Superfamilia Alpheoidea Rafinesque, 1815
Familia Atyidae de Haan, 1849	Rafinesque, 1815	
Subfamilia Atyinae Powell, 1979	Familia Palaemonidae Rafinesque, 1815	Familia Alpheidae Rafinesque, 1815
Género <i>Atya</i> Leach, 1815	Subfamilia Palaemoninae Rafinesque, 1815	Género <i>Potamalpheops</i> Powell, 1979
<i>Jonga</i> Hart, 1961	Género <i>Bithynops</i> Villalobos, Nates y Cantú, 1989	
<i>Potimirim</i> Holthuis, 1954	<i>Creaseria</i> Holthuis, 1950	
Subfamilia Typhlatyinae Holthuis, 1986	<i>Cryphiops</i> Dana, 1852	
Género <i>Typhlatya</i> Creaser, 1936	<i>Macrobrachium</i> Bate, 1868	
	<i>Neopalaemon</i> Hobbs, 1973	
	<i>Palaeomonetes</i> Heller, 1869	
	<i>Troglo-mexicanus</i> Villalobos, Álvarez e Iliffe, 1999	
Infraorden Astacoidea Latreille, 1802		
Superfamilia Astacoidea Latreille, 1802	Superfamilia Parastacoidea Huxley, 1879	
Familia Cambaridae Hobbs, 1942	Familia Parastacidae Huxley, 1879	
Subfamilia Cambarellinae Laguarda, 1961	Género <i>Cherax</i> Von Martens 1868	
Género <i>Cambarellus</i> Ortmann, 1905		
Subfamilia Cambarinae Hobbs, 1942		
Género <i>Orconectes</i> Cope, 1872		
<i>Procambarus</i> Ortmann 1905		
Infraorden Brachyura Latreille, 1802		
Sección Eubrachyura de Saint-Laurent, 1980	Superfamilia Pseudothelphusoidea	Subsección Thoracotremata Guinot, 1977
Subsección Heterotremata Guinot, 1977	Ortmann, 1893	
Superfamilia Trichodactyloidea H. Milne Edwards, 1853	Familia Pseudothelphusidae Ortmann, 1893	Superfamilia Grapsoidea MacLeay, 1838
Familia Trichodactylidae H. Milne Edwards, 1853	Subfamilia Pseudothelphusinae	Familia Glyptograpsidae Schubart, Cuestay Felder, 2002
Subfamilia Trichodactylinae H. Milne-Edwards, 1853	Ortmann, 1893	Género <i>Glyptograpsus</i> Smith, 1870
Género <i>Avotrichodactylus</i>	Tribu Hy polobocerini Pretzmann, 1971	<i>Platy-chirograpsus</i> De Man, 1896
	Género <i>Epithelphusa</i> Rodríguez y Smalley, 1969	
	<i>Lobithelphusa</i> Rodríguez, 1982	
	<i>Spirothelphusa</i> Pretzmann, 1965	

Pretzmann, 1968
Rodriguezia Bott, 1969

Tribu Potamocarcinini Ortmann 1897
Género *Potamocarcinus* Milne Edwards,
1853
Odontothelphusa Rodriguez, 1982
Phrygiopilus Smalley, 1970
Raddaus Pretzmann, 1965
Typhlopseudothelphusa Rioja, 1952
Villalobosius Ngy Low, 2010
Zilchia Pretzmann, 1968
Tribu Pseudothelphusini Ortmann, 1897
Género *Pseudothelphusa* De Saussure,
1857
Smalleyus Álvarez, 1989
Tehuana Rodríguez y Smalley, 1969

Morfología

En el orden Decapoda se agrupa a crustáceos como camarones, langostas y cangrejos. En este grupo, las somitas cefálicas se encuentran fusionadas con las primeras tres torácicas, formando el cefalotórax, el cual además cubre lateralmente las cámaras branquiales. Los primeros tres pares de apéndices torácicos están modificados como maxilípedos, que sirven para manipular el alimento, los siguientes cinco pares de apéndices torácicos son ambulatorios o pereiópodos, por lo cual son llamados decápodos (Barnes, 1987; Álvarez *et al.*, 1996). Los decápodos tienen una amplia variedad de formas, esto se aprecia fácilmente al examinar las adaptaciones que presentan para la locomoción y la variedad de hábitats en donde se encuentran.

El infraorden Caridea que incluye a una gran parte de los decápodos, agrupa a crustáceos que morfológicamente tienen forma de camarón (Figs. 1, 2), presentan un cuerpo alargado y comprimido lateralmente. Uno de los rasgos que los distingue es la posición de la pleura de la segunda somita abdominal que se sobrepone a la primera y a la tercera (Villalobos y Álvarez 1997b).

Los acociles, incluidos en el infraorden Astacidea (Figs. 3, 4), tienen el abdomen deprimido que termina en una fuerte cola en forma de abanico. Los tres primeros pares anteriores de pereiópodos son siempre quelados y el primer par es el más desarrollado (Villalobos y Álvarez 1997a).

El infraorden Brachyura (Figs. 5a, 5b y 6) agrupa a los organismos mejor conocidos como cangrejos verdaderos, se caracterizan por tener un abdomen simétrico, aunque es reducido y plegado bajo el tórax; por lo general carecen de urópodos. El cuerpo se encuentra cubierto por un caparazón bien desarrollado, daramente deprimido y a menudo expandido lateralmente. El primer par de pereiópodos es quelado y por lo

común desarrollado. Típicamente los pereiópodos dos a cinco son patas simples. Los machos carecen de pleópodos tres a cinco (Villalobos y Álvarez 1997c).

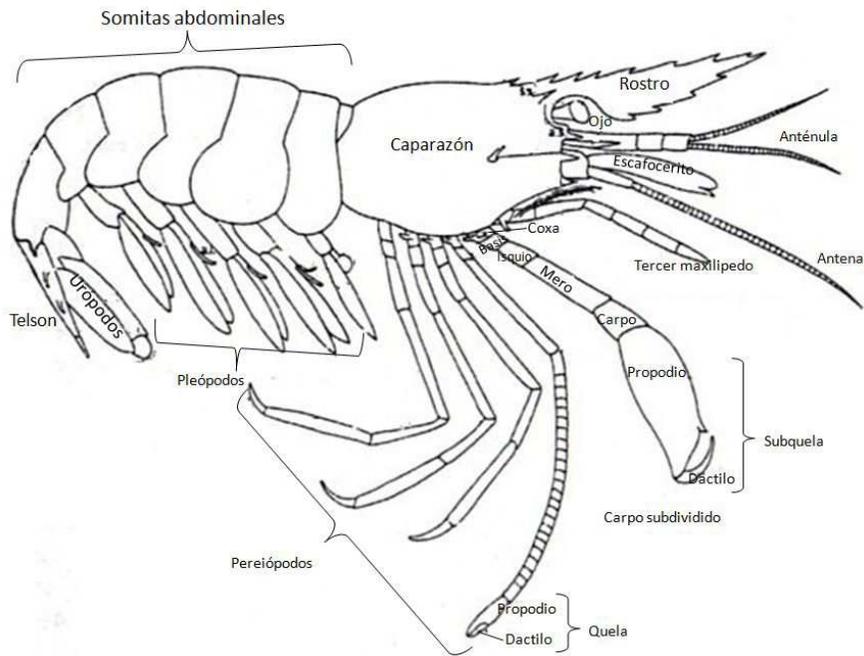


Figura 1. Anatomía de un carideo (Holthuis, 1993).



Figura 2. *Palaemonetes suttkusi* (Smalley, 1964), Cuatro Ciénegas, Coahuila.

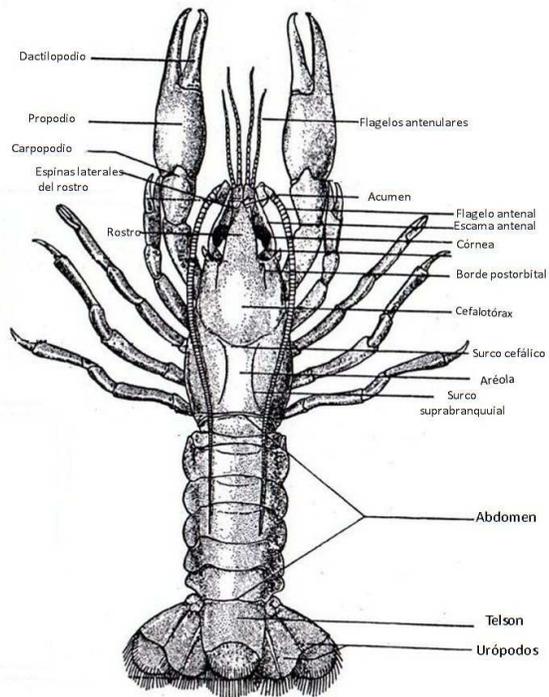


Figura 3. Anatomía de un Cambaridae (Villalobos, 1955).



Figura 4. *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), El Arenal, Durango.

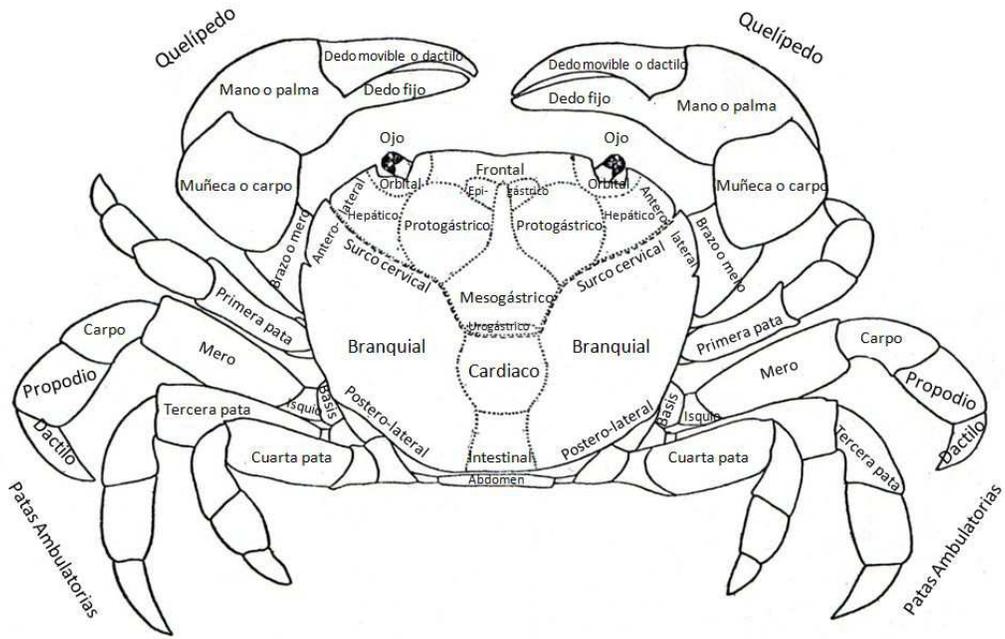


Figura 5a. Anatomía de un braquiuro, vista dorsal (Rathbun, 1918).

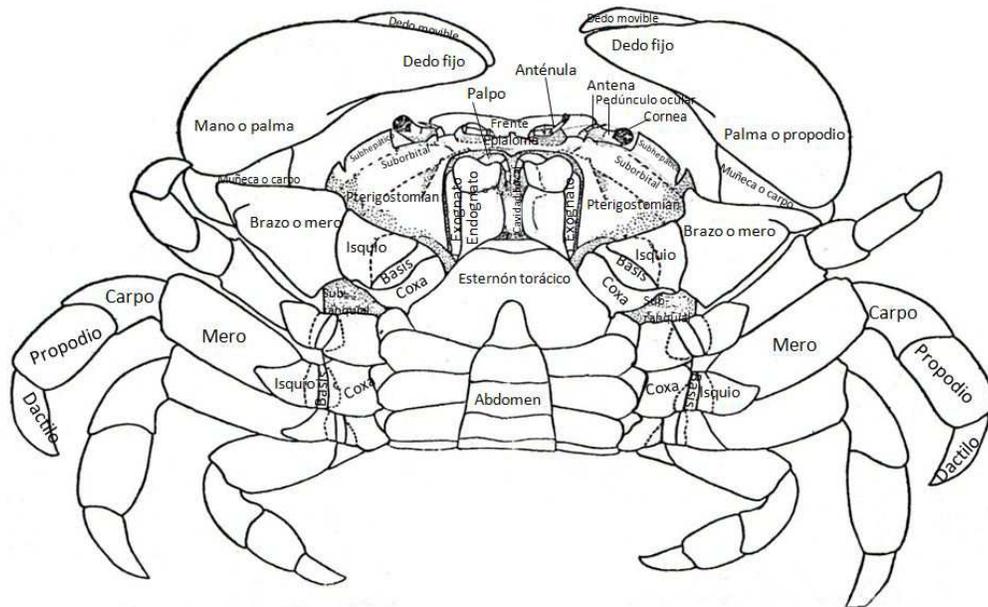


Figura 5b. Anatomía de un braquiuro, vista ventral (Rathbun, 1918).



Figura 6. *Potamocarcinus hartmanni* (Pretzmann, 1975), Tonalá, Chiapas.

ANTECEDENTES

Las especies de decápodos representadas en México pueden separarse en dos grandes componentes zoogeográficos, los de origen neártico, en el que se encuentra principalmente a la familia Cambaridae y los de origen neotropical, comprendiendo a las familias Alpheidae, Palaemonidae, Atyidae, Pseudothelphusidae, Trichodactylidae y Glyptograpsidae (Villalobos *et al.*, 1993).

En cuanto al número de especies descritas y como ha sido su proceso de descubrimiento y descripción, se tiene que éste empieza en el año de 1758 cuando Linneo hace la descripción del langostino *Macrobrachium carinus* en su publicación de Sistema Naturae. Herbst (1792) describe a *Atya innocous*; sin embargo, hasta 1840 el número de descripciones de especies nuevas se mantuvo muy bajo con tan sólo siete especies. Es a partir de 1846 cuando el estudio de los crustáceos se retoma con Erichson. Entre 1891 y 1900 las descripciones nuevamente tienen un incremento. Es hasta el comienzo de la década de 1940 con el Dr. Alejandro Villalobos con quien comienza a crecer el número de descripciones, principalmente de acociles de la familia Cambaridae.

En 1929 se crea el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), lo que ayuda a darle un impulso al estudio de la biota mexicana. En 1940, con ayuda del Dr. Enrique Rioja, la sección de hidrobiología da un gran impulso al estudio de los crustáceos, de 1939 a 1963 aportó una gran cantidad de trabajos que lo ayudaron a describir géneros y especies nuevas. Entre 1943 y 1982, el Dr. Alejandro Villalobos publicó 32 trabajos de carcinología, en los que describió un género y 32 especies nuevas principalmente de acociles.

Existe una cantidad considerable de estudios que hablan sobre los crustáceos dulceacuícolas de México, la mayoría de éstos se han enfocado en la taxonomía de los organismos para su descripción. Como por ejemplo el estudio sobre los acociles mexicanos de Erichson (1846) dando a conocer dos especies nuevas *Astacus (Cambarus) weigmanni* y *A. (C.) mexicanus* (Villalobos *et al.*, 1993). De Saussure (1858) describe nuevas especies de astacidos para las Antillas y México como *Cambarus montezumae* y *Cambarus aztecus*. En 1955 A. Villalobos en su tesis doctoral realiza un estudio monográfico sobre los cambarinos mexicanos. De Grave (2009) Hace una compilación de los crustáceos decápodos, considerando a las especies actuales como a

las extintas. Villalobos *et al.* (2010) realizaron un estudio de tres cuencas en Oaxaca, donde localizaron familias como Palaemonidae, Atyidae y Pseudothelphusidae. En 2011 Alvarez *et al.* hacen un tratamiento taxonómico sobre las especies de crustáceos dulceacuícolas y terrestres de Chiapas, en el cual se señalan las especies pertenecientes a las familias Atyidae, Palaemonidae, Cambaridae, Trichodactylidae y Pseudothelphusidae.

Infraorden Caridea

En 1924 Bouvier realiza una monografía sobre los Atyidos. Holthuis (1952) hace una revisión general de la familia Palaemonidae de las Américas. Horton *et al.* (1982) realizan un estudio sobre el género *Atya* tanto de América como de África, tomando en cuenta sus características taxonómicas, hábitat, historias de vida, distribución ecológica, entre otras. A. Villalobos (1960) realiza un estudio donde esclarece la situación taxonómica de Potimirim mexicana con otras especies e identifica una nueva especie para Brasil.

Álvarez *et al.* (2002) trabajaron con el desarrollo larval abreviado en condiciones de laboratorio de *Macrobrachium tuxtlaense*. Fue la primera especie de langostino de Norteamérica descrita con desarrollo abreviado. Un año después Mejía *et al.* (2003) describieron una nueva especie de langostino, *Macrobrachium totonacum*, del norte de Oaxaca, que también presenta desarrollo abreviado como una respuesta a la necesidad de conservar su posición en las cabecera de los ríos.

Mejía *et al.* (2008) hacen una nueva descripción de una especie estigobia *Macrobrachium sbordonii* en una cueva de Chiapas dentro de la región del Istmo de Tehuantepec.

Baldari *et al.* (2010) realizan la descripción de una nueva especie, *Cryphiops (Bythinops) sbordonii* en la Cueva Chamburro, Chiapas.

Infraorden Astacidea

Horton y Hobbs (1989) hacen una lista ilustrada actualizada de Astacidae, Cambaridae y Parastacidae de América.

López *et al.* (2003) describieron una nueva especie de cambárido, *Procambarus (Villalobosus) achilli*, de la localidad de Atezca, Hidalgo, México.

Álvarez *et al.* (2007) describieron una nueva especie de acocil, *P. (Austrocambarus) maya*, de una marisma en Quintana Roo, México.

Bortolini *et al.* (2007), hacen referencia de *Cherax quadricarinatus*, como una especie introducida a México y encontrada en los Estados de Morelos y Tamaulipas.

López (2008) efectuó un trabajo en el cual maneja la sistemática de los acociles de México, dando generalidades de su hábitat y distribución.

Rodríguez y Muñiz (2008) realizaron una investigación sobre los acociles y langostinos del norte México abarcando los Estados de Tamaulipas, Nuevo León y norte de Veracruz, considerando temas como ecología, reproducción, diversidad, distribución, taxonomía y los problemas con la misma en el reconocimiento de las especies, el aprovechamiento y la conservación.

Infraorden Brachyura

Rodríguez y Smalley (1969) en su trabajo de los cangrejos de agua dulce de México de la familia Pseudothelphusidae (Crustacea: Brachyura), hacen una recopilación de información, con la cual reportan nuevos géneros, subgéneros, especies y subespecies, además de agregar información sobre la localización del tipo y la distribución de los organismos.

Álvarez (1987, 1989) describe dos especies y un género nuevo de cangrejos pseudotelfúsidos de Guerrero y Veracruz, México.

Álvarez y Villalobos (1990, 1996, 1997, 1998) y Villalobos y Álvarez (2003) describen nuevas especies de cangrejos pseudotelfúsidos de Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Veracruz, México.

Villalobos (2005) en su tesis doctoral presentó una revisión sistemática para la tribu Pseudothelphusini, la cual abarco estudios filogenéticos, biogeográficos y taxonómicos.

Villalobos y Álvarez (2008) en su estudio sobre la familia Pseudothelphusidae discuten sobre su distribución y observan que sigue un patrón estrictamente neotropical y que presenta una zona de alta diversidad en el istmo de Tehuantepec. Villalobos y Álvarez (2010) proponen una terminología para el gonópodo del macho sobre el cual se basa la taxonomía del grupo. Una filogenia para la tribu Pseudothelphusini y una serie de cambios nomenclaturales que se desprenden del análisis.

OBJETIVOS

Objetivo general

Describir la diversidad de familias, subfamilias, tribus, géneros y especies de los decápodos de agua dulce de México, a partir de los registros que se encuentran en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología (IB) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y de información publicada en diferentes fuentes.

Objetivos particulares

- Estimar el número de especies de decápodos dulceacuícolas que se distribuyen en México.
- Construir una curva acumulativa de especies tomando en cuenta el año de descripción.
- Conocer el número de Estados de México donde hay decápodos de agua dulce y analizar su distribución geográfica y altitudinal.
- Determinar cuantas familias, subfamilias, tribus, géneros y especies hay en México, cuantas son endémicas y cuáles tienen una distribución amplia.

ÁREA DE ESTUDIO

México limita al Norte, en la latitud 32°43' N, con el Monumento 206, en la frontera con los Estados Unidos de América. Al Sur con el Mar Caribe, Guatemala y Belice, a la latitud 14°32' N, en la desembocadura del río Suchiate. Al Este, longitud 86°42' W, en el extremo Suroeste de Isla Mujeres, en el Mar Caribe. Al Oeste a longitud 118°27' W, limita con Punta Roca Elefante de Isla Guadalupe, en el Océano Pacífico. El territorio mexicano cuenta con una superficie de 1 964 375 km², está dividido en 31 Estados y un Distrito Federal.

El país se encuentra en una posición geográfica privilegiada en el planeta, ya que el trópico de Cáncer atraviesa casi por la mitad al territorio, lo que hace posible la presencia en él de zonas templadas y tropicales. Sus costas están bañadas por el Océano Pacífico, el Golfo de California, el Golfo de México y el Mar Caribe. Su relieve es producto de una accidentada historia geológica, con cordilleras que lo cruzan de norte a sur y de este a oeste por el eje Neovolcánico Transversal. Estas cordilleras determinan importantes barreras geográficas que han disparado fenómenos de especiación. Estas características, le permiten tener casi todos los climas que existen en el mundo (excepto los fríos extremos) y sus consiguientes tipos de ecosistemas y especies biológicas (Carabias *et al.*, 2005).

Para describir en donde se encuentra la fauna de crustáceos decápodos de agua dulce objeto de este estudio, se desarrollan brevemente las siguientes secciones: El agua dulce, principales ecosistemas acuáticos continentales, la geología, regionalización biogeográfica y Climas de México.

El agua dulce de México

La principal fuente de suministro de agua en el país es la lluvia, de la cual el 90% se descarga durante la temporada de lluvias entre los meses de mayo a octubre, la precipitación anual promedio es de 777 mm, lo cual equivale a una precipitación total de 1570 km³ al año. La distribución espacial del agua dulce en el territorio no es homogénea, es escasa en el norte del país con un 3% del volumen total, mientras que el 50% lo hace conducido por los ríos del sureste (Fig. 7) fundamentalmente en las vertientes del Golfo de México y del Pacífico al sur del trópico de Cáncer (Aguilar 2003).

La distribución del agua dulce superficial (epicontinental) en México, esta representada en la Figura 8, como el caso de ríos, presas, lagos y lagunas (Tabla 2). Mientras que la Figura 9 representa la distribución de aguas subterráneas. El volumen medio anual de agua que escurre superficialmente es de 410 km^3 , casi 32.2% lo aportan solo 8 ríos: Bravo, Pánuco, Coatzacoalcos, Papaloapan, Grijalva, Usumacinta, Lerma-Santiago y Balsas. El 80% del agua epicontinental está localizada por debajo de la altitud de los 500 msnm, el 15% se localiza entre los 500 y 2000 msnm y tan sólo un 5% se localiza por encima de los 2 000 msnm (Fig. 10) (Aguilar, 2003, Biswas, 2003).

En el país existen 320 cuencas hidrológicas, agrupadas en 37 regiones hidrológicas y estas a su vez en 13 regiones administrativas (Fig. 11) las cuales aportan un volumen medio anual de 410 km^3 (Biswas, 2003).

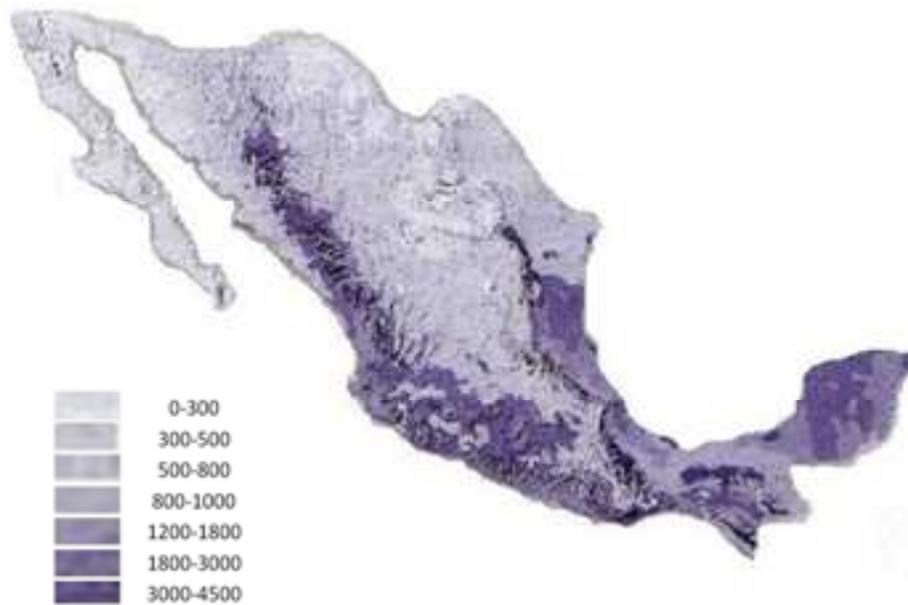


Figura 7. Precipitación anual promedio (mm) (Aguilar, 2003).

Tabla 2. Distribución del agua dulce en México.

Distribución	Volumen del agua (Km ³)
Ríos	410
Presas	107
Aguas subterráneas	70
Lagos y lagunas	14
Total	601

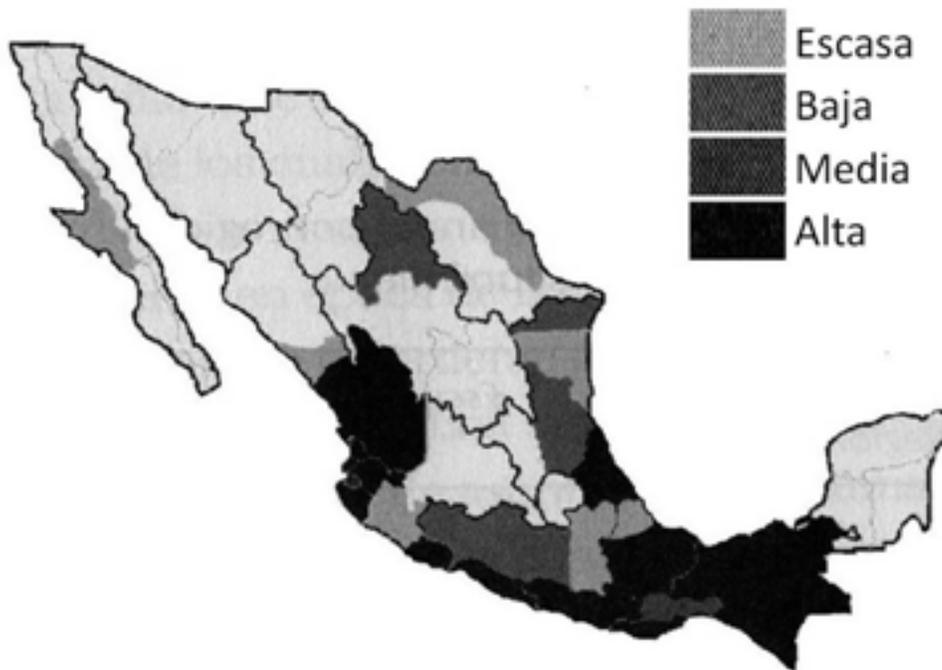


Figura 8. Disponibilidad relativa del agua superficial (Semarnap/CNA, 1996; Biswas, 2003)

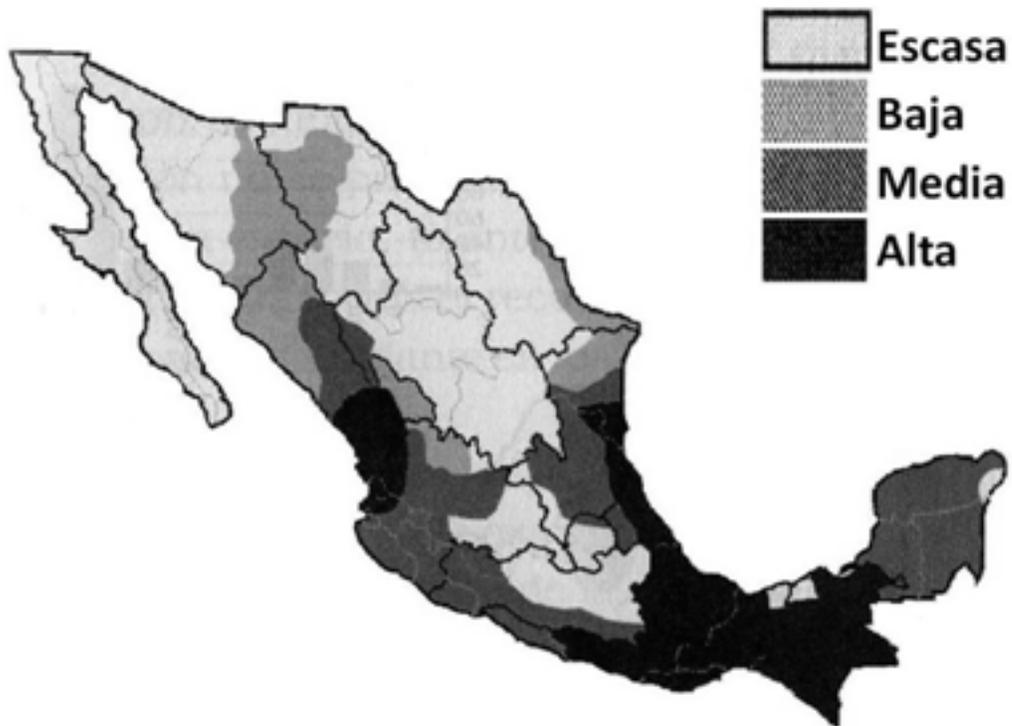


Figura 9. Disponibilidad relativa del agua subterránea (Semarnap/CNA, 1996; Biswas, 2003).

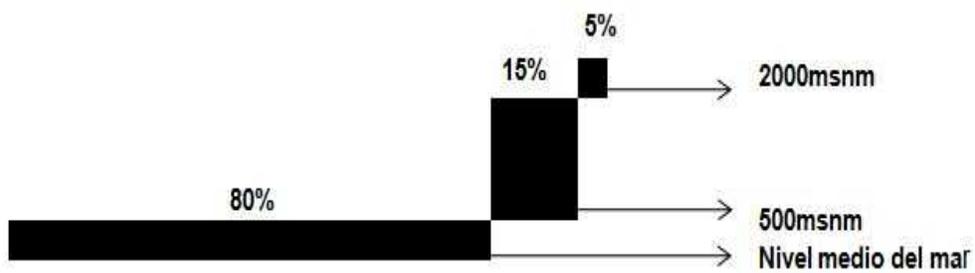


Figura 10. Distribución altitudinal del agua (Aguilar, 2003).

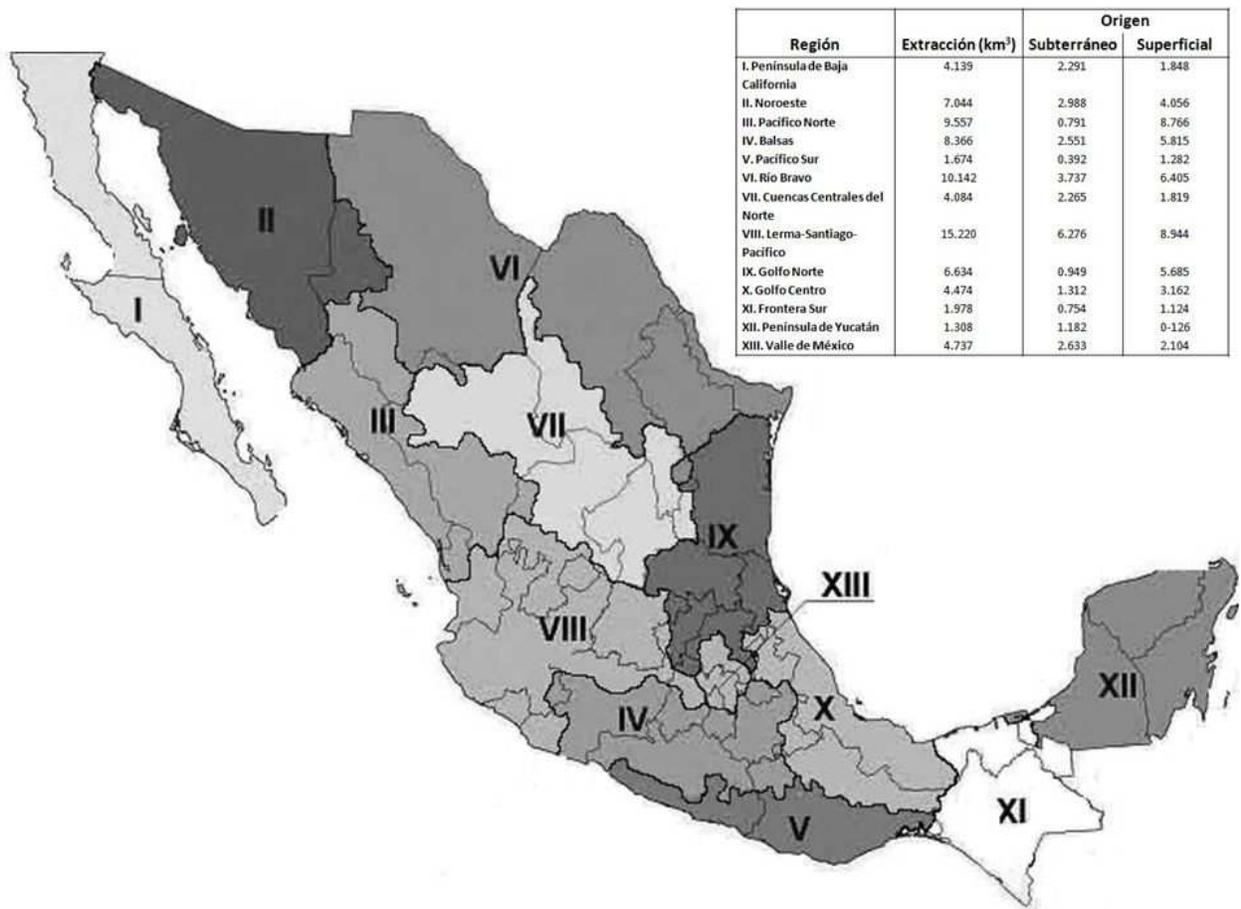


Figura 11. Regiones administrativas de México (CNA, 2001).

Principales ecosistemas acuáticos continentales

La mayor parte de los recursos hídricos se encuentran principalmente en los ríos, presas, acuíferos, lagos y lagunas. Muchos de estos ecosistemas están conectados por el flujo de agua y por las especies que comparten, lo cual es una pieza clave para el mantenimiento del ambiente acuático (Aguilar, 2003).

Sistemas fluviales. Se reconocen 37 ríos principales, de los cuales 12 desembocan en el Golfo de México, entre ellos están los ríos Bravo, Pánuco, Tuxpan, Tonalá, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta; 19 en el Océano Pacífico y al Golfo de California, entre ellos, los ríos Colorado, Yaqui, Fuerte, San Pedro, Culiacán, Santiago, Verde, Balsas, Papagayo, Ometepe, Tehuantepec y Suchiate. Seis son interiores, como los ríos Nazas, Aguanaval, Santa María, Casas Grandes y del Camen. El sistema fluvial alberga una gran diversidad de peces y de invertebrados como

crustáceos, moluscos e insectos, los cuales son recursos clave en las redes tróficas (Aguilar, 2003).

Sistemas lacustres. Destacan en México cerca de 70 lagos, cuyas extensiones varían entre 1 000 y más de 10 000 ha y cubren en conjunto un área de 370 891 ha. El lago de Chapala (Jalisco y Michoacán) es el mayor de los lagos mexicanos, seguido en importancia por los de Cuitzeo y Pátzcuaro (Michoacán), Yuriria (Guanajuato), Catemaco (Veracruz), Tequesquitengo (Morelos) y Nabor Carrillo (México), además del Catazajá (Chiapas), Del Corte (Campeche), Babicora y Bustillos (Chihuahua). Existen también 137 lagunas costeras y 14 000 reservorios. Algunos de los sistemas lacustres más importantes son de origen volcánico (Aguilar, 2003).

Humedales. Estos sistemas constituyen una diversidad de superficies cubiertas de agua con un régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las aguas marinas cuya profundidad en marea baja no excede de 6 m. México cuenta con 54 humedales con una superficie de 5 115 393 ha, entre los que destacan Ría Lagartos, Cuatrociénegas, La Encrucijada, Marismas Nacionales, Pantanos de Centla, Delta del río Colorado, Dzilam de Bravo, El Palmar, Laguna de Tecocomulco, Lagunas de Montebello, Sian Ka'an, Manglares y humedales de la Laguna de Sontecomapan, Sistema Lagunar Alvarado, La Mancha y El Llano. Los humedales proveen de hábitat, alimento, refugio y áreas de crianza y reproducción para una gran cantidad de animales, tanto invertebrados como vertebrados. Son importantes por su alto nivel de endemismos, en particular de peces e invertebrados (Aguilar, 2003).

Cenotes. La península de Yucatán tiene características geohidrológicas diferentes a otras regiones del país. Los suelos están constituidos por calizas y dolomitas de alta permeabilidad, así como de yeso y anhidritas altamente solubles que presentan fallas, fracturas y cavidades de disolución que dan lugar a una compleja red de corrientes subterráneas interconectadas. Entre los cenotes más conocidos de México están Dos Ojos en Quintana Roo, el Cenote Sagrado en Chichén Itzá, Xtacunbilxunan en Campeche y Zacatón en Tamaulipas. Los cenotes y cuevas cercanas a la costa contienen aguas salobres y marinas que fluctúan con las mareas, conocidas como sistemas anquihalinos. Mientras que las que se hallan en el interior, contienen agua que es predominantemente dulce. Los cuales albergan varios tipos de microorganismos,

invertebrados y vertebrados, además de un alto porcentaje de estos organismos son endémicos (Aguilar, 2003).

Oasis. Se les considera relictos de hábitats de importancia biogeográfica y evolutiva, donde viven plantas y animales de afinidad méxicana. Entre los oasis más conocidos destacan San Ignacio, Santiago, La Purísima, Mulegé, San José del Cabo y Boca de la Sierra, todos ubicados en la Península de Baja California. Estos oasis albergan una gran cantidad de especies nativas e introducidas, exclusivas de estos sitios. Entre los organismos encontrados, se observan aves, mamíferos, anfibios, reptiles y crustáceos (Aguilar, 2003).

La geología de México

La geología de la República Mexicana es el resultado de múltiples procesos tectónicos que la han afectado durante toda su evolución, lo que conlleva al aislamiento y dispersión de las especies dando como resultado diferentes historias evolutivas. En México y sus alrededores, se congregan cinco placas tectónicas: Norteamericana, Pacífico, Rivera, Cocos y del Caribe (Fig. 12). La porción oeste de la parte continental de México está caracterizada por una zona de convergencia, producto de la subducción oblicua de las placas de Cocos y de Rivera, y por una zona de corrimiento lateral derecho relativo a la placa del Pacífico. Al Este, la geología de México continúa hacia las depresiones marinas del Golfo de México y la cuenca de Yucatán, las cuales forman parte de la placa Norteamericana (Ortega *et al.*, 2000).

El límite entre la placa Norteamericana y la placa del Caribe, un límite difuso al oeste de la depresión Caimán, aparentemente corresponde con una zona de deslizamiento lateral izquierdo que cruza México entre Guatemala y el Golfo de Tehuantepec (Guzmán *et al.*, 1989). El límite entre la placa Norteamericana y la placa Pacífica está formado por los segmentos de la porción más septentrional de la dorsal del Pacífico del este, las que a su vez están unidas por fallas transformantes con una dirección noroeste (DeMets, 1990). El límite de la placa Norteamericana y la placa de Cocos está marcado por el preacor y la trinchera de Acapulco, así como por una zona de Benioff (Burbach, 1984). Las placas de Rivera y Cocos son los remanentes de la placa oceánica de Farallón, la cual converge en la placa Norteamericana a lo largo del margen occidental de México (Atwater, 1970).

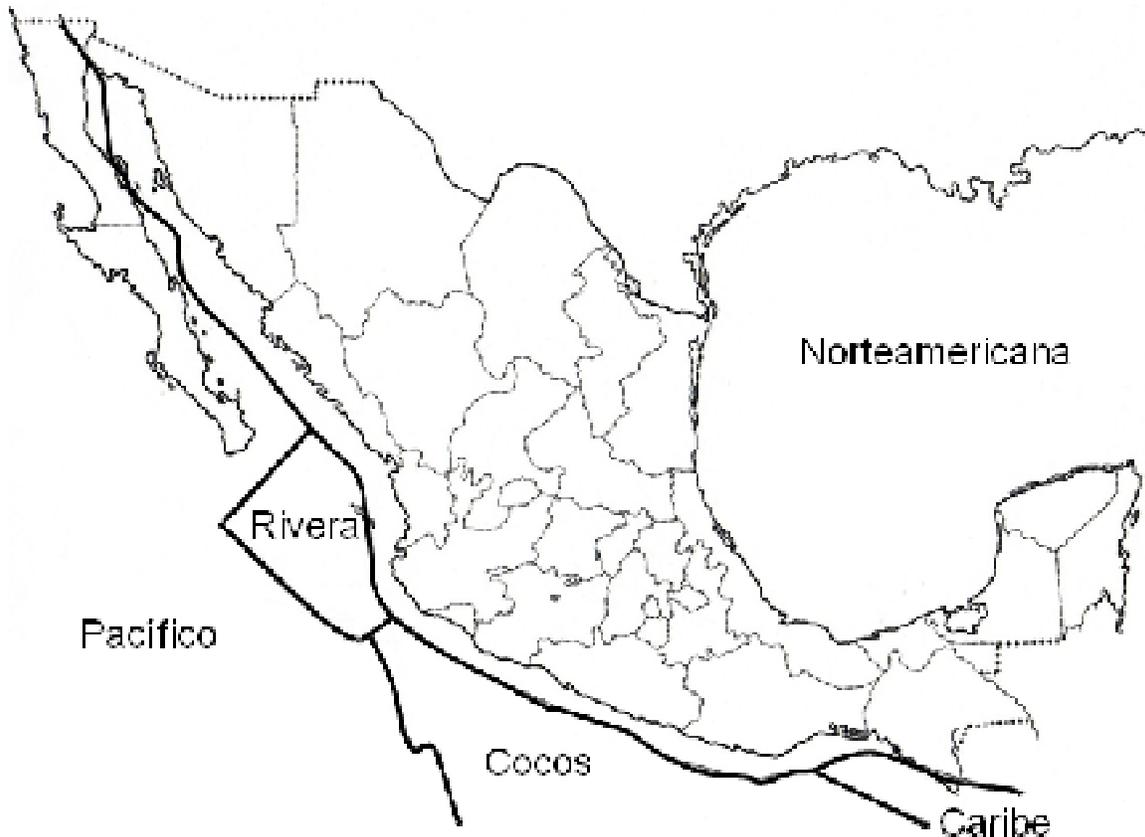


Figura 12. Tectónica de placas de México (Ortega, 2000).

La configuración geográfica actual es consecuencia de la interacción del bloque continental con las provincias oceánicas que lo circundan. En la región del Pacífico, la Península de Baja California se está separando del resto del continente con un movimiento hacia el Noroeste; en el Pacífico sur de México, desde Cabo Corrientes en el estado de Jalisco hacia Centroamérica, la placa oceánica de Cocos es asimilada por el continente; tal subducción ocurre a lo largo de una fosa oceánica a la que se le conoce como Trinchera de Acapulco o Mesoamericana (Aguayo y Trápaga, a).

En las provincias geológicas del Golfo de México y del Caribe, se tienen esfuerzos tectónicos de separación cortical, estos a su vez, avanzan sobre los fondos más profundos de las cuencas oceánicas, como consecuencia del desplazamiento de la placa tectónica continental de Norteamérica hacia el poniente y de la del Caribe hacia el oriente.

Entre las principales cadenas montañosas del país se tiene a la Sierra Madre Occidental, la cual se extiende desde Sonora hasta Jalisco; La Sierra Madre Oriental

está constituida esencialmente de rocas sedimentarias, formadas por depósitos de sedimentos en el océano y posteriormente levantados, deformados y fracturados, se extiende desde el sur del Río Bravo, se sitúa paralela al Golfo de México hasta llegar al Eje Neovolcánico; La Sierra Madre del Sur es la más compleja en cuanto a su constitución litológica y a la variedad de edades de las rocas, desde cerca del millón de años a más de 600 m.a., se extiende desde Jalisco hasta el Istmo de Tehuantepec; La Sierra de Chiapas atraviesa el sureste del País, paralela a la costa del Pacífico, es homogénea, de rocas graníticas y también está asociada en su origen y evolución con los movimientos profundos que ocurren bajo la trinchera Mesoamericana; El Eje Neovolcánico Transversal está formado por un conjunto de planicies escalonadas que van desde los 500-800 m en Colima y Nayarit y a los 2 600 m en Toluca. Para algunos autores culmina, en la región de los límites de los estados de Puebla y Veracruz; para otros se extiende hasta la costa del Golfo de México (Aguayo y Trápaga, b).

Regionalización biogeográfica de México

Una región biogeográfica está definida por la superposición distribucional de especies o taxones que le dan identidad y que reciben el nombre de endémicos. El endemismo también sirve para reconocer y caracterizar unidades biogeográficas menores, llamadas provincias bióticas, las cuales poseen una relativa homogeneidad de condiciones ecológicas (Espinosa *et al.*, 2000).

La zona de transición mexicana, es una zona compleja, en la que componentes bióticos neárticos y neotropicales se imbrican (Halffter, 1964, 1987). En sentido amplio, esta área incluye el Sur o Suroeste de los Estados Unidos de América, México y gran parte de América Central, extendiéndose hasta las tierras bajas de Nicaragua.

Halffter (1964) definió la zona de transición mexicana. Menciona que el centro de dicha zona es el límite entre las regiones Neártica y Neotropical (Fig. 13), el cual corresponde al Este y Oeste de las Sierras Madre, y en el Sur a la separación entre el Eje Neovolcánico Transversal, los valles altos de Oaxaca, las tierras altas de Chiapas y Guatemala y las tierras bajas que las rodean.

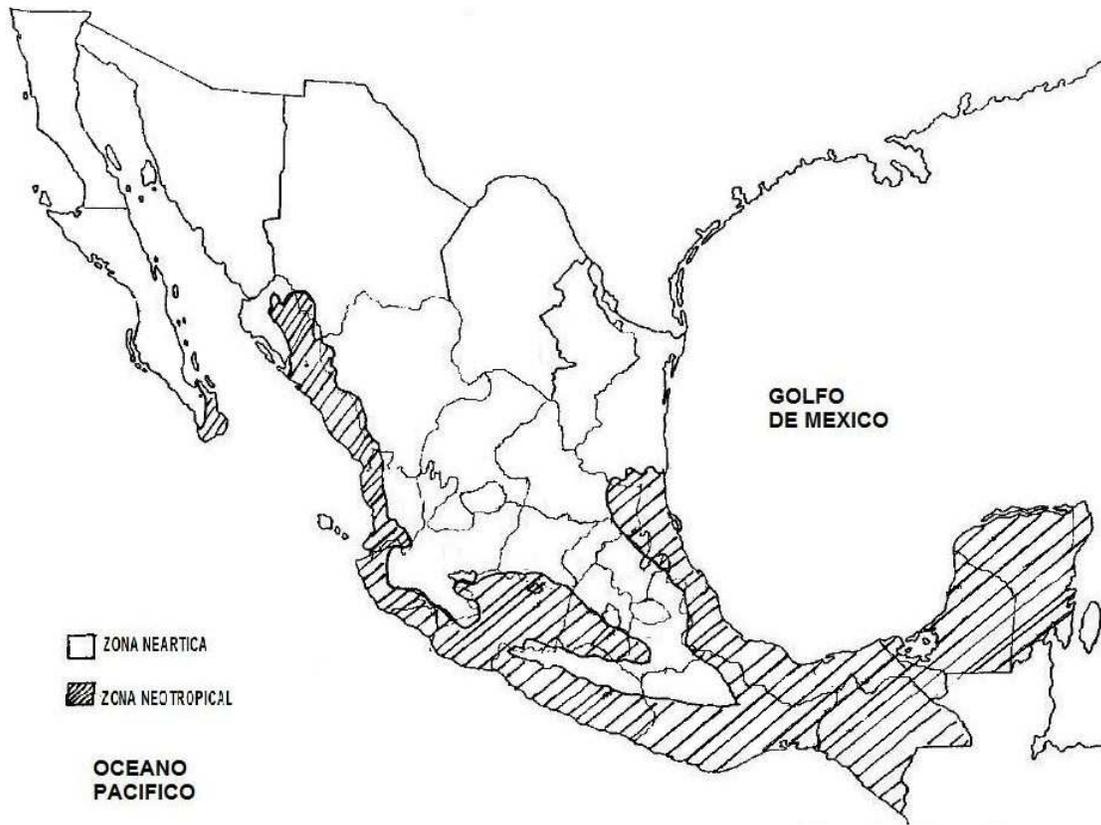


Figura 13. Regiones biogeográficas de México.

Climas de México

Los climas de México son muy variados como respuesta a un relieve muy complicado y a las grandes diferencias en altitud van desde los muy cálidos en nuestras costas, a los muy fríos de nieves perpetuas en los dimas de los más altos volcanes y de los muy húmedos en la región del sureste, a los muy secos en el Norte y Noroeste del país, pasando por todas las variantes intermedias (García, 1996).

Por su nivel de humedad, el 56% del territorio comprende zonas muy áridas, áridas y semiáridas que dominan el norte y áreas del centro del país. El 37% es subhúmedo y se presenta en las sierras y en las planicies costeras del Pacífico, Golfo de México y el noreste de la península de Yucatán. Las zonas húmedas, con sólo el 7% del territorio, se encuentran donde se inicia el ascenso a las sierras y se deposita la humedad del Golfo de México, además de una pequeña porción en la vertiente del Pacífico al extremo sur del país (CNA, 2001).

En territorio mexicano se presentan dos estaciones marcadas: la época seca que va desde finales de noviembre hasta el inicio de junio y el ciclo lluvioso que va de junio a noviembre, con precipitaciones torrenciales pero breves que se desatan generalmente en las tardes. De acuerdo al sistema de clasificación climática según Enriqueta García (1964) (Fig. 14) se puede hablar de los siguientes tipos de clima en México.

Las **zonas con clima de selva tropical lluvioso (Af)**, se encuentran situadas al sur del paralelo 20°N a lo largo de la base del declive este de la Sierra Madre Oriental y a lo largo del pie septentrional de los plegamientos del norte de Chiapas. La precipitación de los seis meses más húmedos es de 69.1% de la anual y la de los tres meses más secos (enero-marzo) es de 14.7% de la anual.

Caliente húmedo con lluvias en verano (Am), es muy característico de lugares húmedos situados al sur del Trópico de Cáncer. Se localiza en la llanura tabasqueña, en la base del declive este de la Sierra Madre Oriental y en el declive del Pacífico de la porción sureste de la Sierra Madre de Chiapas. La temporada de mayor precipitación en este clima se encuentra en verano y parte de otoño que son las épocas en las que los ciclones tropicales que afectan a México son más frecuentes y hacen aumentar considerablemente la cantidad de lluvia en la zona con este tipo de clima. Para los climas Am del lado del Golfo, la precipitación invernal es en promedio de 8.5% del total anual, mientras que del lado del Pacífico es solo del 3.1% de la anual.

Caliente subhúmedo con lluvias en verano (Aw), se extiende a lo largo de la vertiente del Pacífico desde el paralelo 24°N hacia el Sur y abarca desde el nivel del mar hasta unos 800 ó 1 000 msnm, por el lado del Golfo de México. Se encuentra al Sur del paralelo 23°N en una de las partes más bajas de la llanura costera y también en la mayor parte de la península de Yucatán, así como algunas zonas interiores, tales como la cuenca del Balsas y la depresión central de Chiapas.

Templado húmedo con lluvias todo el año (Cf), se localiza en las vertientes del Atlántico, en la Sierra Madre Oriental y de las montañas del norte de Chiapas, con una precipitación invernal promedio de 10.2% de la total anual.

Templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw), se localiza principalmente en las montañas del centro y sur de México y en la porción sur de la Altiplanicie Mexicana en donde la precipitación orográfica aumenta en verano por los movimientos convectivos del aire y por la influencia de los ciclones tropicales. También se encuentran

en las porciones norte y central de la Sierra Madre Occidental y norte de la Oriental, que poseen una proporción de lluvia invernal relativamente alta con un 10.2% de la anual.

Seco ó árido (BS), es muy cercana al límite de los climas húmedos presentan mayor precipitación que la muy cercana a los límites de los muy secos.



Figura 14. Climas de México (Modificado de INEGI, 2011).

Frío (E), ocupa extensiones muy pequeñas a grandes altitudes, por debajo a los 10°C.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se basa en la recopilación de información de la base de datos perteneciente a la CNCR, con la cual se realizó un análisis de la distribución de los crustáceos decápodos dulceacuícolas de México, la cual se ordenó por grupos taxonómicos. A partir de cada grupo se toman en cuenta altitud, los Estados de México en los que se localiza cada especie, tipo de clima y tipo de cuerpo de agua.

El número de especies que se ha compilado es también resultado de una revisión bibliográfica exhaustiva en la que se verificó la existencia de especies nuevas o nuevos registros que no se encuentran depositados en la CNCR.

La organización taxonómica adoptada en este estudio sigue en principio la propuesta por Martin y Davis (2001) hasta el nivel de familia y se complementa con la clasificación propuesta por De Grave *et al.* (2009) la cual trata hasta el nivel de género.

La curva acumulativa de especies, se realizó a partir de la información recopilada del año en el que la especie fue descrita, estos años se van sumando, comenzando desde la primera especie descrita hasta la actualidad.

RESULTADOS

Diversidad y endemismo

México cuenta con un gran número de especies de crustáceos decápodos dulceacuícolas, entre los que se encuentran camarones, langostinos, acociles y cangrejos. Estos crustáceos presentan una gran variedad de formas y poseen una amplia distribución en el territorio mexicano, en la actualidad se encuentran representados por ocho familias, 32 géneros y 168 especies.

En la tabla 3 se presenta un listado completo de las especies presentes en México, el cual se divide por infraordenes, el primero corresponde al infraorden Caridea, en el que se ubican tres superfamilias, la primera de ellas es Atyoidea, con una familia, Atyidae, en la que se incluyen cuatro géneros, sumando un total de 12 especies, de las cuales, seis son endémicas, dando para esa familia un porcentaje del 50% de endemismo. La segunda superfamilia es Palaemonoidea, dividida en una familia, Palaemonidae, con seis géneros y 32 especies, en la que se hallan 20 especies endémicas proporcionando un porcentaje de endemismo del 63%. La tercer superfamilia, Alpheoidea, se encuentra representada por una familia, Alpheidae, con un género y una especie endémica. A nivel de infraorden, tenemos que Caridea tiene un 56% de endemismo en el territorio mexicano.

El segundo infraorden es Astacidea, con dos superfamilias, siendo la primera Astacoidea, como única familia está Cambaridae dividida en tres géneros y 56 especies, en las que se encuentran 54 especies endémicas, es decir el 96%. La segunda superfamilia es Parastacoidea, en la cual se ubica en la familia Parastacidae representada con un género y una especie. En este caso se trata de una especie introducida.

El último infraorden es Brachyura, su primer superfamilia es Trichodactyloidea, en la que se halla a la familia Trichodactylidae, cuenta con dos géneros y cinco especies, todas endémicas (100%). La superfamilia Pseudothelphusoidea contiene a la familia Pseudothelphusidae con 13 géneros y 59 especies, sumando un total de 55 especies endémicas, dando el 93% de endemismo. La tercer superfamilia es Grapsoidea, con Glyptograpsidae como única familia, dos generos y dos especies una de ellas endémica. En este infraorden se obtiene un 92% de endemismo.

Tabla 3. Especies de los decápodos dulceacuícolas registrados para México.

Reino Animalia Phylum Arthropoda Subphylum Crustacea Bruünnich, 1772 Clase Malacostraca Latreille, 1802 Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892 Superorden Eucarida Calman, 1904 Orden Decapoda Latreille, 1802 Suborden Pleocyemata Burkenroad, 1963		
Infraorden Caridea Dana, 1852		
Superfamilia Atyoidea de Haan, 1849 Familia Atyidae de Haan, 1849 Subfamilia Atyinae de Haan, 1849 Género Atya Leach, 1815 <i>A. crassa</i> Smith, 1871 <i>A. margaritacea</i> Milne Edwards, 1864 <i>*A. ortmannioides</i> Villalobos, 1956 <i>A. scabra</i> Leach, 1815 <i>A. sp.</i> Género Jonga Hart, 1961 <i>J. serrei</i> Bouvier, 1909 Género Potimirin Holthuis <i>P. glabra</i> Kingsley, 1878 <i>*P. mexicana</i> De Saussure 1857 Subfamilia Typhlatyinae Holthuis, 1986 Género Typhlatya Creaser, 1936 <i>*T. campecheae</i> Hobbs & Hobbs, 1976 <i>*T. mitchelli</i> Hobbs & Hobbs, 1976 <i>*T. pearsei</i> Creaser, 1936 <i>*T. dzilamensis</i> Álvarez, Iliffe y Villalobos, 2005	Superfamilia Palaemonoidea Rafinesque, 1815 Familia Palaemonidae Rafinesque, 1815 Subfamilia Palaemoninae Rafinesque, 1815 Género Creaseria Holthuis, 1950 <i>*C. morleyi</i> Creaser, 1936 Género Cryphiops Dana, 1852 Subgénero Bythinops Villalobos, Nates y Cantú, 1989 <i>*C. (B.) luscus</i> Holthuis, 1973 <i>*C. (B.) perspicax</i> Holthuis, 1977 <i>*C. (B.) villalobosi</i> Villalobos, Nates y Cantú, 1989 <i>C. (B.) sbordonii</i> Baldari, Mejía y López, 2010 Género Macrobrachium Bate, 1868 <i>*M. dígueti</i> Bouvier, 1895 <i>M. acanthurus</i> Wiegman, 1836 <i>*M. acherontium</i> Holthuis, 1977 <i>M. americanum</i> Bate, 1868 <i>M. carcinus</i> Lineus 1758 <i>M. heterochirus</i> Wiegmann, 1836 <i>*M. hobbsi</i> Nates y Villalobos 1990 <i>*M. michoacanus</i> Nates y Villalobos 1990 <i>M. occidentale</i> Holthuis, 1950 <i>M. offersii</i> Weigmann 1836 <i>M. rosenbergii</i> De Man, 1879 <i>M. sbordonii</i> Mejía, Baldari y López, 2008 <i>M. tenellum</i> Smith, 1871 <i>*M. totonacum</i> Mejía, Álvarez & Hartnoll, 2003 <i>*M. tuxtlaense</i> Villalobos y Álvarez, 1999 <i>*M. vicconi</i> Roman, Ortega y Mejía, 2000 <i>*M. villalobosi</i> Hobbs, 1973 Género Neopalaemon Hobbs, 1973 <i>*N. nahuatlus</i> Hobbs, 1973 Género Palaemonetes Heller, 1869 <i>*P. hobbsi</i> Strenth 1994 <i>P. kadiakensis</i> Rathbun 1902 <i>*P. lindsayi</i> Villalobos y Hobbs 1974 <i>*P. mexicanus</i> Strenth 1976 <i>P. paludosus</i> Gibbes, 1850 <i>*P. suttкуси</i> Smalley 1964 Género Troglomexicanus Villalobos, Álvarez e Iliffe, 1999 <i>*T. huastecae</i> Villalobos, Álvarez e Iliffe, 1999 <i>*T. perezfarfantae</i> Villalobos, 1971	Superfamilia Alpheoidea Rafinesque, 1815 Familia Alpheidae Rafinesque, 1815 Género Potamalpheops Powell, 1979 <i>*P. stygicola</i> Hobbs, 1973

**T. tamaulipasensis* Villalobos,
Álvarez e Iliffe, 1999

Infraorden Astacidea Latreille, 1802

Superfamilia Astacoidea Latreille, 1802

Familia Cambaridae Latreille, 1802

Subfamilia Cambarellinae Laguarda,
1961

Género *Cambarellus* Ortmann,
1905

Subgénero *Cambarellus* Ortmann,
1905

- **C. (C.) Álvarez* Villalobos, 1952
- **C. (C.) areolatus* Faxon, 1885
- **C. (C.) chapalanus* Faxon, 1898
- **C. (C.) chihuahuae* Hobbs, 1980
- **C. (C.) lermensis* Villalobos, 1943
- **C. (C.) montezumae* de
Saussure, 1857
- **C. (C.) occidentalis* Faxon, 1898
- **C. (C.) patzcuarensis* Faxon,
1898
- **C. (C.) prolixus* Villalobos y
Hobbs, 1981
- **C. (C.) zempoalensis* Villalobos,
1943

Subfamilia Cambarinae Hobbs, 1942

Género *Orconectes* Cope, 1872

Subgénero *Gremicambarus*
Fitzpatrick, 1987

-*O. (G.) virilis* Hagen, 1870

Género *Procambarus* Ortmann
1905

Subgénero *Austrocambarus*
Hobbs, 1972

- **P. (A.) acanthophorus* Villalobos,
1948
- **P. (A.) catemacoensis* Rojas,
Álvarez y Villalobos, 2000
- **P. (A.) cavernicola* Mejía,
Hartnoll y Viccon, 2003
- **P. (A.) citlaltepetl* Rojas, Álvarez
y Villalobos, 1999
- **P. (A.) llamas* Villalobos, 1954
- **P. (A.) maya* Álvarez, López y
Villalobos, 2007
- **P. (A.) mexicanus* Erichson, 1846
- **P. (A.) mirandai* Villalobos, 1954
- **P. (A.) oaxacae* Hobbs, 1973
- **P. (A.) reddehli* Hobbs, 1973
- **P. (A.) olmecorum* Hobbs, 1987
- **P. (A.) pilosimanus* Ortmann,
1906
- **P. (A.) rodriguez* Hobbs, 1943
- **P. (A.) ruthveni* Pearse, 1911
- **P. (A.) sbordonii* Hobbs, 1977
- **P. (A.) vazquezae* Villalobos,
1954
- **P. (A.) veracruzanus* Villalobos,
1954
- **P. (A.) zapoapensis* Villalobos,
1954

Subgénero *Girardiella* Lyle, 1938

**P. (G.) regiomontanus* Villalobos,
1954

Subgénero *Mexicambarus* Hobbs,
1972

**P. (M.) bouvieri* Ortmann, 1909

Subgénero *Ortmannicus* Fowler
1912

Superfamilia Parastacoidea Huxley, 1879

Familia Parastacidae Huxley, 1879

Género *Cherax* Erichson, 1846
-*C. quadricarinatus* Von Martens
1868

**P. (O.) cuevachicae* Hobbs, 1941
 **P. (O.) caballeroi* Villalobos, 1944
 **P. (O.) hidalgoensis* López, Mejía y Álvarez, 2005
 **P. (O.) gonopodocristatus* Villalobos, 1958
 **P. (O.) totecae* Hobbs, 1943
 **P. (O.) villalobosi* Hobbs, 1967
 **P. (O.) xilitlae* Hobbs y Grubbs, 1982

Subgénero *Paracambarus*

Ortmann, 1906
 **P. (P.) ortmannii* Villalobos, 1949
 **P. (P.) paradoxus* Ortmann, 1906

Subgénero *Pennides* Hobbs, 1972

**P. (P.) roberti* Villalobos y Hobbs, 1974

Subgénero *Procambarus*

Ortmann, 1905
 **P. (P.) di gueti* Bouvier, 1897

Subgénero *Scapulicambarus*

Hobbs, 1972
 -*P. (S.) clarkii* Girard, 1852
 **P. (S.) strenthi* Hobbs, 1977

Subgénero *Villalobosius* Ng y Low, 2010

**P. (V.) achilli* López, Álvarez y Mejía, 2003
 **P. (V.) contrerasi* Creaser, 1931
 **P. (V.) cuetzalanae* Hobbs, 1982
 **P. (V.) chacalli* López, Mejía y Álvarez, 2004
 **P. (V.) erichsoni* Villalobos, 1950
 **P. (V.) hoffmanni* Villalobos, 1944
 **P. (V.) hortonhobbsi* Villalobos, 1950
 **P. (V.) riojae* Villalobos, 1944
 **P. (V.) teziutlanensis* Villalobos, 1947
 **P. (V.) tlapacoyanensis* Villalobos, 1947
 **P. (V.) xochitlanae* Hobbs, 1975
 **P. (V.) zihuateutlensis* Villalobos, 1950

Infraorden *Brachyura* Latreille, 1802

Sección *Eubrachyura* de Saint-Laurent, 1980

Subsección *Heterotremata* Guinot, 1977

Superfamilia *Trichodactyloidea* H. Milne Edwards, 1853

Familia *Trichodactylidae* H. Milne Edwards, 1853

Subfamilia *Trichodactylinae* H. Milne-Edwards, 1853

Género *A votrichodactylus*

Pretzmann, 1968
 **A. bidens* Bott, 1969
 **A. constrictus* Pearse, 1911
 **A. oaxensis* Rodríguez, 1992

Género *Rodriguezia* Bott, 1969

**R. mensabak* Cottarelli y Argano, 1977
 **R. villalobosi* Rodríguez y Manrique, 1967

Superfamilia *Pseudothelphusoidea* Ortmann, 1893

Familia *Pseudothelphusidae* Ortmann, 1893

Subfamilia *Pseudothelphusinae* Ortmann, 1893

Tribu *Hypolobocerini* Pretzmann, 1971

Género *Epithelphusa* Rodríguez y Smalley, 1969

**E. chiapensis* Rodríguez y Smalley 1969

**E. mixtepeensis* Rodríguez y Smalley 1969

Género *Lobithelphusa* Rodríguez, 1982

**L. mexicana* Rodríguez, 1982

Género *Spirothelphusa* Pretzmann, 1965

**S. verticalis* Rathbun, 1893

Tribu *Potamocarcinini* Ortmann 1897

Género *Odontothelphusa* Rodríguez, 1982

Subsección *Thoracotremata* Guinot, 1977

Superfamilia *Grapsoidea* MacLeay, 1838

Familia *Glyptograpsidae* Schubart, Cuesta y Felder, 2002

Género *Glyptograpsus*

Smith, 1870

Género *Platychirograpsus* De Man, 1896

**P. spectabilis* De Man, 1896

**O. apipac* Villalobos, García y Velázquez, 2010
**O. lacandona* Álvarez y Villalobos, 1998
**O. lacanjaensis* Álvarez y Villalobos, 1998
**O. maxillipes* Rathbun, 1898
**O. monodontis* Rodríguez y Hobbs 1989
**O. palenquensis* Álvarez y Villalobos, 1998
**O. toninae* Álvarez y Villalobos, 1991

Género *Phrygiopilus* Smalley, 1970

**P. montebelloensis* Álvarez y Villalobos, 1998
**P. yoshibensis* Álvarez y Villalobos, 1998

Género *Potamocarcinus* H. Milne Edwards, 1853

**P. chajulensis* Álvarez y Villalobos, 1998
**P. hartmanni* Pretzmann, 1975
P. magnus Rathbun, 1895

Género *Raddaus* Pretzmann 1965

R. bocourti Milne Edwards, 1866
**R. parasilchi* *mexicanus* Pretzmann, 1978

Género *Typhlopseudothelphusa* Rioja, 1952

**T. hyba* Rodríguez y Hobbs, 1989
**T. mociñoi* Rioja 1952

Género *Villalobosius* Ng y Álvarez, 2000

**V. lopezformenti* Álvarez y Villalobos, 1991
**V. leptomelus* Rodríguez y Hobbs, 1989

Género *Zilchia* Pretzmann, 1971

**Z. aspoekorum* Pretzmann, 1968
**Z. poglayeneuwalli* Pretzmann, 1978

Tribu *Pseudothelphusini* Ortman, 1897

Género *Pseudothelphusa* De Saussure, 1857

**P. americana* De Saussure, 1857
**P. belliana* Rathbun, 1898
**P. dieguti* Rathbun, 1905
**P. dilatata* Rathbun, 1898
**P. morelosis* Pretzmann, 1968
**P. sulcifrons* Rathbun, 1898
**P. doenitzi* Bott, 1968
**P. dugesi* Rathbun, 1893
**P. galloi* Álvarez y Villalobos, 1990
**P. granatensis* Rodríguez y Smalley, 1969
**P. guerreroensis* Rathbun, 1933
**P. hoffmannae* Álvarez y Villalobos, 1996
**P. juyi* Rathbun, 1893
**P. leiophrys* Rodríguez y Smalley, 1969
**P. lophophallus* Rodríguez y Smalley, 1969
**P. mexicana* Álvarez, 1987
**P. nayaritae* Álvarez y Villalobos, 1994

**P. nelsoni* Rathbun, 1905
 **P. parabelliana* Álvarez, 1989
 **P. pecki* Smalley y Adkinson, 1987
 **P. peyotensis* Rodríguez y Smalley, 1969
 **P. rechi ngeri* Pretzmann, 1965
 **P. seiferti* Hobbs, 1980
 **P. sonorensis* Miles, 1967
 **P. terrestris* Rathbun, 1893
Género *Smalleyus* Álvarez, 1989
 **S. tricristatus* Álvarez, 1989
Género *Tehuana* Rodríguez y Smalley, 1969
 **T. complanata* Rathbun, 1905
 **T. chontalpaensis* Villalobos y Álvarez, 2003
 **T. diabolis* Pretzmann, 1978
T. guerreroensis Rathbun, 1933
 **T. jacatepecensis* Villalobos y Álvarez, 2003
 **T. lamellifrons* Rathbun, 1898
 **T. lamothei* Álvarez y Villalobos, 1994
 **T. poglayenorum* Pretzmann, 1978
 **T. veracruzana* Rodríguez y Smalley, 1969

* Especies endémicas
 - Especies introducidas

Curva acumulativa de especies

Al construir la curva acumulativa de especies de acuerdo al año de descripción se observa un patrón en el cual todavía la curva tiene una pendiente alta y positiva (Fig. 15). Después de un periodo en el cual se acumularon pocas especies que termina hacia 1840, se empieza con una tendencia de crecimiento sostenido con una pendiente constante. Nuevos estudios por publicarse en el 2012, que ya no pueden ser incluidos en este estudio sugieren que todavía por otra década seguirá creciendo el número de especies al mismo ritmo.

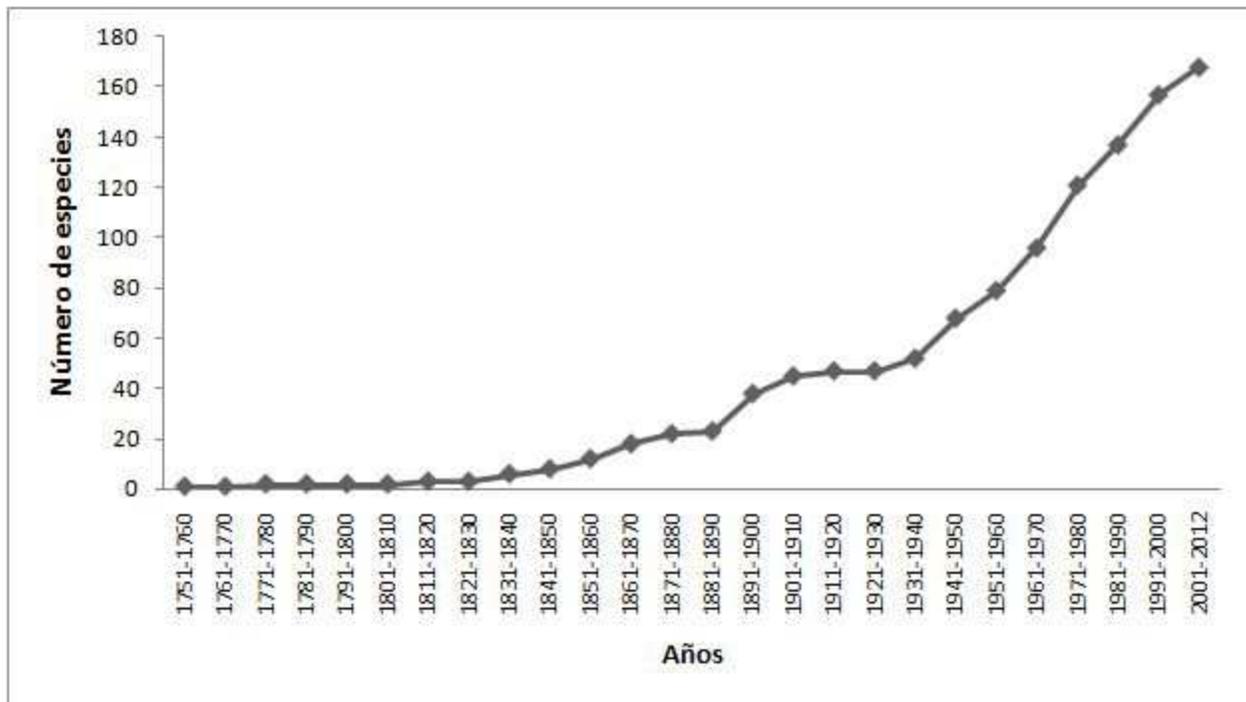


Figura. 15. Curva acumulativa de especies dulceacuícolas de México.

Diversidad por Estado

El número de especies correspondientes a cada una de las ocho familias de decápodos dulceacuícolas presentes en el país, muestra que Pseudothelphusidae es la familia más diversa con 59 spp., seguida de Cambaridae 56 spp., Palaemonidae 32 spp., Atyidae 12 spp., Trichodactylidae cinco spp., y Glyptograpsidae dos spp., Alpheidae y Parastacidae fueron las menos diversas con una especie cada una (Fig. 16).

La distribución de los decápodos dulceacuícolas en México revela que en los Estados de Oaxaca, Tabasco, Chiapas y Veracruz se localiza mayor diversidad de familias Chiapas con siete y los demás con seis, mientras que en los Estados de Aguascalientes y Zacatecas no se encuentra ninguna de las ocho familias citadas para el país (Fig. 17). En ningún Estado de la república se encuentran las ocho familias representadas, lo que refleja las distintas afinidades zoogeográficas de cada grupo y la distribución puntual de especies introducidas.

Con respecto a la distribución de géneros, en la Figura 18 podemos observar que los Estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz obtienen los primeros lugares en albergar al mayor número de géneros, mientras que Aguascalientes y Zacatecas se ubican en los últimos lugares.

En cuanto a la distribución del número de especies por Estado, están en los primeros tres lugares Chiapas con 45 especies, Oaxaca con 39 y Veracruz con 38. Mientras que Aguascalientes y Zacatecas, se localizan en los últimos lugares con 0 especies (Fig. 19). El siguiente grupo de Estados con diversidades medias son: Puebla 23 spp, Guerrero 22spp, Jalisco 21spp, Michoacán 18spp, Hidalgo 15spp y Nayarit 15spp.

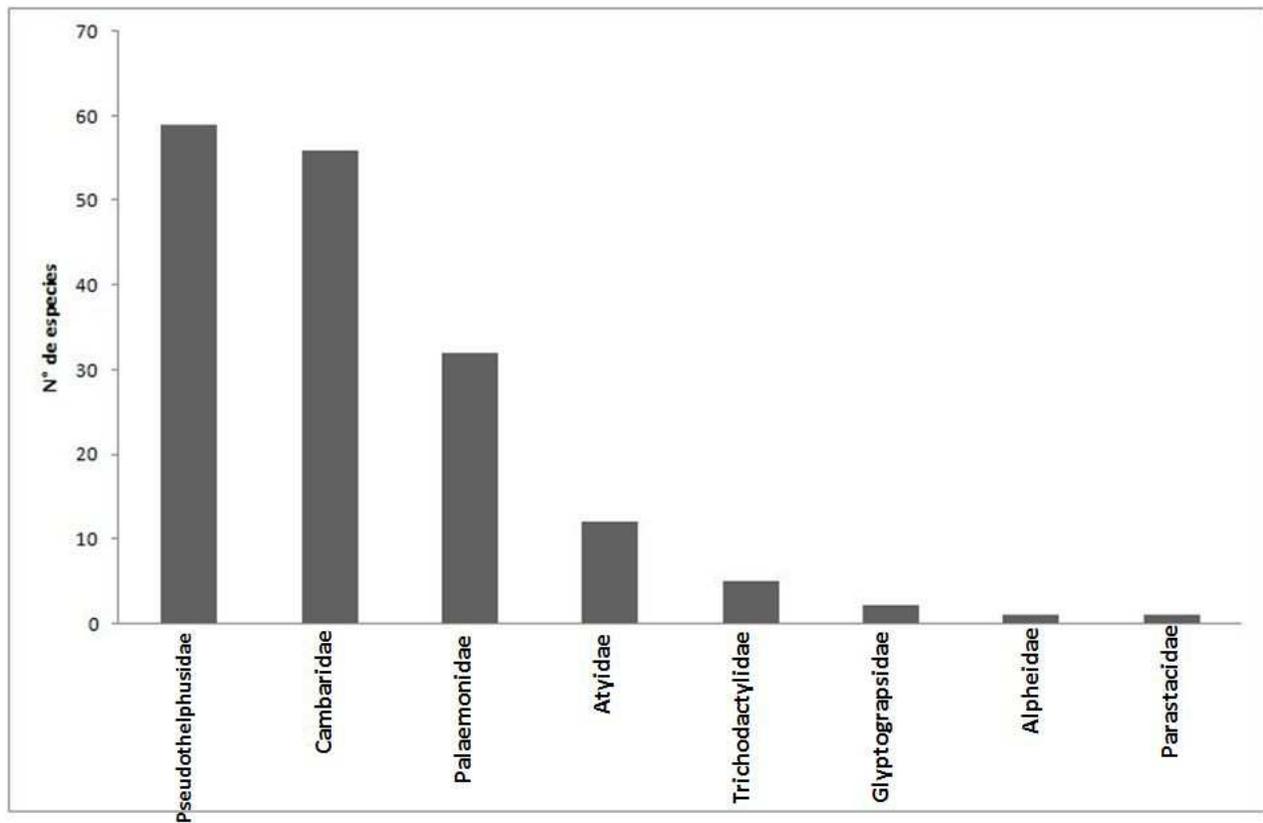


Figura 16. Número de especies de decápodos de agua dulce por familia.

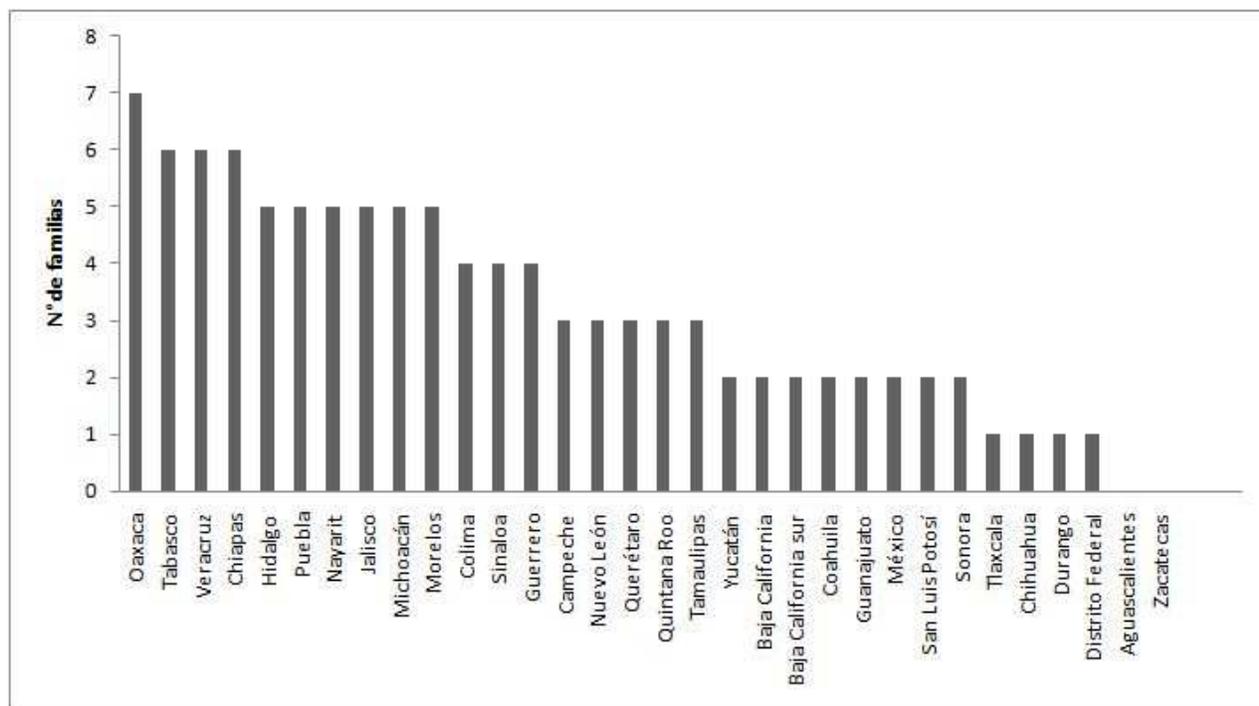


Figura 17. Familias representadas por cada Estado de la República Mexicana.

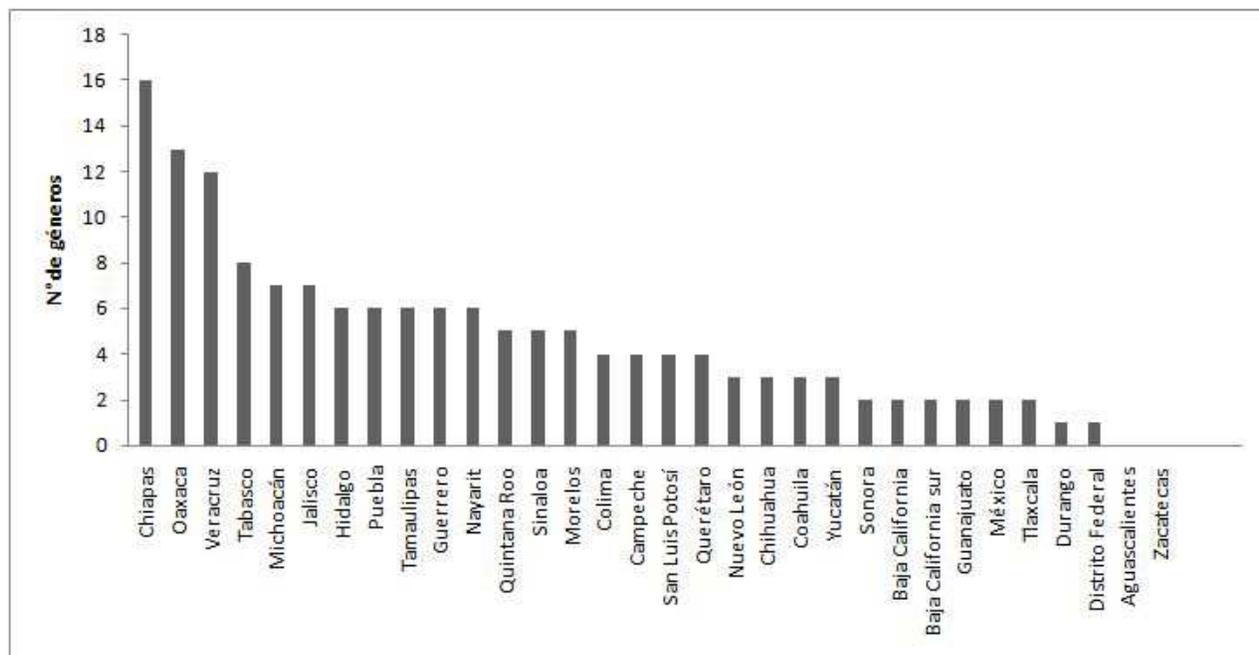


Figura 18. Géneros representados por cada Estado de la República Mexicana.

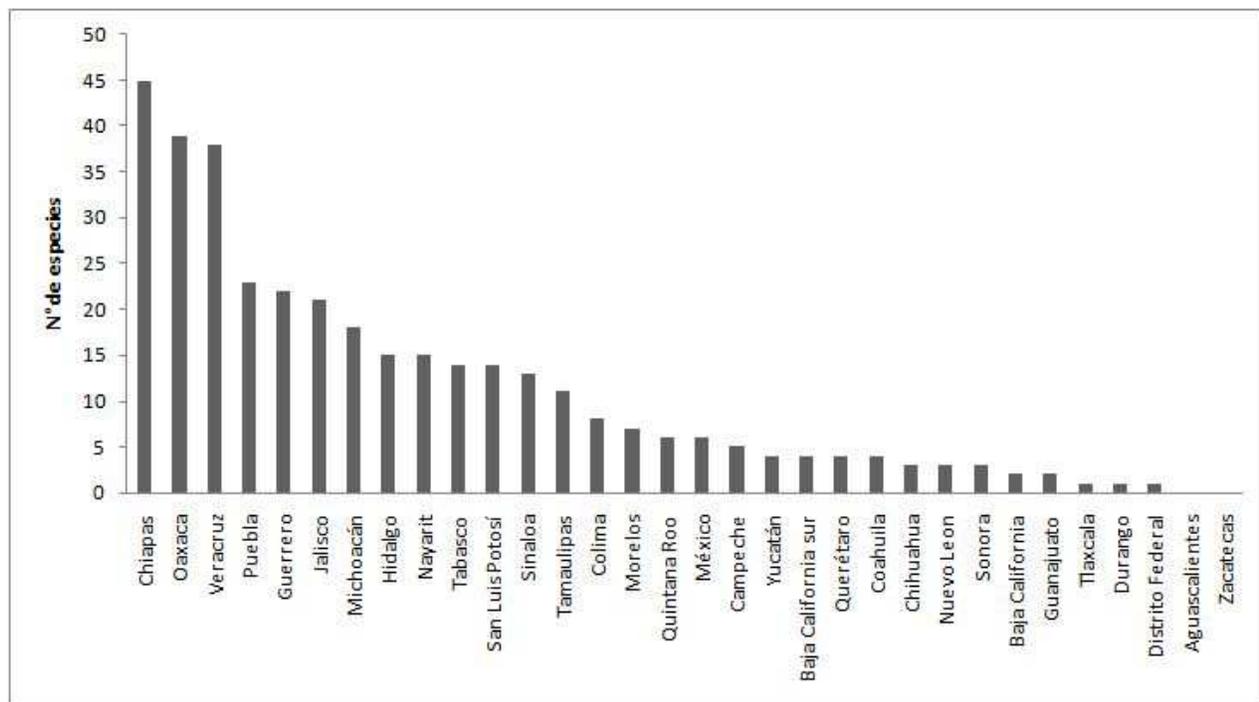


Figura 19. Especies representadas por cada Estado de la República Mexicana.

Distribución espacial por familia

En cuanto a la distribución del número de especies de cada familia por Estado, la familia Atyidae se distribuye principalmente en los Estados costeros del país (Fig. 20). La distribución de especies de atidos por Estado es como sigue: Baja California Sur: *Atya ortmannioides*; Colima: *A. margaritacea*; Hidalgo: y Puebla, *A. scabra*; Tabasco: *Potimirim mexicana*; Campeche: *Typhlatya campecheae* y *T. pearsei*; Chiapas: *A. scabra*, *A. margaritacea*; Nayarit: *A. margaritacea* y *P. glabra*; Tamaulipas: *A. scabra* y *P. mexicana*; Guerrero: *A. ortmannioides*, *A. margaritacea*, *A. sp.* y *P. glabra*; Michoacán: *A. crassa*, *A. ortmannioides* y *P. glabra*; Quintana Roo: *Jonga serrei*, *T. mitchelli* y *T. pearsei*; Sinaloa: *A. crassa*, *A. margaritacea* y *P. glabra*; Veracruz: *A. scabra* y *P. mexicana*; Yucatán: *T. mitchelli*, *T. pearsei* y *T. dzilamensis*; Jalisco: *A. crassa*, *A. ortmannioides*, *A. margaritacea* y *Potimirim glabra* Oaxaca: *A. crassa*, *A. ortmannioides*, *A. scabra*, *A. margaritacea*, *A. sp.*, *P. glabra* y *P. mexicana*.

La familia Palaemonidae muestra también un gran número de especies en los Estados costeros del país, pero también tienen presencia en Estados del Centro-Norte en donde se presentan especies estrictamente dulceacuícolas como las de los géneros *Palaemonetes* y *Troglomexicanus* (Fig. 21). La distribución de especies por estado es

como sigue: Chiapas: *Cryphiops (Bythinops) luscus*, *C. (B.) perspicax*, *C. (B.) sbordonii*, *C. (B.) villalobosi*, *Macrobrachium acanthurus*, *M. americanum*, *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. hobbsi*, *M. occidentale*, *M. olfersii*, *M. tenellum*, *M. sbordonii* y *M. vicconi*; Oaxaca: *M. acanthurus*, *M. americanum*, *M. digueti*, *M. heterochirus*, *M. hobbsi*, *M. michoacanus*, *M. occidentale*, *M. olfersii*, *M. tenellum*, *M. villalobosi*, *M. totonacum*, *Neopalaemon nahuatlus*; San Luis Potosí: *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. hobbsi*, *M. olfersii*, *Palaemonetes hobbsi*, *P. lindsayi*, *P. mexicanus* y *Troglomexicanus perezfarfanta*; Sinaloa: *M. americanum*, *M. digueti*, *M. hobbsi*, *M. michoacanus*, *M. occidentale*, *M. olfersii*, *M. rosenbergii* y *M. tenellum*; Guerrero: *M. americanum*, *M. digueti*, *M. hobbsi*, *M. michoacanus*, *M. occidentale*, *M. olfersii* y *M. tenellum*; Jalisco: *M. americanum*, *M. digueti*, *M. hobbsi*, *M. michoacanus*, *M. occidentale*, *M. olfersii* y *M. tenellum*; Michoacán: *M. americanum*, *M. digueti*, *M. hobbsi*, *M. michoacanus*, *M. occidentale*, *M. olfersii* y *M. tenellum*; Tamaulipas: *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. olfersii*, *P. kadiakensis*, *T. huastecae*, *T. perezfarfanta*, *T. tamaulipasensis*; Nayarit: *M. americanum*, *M. hobbsi*, *M. michoacanus*, *M. occidentale*, *M. olfersii* y *M. tenellum*; Tabasco: *M. acanthurus*, *M. acherontium*, *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. hobbsi* y *M. olfersii*; Veracruz: *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. hobbsi*, *M. olfersii* y *M. tuxtlaense*; Puebla: *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. hobbsi* y *M. olfersii*; Baja California Sur: *M. americanum*, *M. digueti* y *M. occidentale*; Colima: *M. americanum*, *M. occidentale* y *M. tenellum*; Hidalgo: *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. olfersii*; Campeche: *Creaseria morleyi* y *M. acanthurus*; Coahuila: *P. paludosus* y *P. suttkusi*; Quintana Roo: *C. morleyi* y *M. acanthurus*; Sonora: *M. americanum* y *M. tenellum*; Baja California: *M. tenellum*; Morelos: *M. rosenbergii*; Nuevo León: *M. carcinus*; Querétaro: *M. carcinus* y Yucatán: *C. morleyi*.

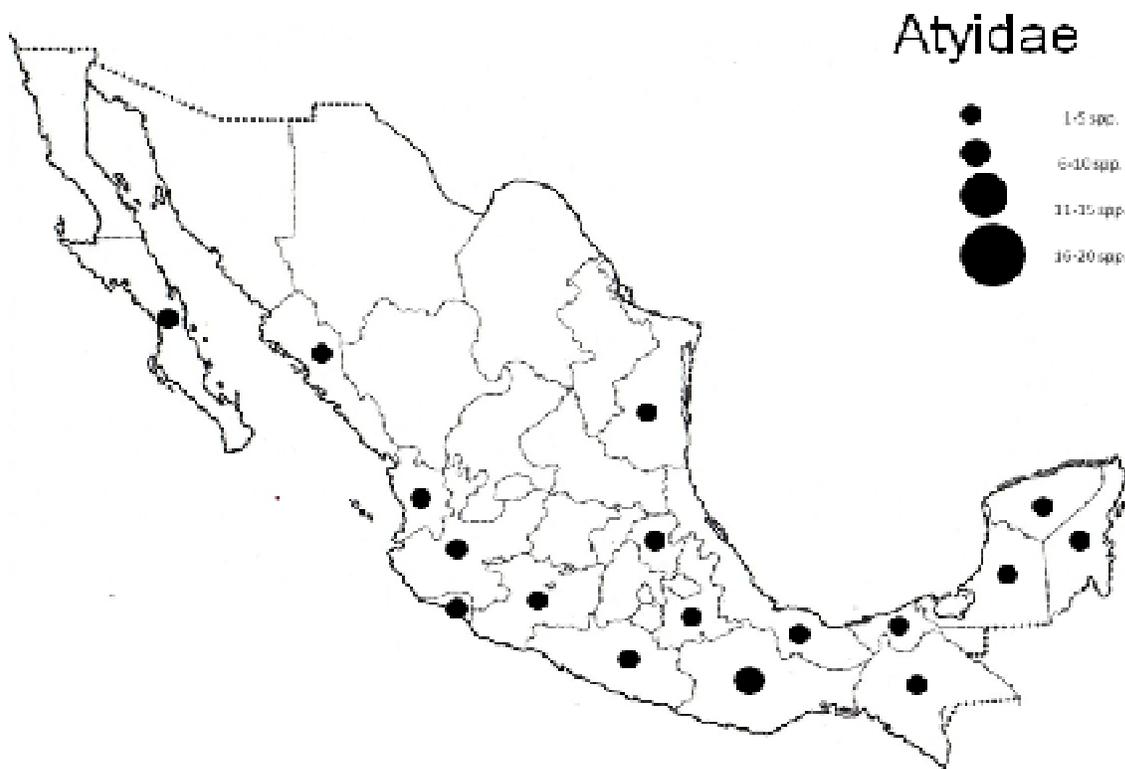


Figura 20. Distribución de la familia Atyidae en México.

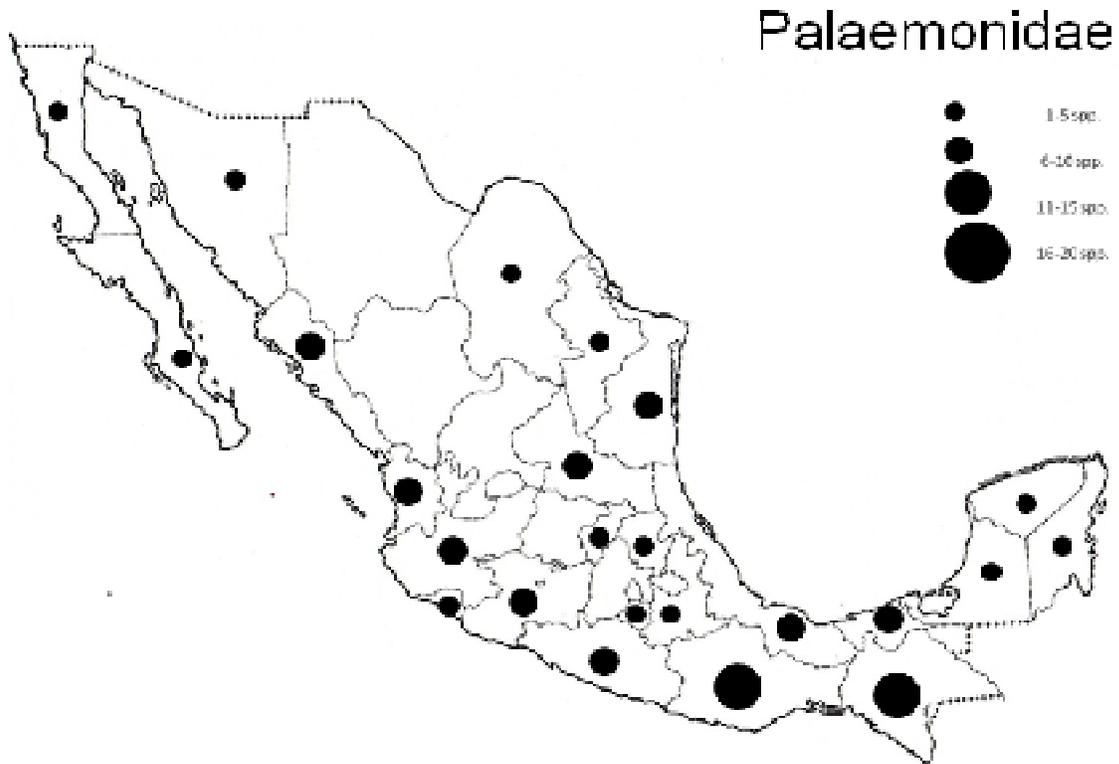


Figura 21. Distribución de la familia Palaemonidae en México.

La familia Alpheidae está representada por una única especie, *Potamalpheops stygicola*, en el Estado de Oaxaca, que además es la única especie estrictamente de agua dulce que pertenece a esta familia en el mundo (Fig. 22).

La familia Cambaridae (Fig. 23) con sus 59 especies, se encuentra distribuida en gran parte del territorio nacional, principalmente en los Estados de la cuenca del Golfo de México. Al ser sus especies estrictamente dulceacuícolas pueden penetrar hasta altitudes de más de 2 500 m y distribuirse en la parte central del territorio nacional. La distribución por Estado es como sigue: Veracruz: *Procambarus (Austrocambarus) acanthophorus*, *P. (A.) catemacoensis*, *P. (A.) citlaltepeltl*, *P. (A.) llamasi*, *P. (A.) mexicanus*, *P. (A.) reddelli*, *P. (A.) olmecorum*, *P. (A.) rodriguezi*, *P. (A.) ruthveni*, *P. (A.) vazquezae*, *P. (A.) veracruzanus*, *P. (A.) zapoapensis*, *P. (Ortmannicus) cuevachicae*, *P. (O.) gonopodocristatus*, *P. (O.) villalobosi*, *P. (Villalobosus) hoffmanni*, *P. (V.) riojai* y *P. (V.) tlapacoyanensis*; Puebla: *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, *P. (A.) mexicanus*, *P. (O.) cuevachicae*, *P. (O.) caballeroi*, *P. (Paracambarus) ortmannii*, *P. (P.) paradoxus*, *P. (Villalobosus) contrerasi*, *P. (V.) cuetzalanae*, *P. (V.) erichsoni*, *P. (V.) hoffmanni*, *P. (V.) hortonhobbsi*, *P. (V.) riojai*, *P. (V.) teziutlanensis*, *P. (V.) tlapacoyanensis*, *P. (V.) xochitlanae* y *P. (V.) zihuateutlensis*; Hidalgo: *C. (C.) montezumae*, *P. (O.) cuevachicae*, *P. (O.) hidalgoensis*, *P. (O.) toltecae*, *P. (P.) ortmannii*, *P. (V.) achilli*, *P. (V.) chacalli*, *P. (V.) erichsoni* y *P. (V.) riojai*; Chiapas: *P. (A.) acanthophorus*, *P. (A.) llamasi*, *P. (A.) mexicanus*, *P. (A.) mirandai*, *P. (A.) pilosimanus*, *P. (A.) ruthveni* y *P. (A.) sbordonii*; Michoacán: *C. (C.) chapalanus*, *C. (C.) montezumae*, *C. (C.) patzcuarensis*, *Procambarus (Mexicambarus) bouvieri* y *P. (P.) digueti*; San Luis Potosí: *P. (O.) cuevachicae*, *P. (O.) toltecae*, *P. (O.) villalobosi*, *P. (O.) xilitlae*, *P. (Pennides) roberti* y *P. (Scapullicambarus) strenthi*; Oaxaca: *P. (A.) acanthophorus*, *P. (A.) cavernícola*, *P. (A.) mexicanus*, *P. (A.) oaxacae* y *P. (A.) reddelli*; Jalisco: *C. (C.) chapalanus*, *C. (C.) montezumae*, *C. (C.) patzcuarensis*, *C. (C.) prolixus* y *P. (Procambarus) digueti*; Chihuahua: *C. (C.) areolatus*, *C. (C.) chihuahuae*, *Orconectes (Gremicambarus) virilis* y *P. (S.) clarkii*; México: *C. (C.) lemensis*, *C. (C.) montezumae* y *C. (C.) zempoalensis*; Nayarit: *C. (C.) montezumae* y *C. (C.) occidentalis*; Tamaulipas: *P. (Girardiella) regiomontanus* y *P. (O.) cuevachicae*; Campeche: *P. (A.) llamasi*; Coahuila: *C. (C.) areolatus*, *P. (S.) clarkii*; Morelos: *C. (C.) montezumae* y *C. (C.) zempoalensis*; Nuevo León: *C. (C.) Álvarez*, *P. (G.) regiomontanus*; Querétaro: *C. (C.) montezumae* y

P. (O.) caballeroi; Quintana Roo: *P. (A.) maya* y *P. (A.) llamasi*; Baja California: *P. (S.) clarkii*; Colima: *C. (C.) montezumae*; Guanajuato: *C. (C.) montezumae*; Sinaloa: *C. (C.) occidentalis*; Tabasco: *P. (A.) llamasi*; Tlaxcala: *C. (C.) montezumae*; Yucatán: *P. (A.) llamasi*; Distrito Federal: *C. (C.) montezumae*.

La familia Parastacidae (Fig. 24) únicamente se distribuye en el Estado de Morelos y Nuevo León, los cuales albergan a *Cherax quadricarinatus* que es una especie introducida.



Figura 22. Distribución de la familia Alpheidae en México.

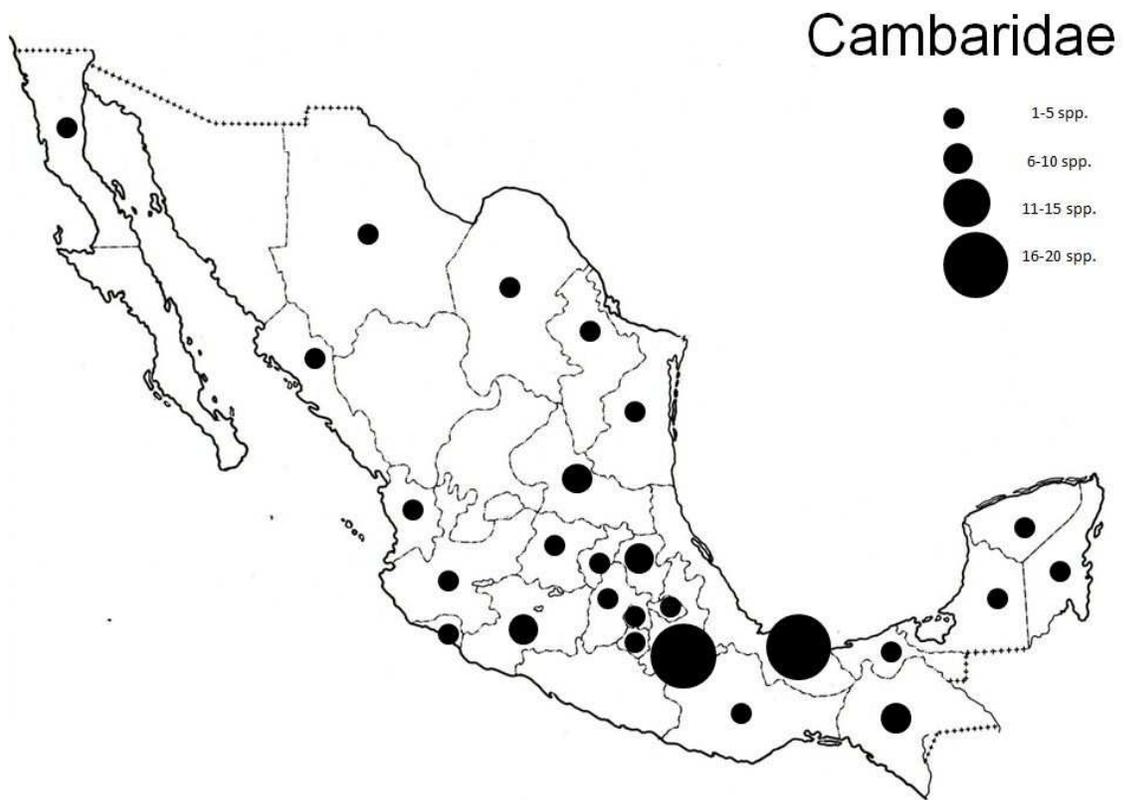


Figura 23. Distribución de la familia Cambaridae en México.



Figura 24. Distribución de la familia Parastacidae en México.

La familia Pseudothelphusidae (Fig. 25), con especies estrictamente dulceacuícolas ocupa principalmente el Centro y Sur del país. Las especies por Estado son: Chiapas, *Phrygiopilus montebelloensis*, *P. yoshibensis*, *Spirothelphusa verticalis*, *Raddaus bocourti*, *Potamocarcinus hartmanii*, *Z. aspoekorum*, *P. chajulensis*, *P. magnus*, *R. parasilchi mexicanus*, *Odontothelphusa lacandona*, *O. apipac*, *O. lacanjaensis*, *O. palenquensis*, *O. toninae*, *Typhlopseudothelphusa hyba*, *T. mociñoi*, *Epithelphusa chiapensis* y *Tehuana lamothei*; Oaxaca: *Spirothelphusa verticalis*, *Villalobosius lopezfomenti*, *Pseudothelphusa pecki*, *E. mixtepecensis*, *P. doenitzi*, *P. granatensis*, *P. guerreroensis*, *P. sulcifrons*, *T. jacatepecensis* y *T. lamellifrons*; Guerrero: *P. belliana*, *P. granatensis*, *P. guerreroensis*, *P. hoffmannae*, *P. mexicana*, *P. morelosis* y *P. nelsoni*; Veracruz: *Lobithelphusa mexicana*, *Villalobosius leptomelus*, *Odontothelphusa maxillipes*, *Pseudothelphusa parabelliana*, *Smalleyus tricristatus*, *Tehuana complanata*, *T. diabolis*, *T. poglayenorum* y *T. veracruzana*; Colima: *Pseudothelphusa dilatata*, *P. leiophrys* y *P. seiferti*; Jalisco: *P. digueti*, *P. jouyi*, *P. seiferti* y *P. terrestris*; México: *P. granatensis* y *P. mexicana*; Nayarit: *P. leiophrys*, *P. nayaritae*, *P. peyotensis* y *P. terrestris*; Tabasco: *Potamocarcinus hartmanni*, *Tehuana chontalpaensis* y *O. monodontis*; Hidalgo: *Pseudothelphusa americana*; Michoacán: *P. jouyi*; Morelos: *P. dugesi* y *P. morelosis*; Sinaloa: *P. rechingeri*; Durango: *P. lophophallus*; Guanajuato: *P. jouyi*; Puebla: *P. americana*; Querétaro: *P. jouyi*; Sonora: *P. sonorensis* y Tlaxcala: *P. americana*.

La familia Trichodactylidae de afinidad Centro y Sudamericana se distribuye en cuatro Estados del Sur de México (Fig. 26); Chiapas: *Rodriguezia mensabak*, *R. villalobosi* y *Avotrichodactylus constrictus*; Oaxaca: *A. constrictus* y *A. oaxensis*; Tabasco: *A. bidens* y *A. constrictus*; Veracruz: *A. constrictus* y *A. oaxensis*.

La distribución de la familia Glyptograpsidae comprende los Estados de Hidalgo, Puebla, Tabasco y Veracruz con una única especie representada: *Platychirograpsus spectabilis*. En los estados de Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit y Oaxaca está representada la especie *Glyptograpsus impressus* (Fig. 27).

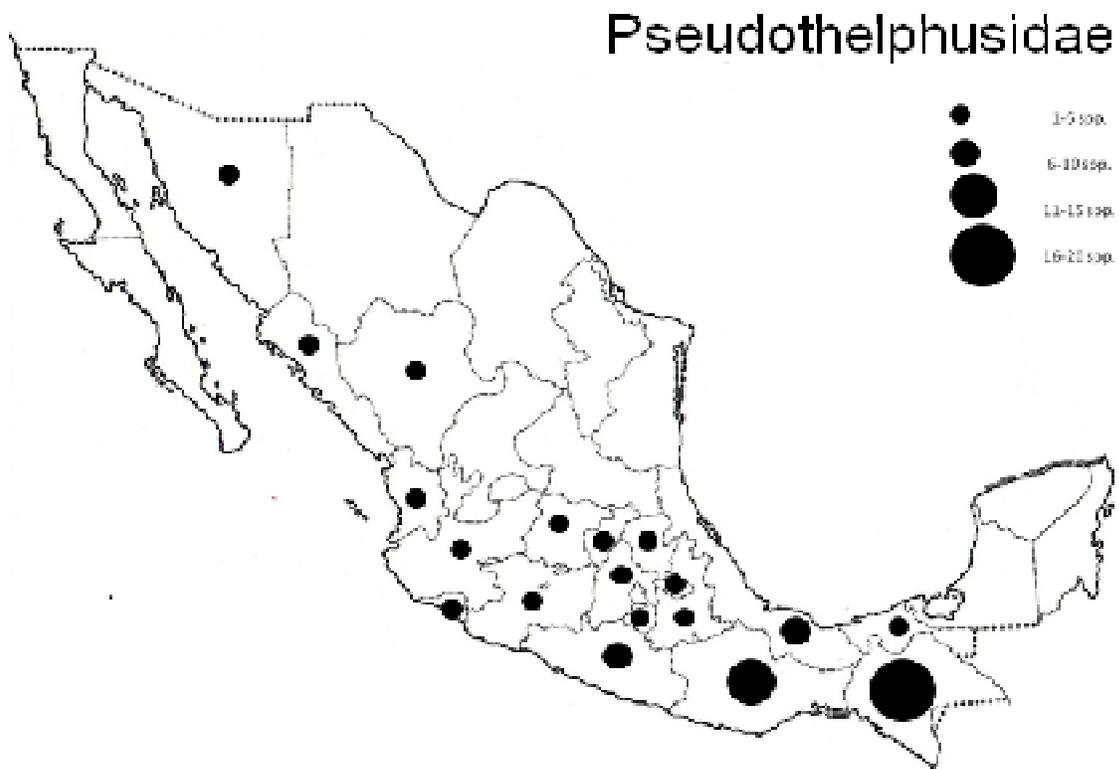


Figura 25. Distribución de la familia Pseudothelphusidae en México.



Figura 26. Distribución de la familia Trichodactylidae en México.

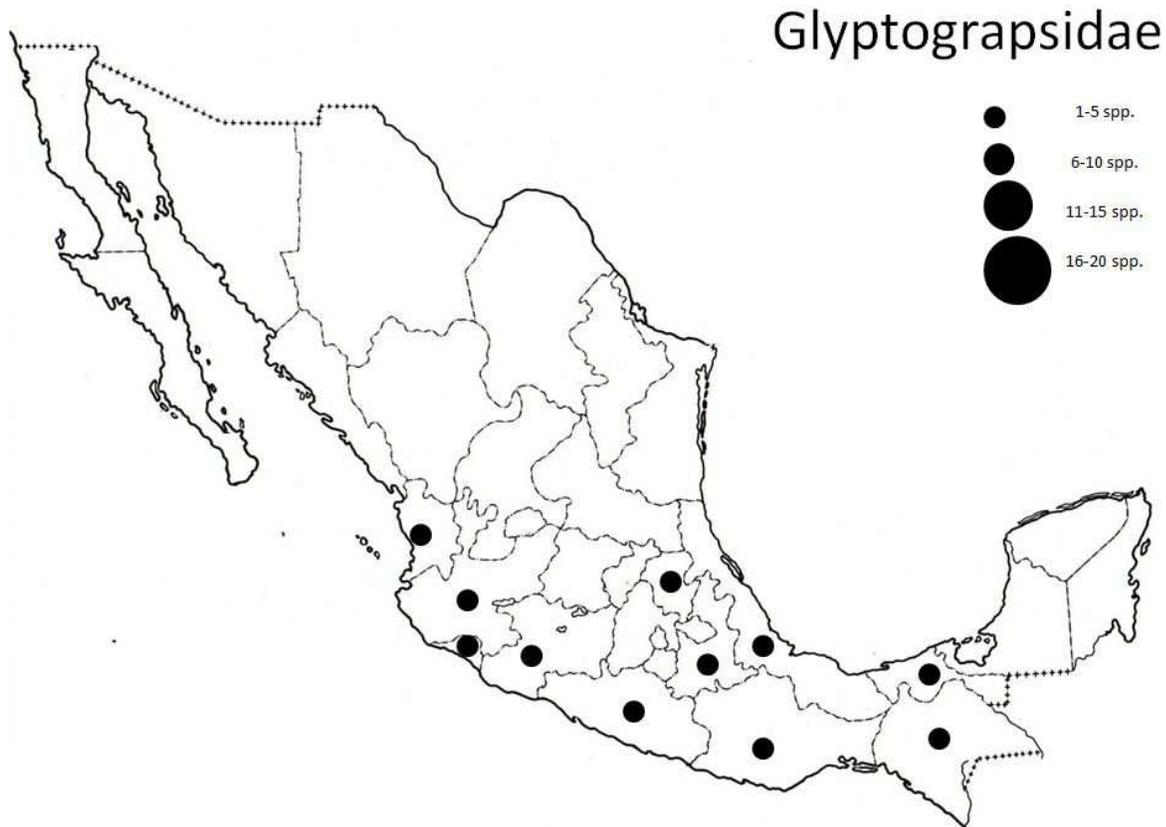


Figura 27. Distribución de la familia Glyptograpsidae en México.

Distribución altitudinal

La distribución de todos los decápodos desde una perspectiva altitudinal muestra que el 26% de las especies se localizan en altitudes de los 0 a los 200 msnm lo que corresponde a la llanura costera. Seguido de un 17% en el intervalo de 201-500 m, y continuando con el 51% de las especies hasta los 2 000 m (Fig. 28). Entre los 2 001-3 100 m, la cantidad de especies disminuye drásticamente con un 6%. Este patrón es consistente con la distribución del agua dulce en México en donde al ser un territorio muy montañoso y fragmentado se tiene el 80% del recurso hídrico por debajo de los 500 m, 15% entre los 500 y 2 000 m y sólo el 5% por arriba de los 2 000 m.

La distribución altitudinal por familia muestra que la familia Cambaridae es la más ampliamente distribuida. Se distribuye desde el intervalo de 0-3 100 m. Existen muchos ejemplos de especies de acociles que se encuentran a la altura del mar, como por ejemplo *Cambarellus (Cambarellus) occidentalis*, encontrado en Nayarit, río Santiago (10 m), en el Corcho, municipio de Santiago Ixcuintla (21°44' N, 105°28' W). En el intervalo

de 1 501-1 600 m, *C. (C.) patzcuarensis* se localiza en el río Lema (1 520 m), 16 km SE de Guadalajara, municipio de Juanacatlán, Jalisco (20°30' N, 103°10' W). En el rango de 3 001-3 100 m se localiza *C. (C.) lemensis* ubicado en México, La Marquesa (3 080 m), municipio de Ocoyoacac (19°17' N, 99°22' W).

La familia Pseudothelphusidae se distribuye desde el intervalo de 0-2 300 m. Aunque los cangrejos pseudotelfúsidos no se encuentran en contacto directo con aguas marinas, existen especies que se encuentran en la planicie costera en muchas regiones del país a altitudes bajas. Como ejemplos se tiene a *Odonthelphusa palenquensis* del arroyo de las ruinas de Palenque que se presenta a 70 m, municipio de Palenque, Chiapas (17°30' N, 92°02' W). En el rango de 1 301-1 400 m se encuentra *Pseudothelphusa hoffmannae*, de Tixtla, Guerrero (1 400 m) (17°34' N, 99°23' W). En la altitud de 2 201-2 300 m se tiene a *Pseudothelphusa terrestris*, de Atemajac, 8 km W de Guadalajara, Jalisco.

La familia Palaemonidae se localiza desde el nivel del mar hasta los 2 001-2 100 m. Típicamente los langostinos del género *Macrobrachium*, que son las formas más comunes de la familia Palaemonidae en las aguas dulces de México, se distribuyen desde la altura del mar en las desembocaduras de ríos hasta altitudes considerables. La mayor parte de las especies de langostinos tienen desarrollo larval extendido con larvas que buscan aguas estuarinas durante las primeras fases de su desarrollo, desplazándose en la etapa juvenil aguas arriba. En el intervalo de 2 001-2 100 m, se localiza *Macrobrachium carcinus*, en el km 167 de la carretera México-Tuxpan (2 020 m), municipio de Acatlán, Veracruz (20°19' N, 98°12' W).

La familia Trichodactylidae se ubica solamente en tierras bajas de la llanura costera, preferentemente por debajo de los 100 m. El límite altitudinal superior lo representa *A. constrictus*, del arroyo Posolapan (400 m), municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz (18°25' N, 95°07' W).

La familia Parastacidae, con *Cherax quadricarinatus*, presenta un intervalo de distribución altitudinal que es difícil de analizar pues al tratarse de una especie introducida ha alcanzado su distribución actual mediante procesos que no son naturales. Las poblaciones localizadas en México se encuentran desde la planicie costera en Tamulipas hasta el de 1 201-1 300 m en Morelos.

La familia Glyptograpsidae se localiza preferentemente en el intervalo de 0-100 m, y excepcionalmente hasta 901-1 000 m, con una única especie que es *Platychirograpsus spectabilis*. El registro de mayor altitud proviene del arroyo del Coyular (1 000 m), 7 km NE de la Unión, municipio de Zihuateutla, Puebla (20°18' N, 97°58' W).

La familia Atyidae se encuentra desde el rango de 0-1 100 m. En el intervalo de 0-100 m se localiza a la mayoría de las especies tanto del género *Atya* como de los géneros *Potimirim*, *Typhlatya* y *Jonga*. En el intervalo de 701-800 m y de 1 001-1 100 m se tiene a *A. scabra*, del río Chiflón, San Sebastián, Hidalgo (750 m) (20° 34' N, 98° 7' W) y de Puebla, 5 km SE del Agengibre (ahora Villa Juárez), municipio de Xicotepec, Puebla (1 100 msnm) (20°16' N, 97°56' W).

La única especie dulceacuícola de la familia Alpheidae, *Potamalpheops stygicola*, se localiza en tres cuevas del norte de Oaxaca a 50 m de altitud; en cueva de la Finca (50 m), 10 km SW de Acatlán, municipio de Acatlán de Pérez Figueroa (18°32' N, 96°34' W).

De manera general se puede concluir que las familias Trichodactylidae, Atyidae, Alpheidae y Glyptograpsidae, ocupan tierras bajas a altitudes que son menores a los 200 m. Mientras que las familias Cambaridae, Pseudothelphusidae y Palaemonidae tienen una mayor cobertura altitudinal.

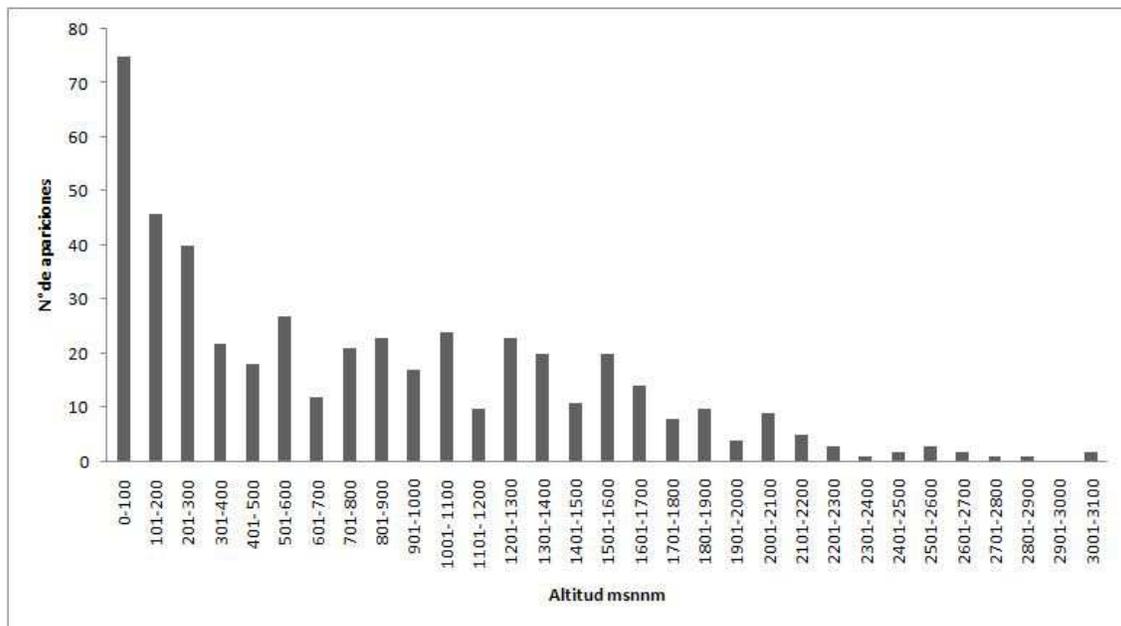


Figura 28. Distribución altitudinal de los crustáceos decápodos de México.

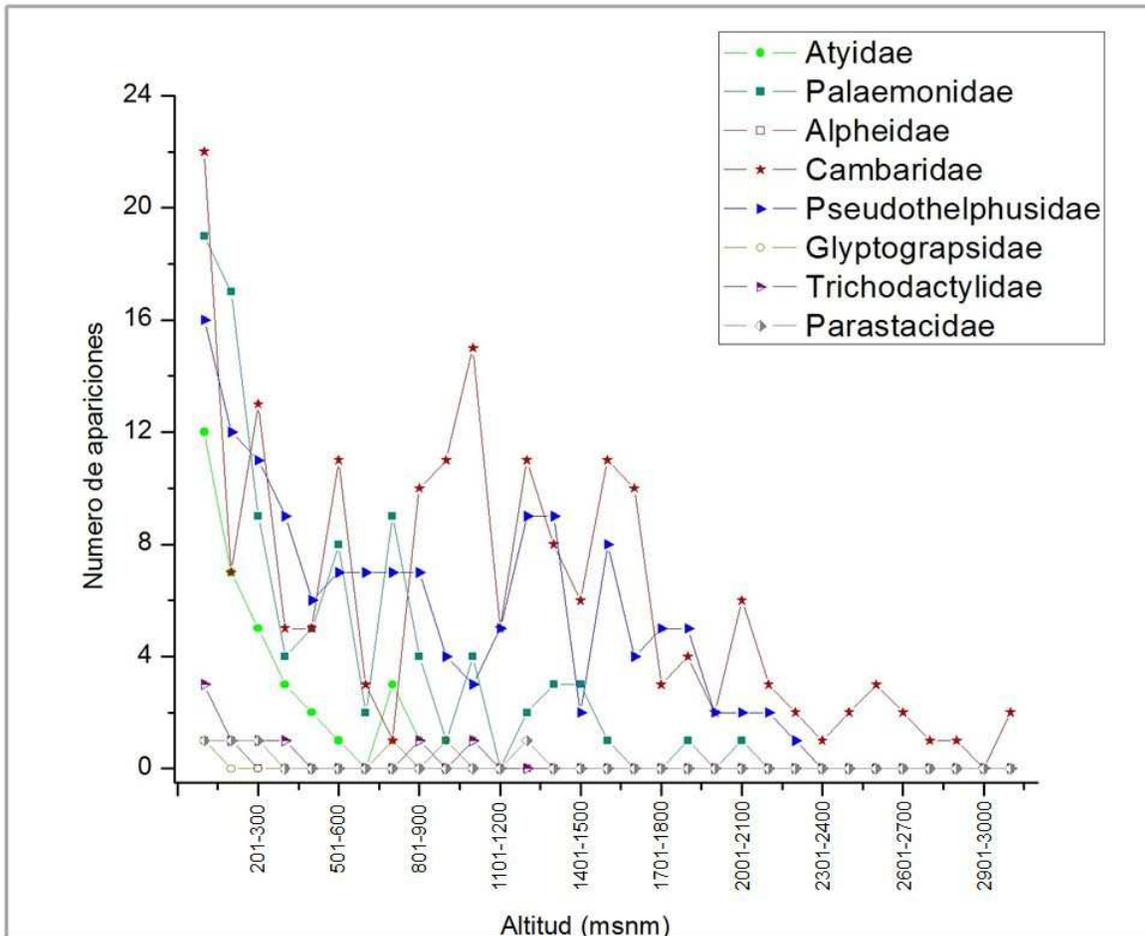


Figura 29. Distribución altitudinal de las familias de decápodos.

Especies en la Norma Oficial Mexicana (NOM)-059 de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-2010 y en The international Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List.

La NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en la República Mexicana que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción. La lista se integra mediante el establecimiento de criterios que evalúan la abundancia y distribución de la especie. Se ha propuesto recientemente el método de evaluación del riesgo (MER) de extinción de las especies o poblaciones para tener una única herramienta de evaluación. Las categorías de riesgo que la NOM-059-SEMARNAT-2010 utiliza son las siguientes:

E: Probablemente extinta en el medio silvestre; P: En peligro de extinción; A: Amenazadas; Pr: Sujetas a protección especial.

La IUCN Lista Roja de especies amenazadas (Red List of Threatened Species) tiene como metas: Identificar y documentar aquellas especies que más requieren la atención para su conservación a nivel global, además de proporcionar un índice global del estado de la biodiversidad. Las categorías de riesgo que utiliza la lista roja de la IUCN son las siguientes:

Ex: Extinta; EW: Extinta en el medio salvaje; CR: Gravemente en peligro de extinción; EN: En peligro; VU: Vulnerable; NT: Próximamente amenazada; LC: Menos preocupación; DD: Datos insuficientes; NE: No evaluado.

En la tabla 4 se enlistan las especies de crustáceos decápodos dulceacuícolas tanto de la NOM-059-SEMARNAT-2010, como de la lista roja de la IUCN. Entre ambas listas se encuentran un total de 118 especies, 108 corresponden a la lista roja de la IUCN, 12 a la NOM-059 y únicamente dos especies son las que ambas listas comparten. Parte de la explicación de la falta de correspondencia entre ambas listas se debe a que no todos los grupos de decápodos dulceacuícolas de México han sido revisados por la IUCN. Las especies ubicadas en la NOM-059 se incluyen únicamente en dos de las cuatro categorías de riesgo, P: en peligro de extinción con las siguientes especies: *Macrobrachium acherontium*, *Neopalaemon nahuatlus*, *Potamalpheops stygicola*, *Procambarus regiomontanus*, *Pseudothelphusa dugesi*, *Troglomexicanus perezfarfanta*, *Typhlatya campecheae* y *Typhlopseudothelphusa mocinoi*. Con la categoría A: especies amenazadas, engloba a las siguientes especies: *Creaseria morleyi*, *Macrobrachium villalobosi*, *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*.

En la lista roja de la IUCN, de las nueve categorías existentes, siete de ellas se aplican a las especies mexicanas de crustáceos decápodos dulceacuícolas, solo dos especies *Cambarellus Álvarez* y *C. chihuahuae* se encuentran extintas (EX), siete especies se encuentran gravemente en peligro de extinción (CR), diez se encuentran en peligro (EN), cinco están vulnerables (VU), cuatro están próximamente amenazadas (NT), 27 especies están catalogados como de menor preocupación (LC) y 52 se encuentran con datos insuficientes (DD).

Tabla 4. Especies de decápodos dulceacuícolas incluidos en la NOM-059-SE MARNAT-2010 y en la lista roja de la IUCN.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN Red List
<i>Avotrichodactylus constrictus</i>		LC
<i>Avotrichodactylus oaxensis</i>		VU
<i>Cambarellus alvarezi</i>		EX
<i>Cambarellus areolatus</i>		CR
<i>Cambarellus chapalanus</i>		NT
<i>Cambarellus chihuahuae</i>		EX
<i>Cambarellus montezumae</i>		LC
<i>Cambarellus occidentalis</i>		LC
<i>Cambarellus patzcuarensis</i>		EN
<i>Cambarellus prolixus</i>		CR
<i>Cambarellus zempoalensis</i>		LC
<i>Creaseria morleyi</i>	A	-
<i>Disparithelphusa pecki</i>		DD
<i>Epithelphusa chiapensis</i>		DD
<i>Epithelphusa mixtepecensis</i>		DD
<i>Lobithelphusa mexicana</i>		DD
<i>Macrobrachium acherontium</i>	P	-
<i>Macrobrachium villalobosi</i>	A	-
<i>Neopalaemon nahuatlus</i>	P	-
<i>Odontothelphusa lacandona</i>		DD
<i>Odontothelphusa lacanjaensis</i>		DD
<i>Odontothelphusa maxillipes</i>		LC
<i>Odontothelphusa monodontis</i>		DD
<i>Odontothelphusa palenquensis</i>		DD
<i>Odontothelphusa toninae</i>		DD
<i>Phrygiopilus montebelbensis</i>		DD
<i>Phrygiopilus yoshibensis</i>		DD
<i>Potamalpheops stygicola</i>	P	-
<i>Potamocarcinus chajulensis</i>		DD
<i>Potamocarcinus hartmanni</i>		VU
<i>Potamocarcinus magnus</i>		LC
<i>Potamocarcinus poglayeneuwalli</i>		DD
<i>Procambarus acanthophorus</i>		LC
<i>Procambarus achilli</i>		LC
<i>Procambarus bouvieri</i>		EN
<i>Procambarus caballeroi</i>		LC
<i>Procambarus catemacoensis</i>		CR
<i>Procambarus cavemicole</i>		VU
<i>Procambarus chacalli</i>		DD
<i>Procambarus citlaltepetl</i>		VU
<i>Procambarus contrerasi</i>		EN
<i>Procambarus cuetzalanae</i>		NT
<i>Procambarus cuevachicae</i>		LC
<i>Procambarus digueti</i>		EN
<i>Procambarus erichsoni</i>		DD
<i>Procambarus gonopodcristatus</i>		LC
<i>Procambarus hidalgoensis</i>		LC
<i>Procambarus hoffmani</i>		LC
<i>Procambarus hortonhobbsi</i>		EN
<i>Procambarus lamasii</i>		LC
<i>Procambarus maya</i>		DD
<i>Procambarus mexicanus</i>		LC
<i>Procambarus mirandai</i>		LC
<i>Procambarus oaxaca</i>		LC
<i>Procambarus olmecorum</i>		LC
<i>Procambarus ortmannii</i>		CR
<i>Procambarus paradoxus</i>		CR
<i>Procambarus pilosimanus</i>		LC
<i>Procambarus regiomontanus</i>	P	CR
<i>Procambarus riojai</i>		LC
<i>Procambarus roberti</i>		EN

<i>Procambarus rodriguezi</i>		DD
<i>Procambarus ruthveni</i>		VU
<i>Procambarus sbordoni</i>		DD
<i>Procambarus strenthi</i>		DD
<i>Procambarus teziutlanensis</i>		DD
<i>Procambarus tlapacoyanensis</i>		DD
<i>Procambarus toltectae</i>		LC
<i>Procambarus vazquezae</i>		NT
<i>Procambarus veracruzanus</i>		DD
<i>Procambarus villalobosi</i>		DD
<i>Procambarus xilitlae</i>		DD
<i>Procambarus xochitlanae</i>		DD
<i>Procambarus zapoapensis</i>		NT
<i>Procambarus zihuateutlensis</i>		EN
<i>Pseudothelphusa americana</i>		LC
<i>Pseudothelphusa belliana</i>		LC
<i>Pseudothelphusa dilatata</i>		LC
<i>Pseudothelphusa doenitzi</i>		DD
<i>Pseudothelphusa digueti</i>		DD
<i>Pseudothelphusa dugesi</i>	P	-
<i>Pseudothelphusa galloi</i>		DD
<i>Pseudothelphusa granatensis</i>		DD
<i>Pseudothelphusa hoffmannae</i>		DD
<i>Pseudothelphusa jouyi</i>		LC
<i>Pseudothelphusa leiophrys</i>		DD
<i>Pseudothelphusa lophophallus</i>		DD
<i>Pseudothelphusa mexicana</i>		DD
<i>Pseudothelphusa morelosis</i>		DD
<i>Pseudothelphusa nayaritae</i>		DD
<i>Pseudothelphusa parabelliana</i>		DD
<i>Pseudothelphusa peyotensis</i>		DD
<i>Pseudothelphusa rechingeri</i>		DD
<i>Pseudothelphusa seiferti</i>		DD
<i>Pseudothelphusa sonora</i>		DD
<i>Pseudothelphusa terrestres</i>		DD
<i>Raddaus bocourti</i>		LC
<i>Rodriguezia mensabak</i>		DD
<i>Rodriguezia villalobosi</i>		DD
<i>Smalleyus tricristatus</i>		DD
<i>Spirothelphusa verticalis</i>		DD
<i>Tehuana chontalpaensis</i>		DD
<i>Tehuana complanata</i>		DD
<i>Tehuana guerreroensis</i>		DD
<i>Tehuana jacatepecensis</i>		DD
<i>Tehuana lamothei</i>		EN
<i>Tehuana poglayenorurr</i>		EN
<i>Tehuana veracruzana</i>		CR
<i>Troglomexicanus perezfarfanteae</i>	P	-
<i>Typhlatya campecheae</i>	P	-
<i>Typhlatya mitchelli</i>	A	-
<i>Typhlatya pearsei</i>	A	-
<i>Typhlopseudothelphusa hyba</i>		DD
<i>Typhlopseudothelphusa mitchelli</i>		LC
<i>Typhlopseudothelphusa mocinoi</i>	P	EN
<i>Villalobosus lpezormenti</i>		DD
<i>Villalobosus leptomelus</i>		DD
<i>Zilchia aspoekorurr</i>		LC

P: En peligro de extinción	VU: Vulnerable
A: Amenazadas	NT: Próximamente amenazada
EX: Extinta	LC: Menor preocupación
CR: Gravemente en peligro de extinción	DD: Datos insuficientes
EN: En peligro	

DISCUSIÓN

Diversidad y endemismo

Los crustáceos decápodos dulceacuícolas de México están representados por 8 familias de cangrejos, acociles, langostinos y camarones (Pseudothelphusidae, Cambaridae, Palaemonidae, Atyidae, Trichodactylidae, Parastacidae, Alpheidae y Glyptograpsidae) con un total de 168 especies de las cuales 143 (85%) son endémicas de México. La riqueza de familias es probablemente la más alta del continente, pues los acociles de la familia Cambaridae son exclusivos de Norteamérica, desde Canadá hasta Guatemala y Honduras con especies en Cuba. El único representante de agua dulce del mundo de la familia Alpheidae se encuentra en México. Los cangrejos tricodactílicos son principalmente sudamericanos con presencia en Nicaragua y México en el hemisferio norte. De la familia Palaemonidae en México se encuentran tanto langostinos del género *Macrobrachium* como los géneros *Palaemonetes*, *Neopalaemon*, *Troglomexicanus* y *Creaseria* que son endémicos de México. De la familia Atyidae en México se distribuyen especies de los géneros *Atya* y *Potimirim*, además de cuatro especies de *Typhlatya* y una de *Jonga* (Álvarez y Iliffe, 2008). En México se encuentra el límite norte de la distribución de los cangrejos pseudotelfúsidos mostrando una diversidad excepcional a nivel de géneros.

Es claro también que hay en México grupos de afinidad templada o neártica como los acociles de la familia Cambaridae y grupos de afinidad tropical y/o sudamericana como los cangrejos pseudotelfúsidos y tricodactílicos, así como los camarones atyídos, palaemonidos y alfeidos. Por tanto, el que México sea una gran zona de transición le confiere la posibilidad de tener componentes faunísticos tanto tropicales como templados.

Por lo tanto la riqueza de especies de decápodos dulceacuícolas presentes en México ésta se considera alta, pero no es la más alta del continente, la cual se presenta en los Estados Unidos debido a las más de 350 especies de acociles cambáridos que ahí se distribuyen y a un mayor esfuerzo de estudio de este grupo de crustáceos (Figura 30). Sin embargo, la carcinofauna dulceacuícola mexicana se distingue por el alto número de familias, géneros y subgéneros. El que la fauna dulceacuícola tenga un alto porcentaje de endemismo es consistente con un patrón ya encontrado en otras regiones. Esto se debe principalmente a que el medio dulceacuícola es un ambiente fragmentado

en donde los cuerpos de agua no siempre están en contacto, generando así aislamiento y propiciando la diferenciación genética, además de reducir las posibilidades de dispersión o de contacto entre poblaciones. Dentro de la fauna mexicana son los langostinos del género *Macrobrachium* las especies que tienen la mayor posibilidad de dispersión y de mantener contacto entre poblaciones de diferentes cuencas. Esto se debe a que como especies anfídomas cuyas larvas se desarrollan en las zonas estuarinas, tienen la capacidad de resistir salinidades moderadas y ser transportadas por las zonas litorales. Otras especies conservan áreas de distribución reducidas producidas por un tipo de desarrollo larval abreviado que tiene como propósito el conservar a la población en un área dada para no desplazarse a zonas en donde pueda estar expuesta a cambios estacionales. En México el alto nivel de endemismo se combina con áreas de distribución reducidas para muchas especies creando una fauna vulnerable a los cambios ambientales.

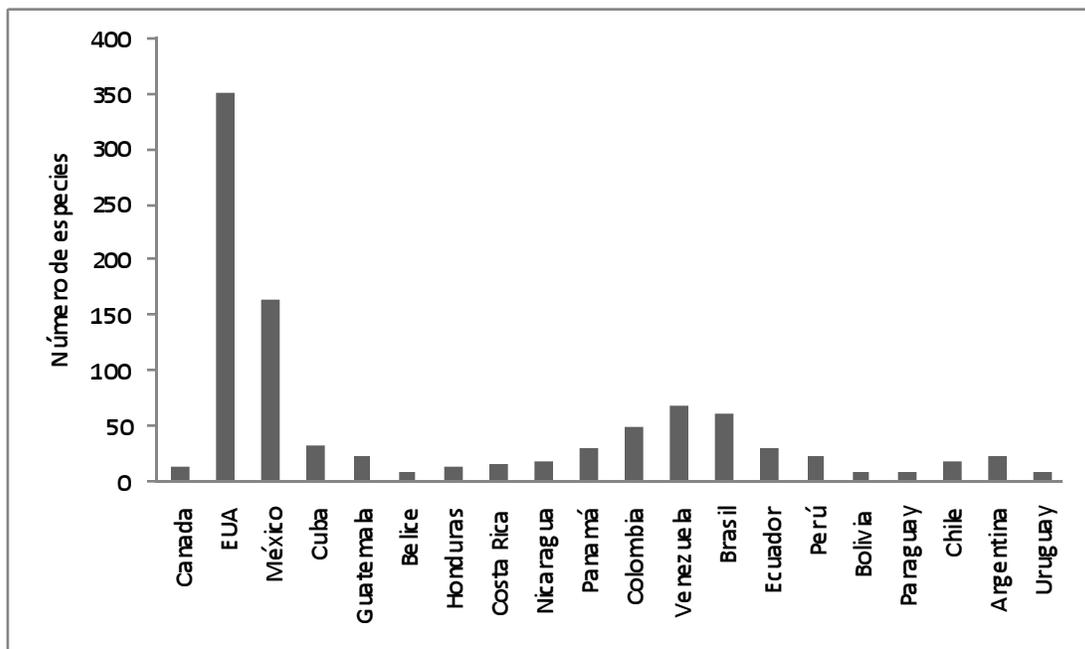


Figura 30. Especies de Decápodos en el Continente Americano.

Distribución

La distribución de las especies muestra áreas de alta diversidad en Chiapas, Veracruz y Oaxaca, que son regiones en donde se desarrolla una compleja orografía y además tienen una alta disponibilidad de agua dulce. La región central de México,

principalmente a lo largo del Eje Neovolcánico Transversal, es una segunda zona en donde se distribuye un alto número de especies, dominando los acociles de la familia Cambaridae y los cangrejos pseudotelfúsidos. Hacia el norte del país se tiene un alto endemismo y un número reducido de especies. Las dos especies de acociles que han sido recientemente clasificadas como extintas, *C. chihuahuae* y *C. Álvarez*, son de Chihuahua y Nuevo León en donde el cambio de uso de pequeños manantiales puede conducir a una especie a la extinción. En el norte de México a pesar de haber un número menor de especies de decápodos se tiene una diversidad importante con camarones palemonidos del género *Palaemonetes* y acociles con varios subgéneros de *Procambarus* representados.

La distribución altitudinal de los decápodos dulceacuícolas no es homogénea. El mayor número de especies se encuentra desde la altura del mar hasta los 500 m. Existe un grupo grande de especies de altitudes medias entre 500 y 2 000 m compuesto principalmente por acociles y cangrejos pseudotelfúsidos. Arriba de los 2 000 m aparecen algunos cangrejos pseudotelfúsidos y se presenta un número importante de acociles, llegando a estar a altitudes superiores a los 3 000 m.

Especies introducidas

Con respecto a las especies introducidas en México se han registrado solamente tres, todos acociles: el parastácido *Cherax quadricarinatus* y los cambáridos *Procambarus clarkii* y *Orconectes virilis*. En el caso de *C. quadricarinatus* se trata de una especie de tallas grandes y crecimiento rápido con gran tolerancia a condiciones ambientales cambiantes. Originaria de Australia y Nueva Guinea (Holthuis, 1986) ha sido introducida en México para la producción acuícola. Bortolini *et al.* (2007) reportaron las primeras poblaciones silvestres establecidas en el país en el sur de Tamaulipas y en Morelos. No hay publicaciones que estén dando seguimiento a la situación actual de *C. quadricarinatus* en México. Acerca del acocil rojo *P. clarkii*, se presenta una situación interesante pues es nativo del Noreste de México (Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992) pero ha sido introducido en otras zonas del Norte, como Chihuahua, Durango, Sur de Coahuila y la península de Baja California (Hernández *et al.*, 2008), y también del Sur, en Chiapas (Torres y Álvarez, 2011). Rodríguez-Almaraz y Muñiz (2008) presentan una revisión del status de *P. clarkii* en el norte de México en donde se ve claramente que la

especie ha aumentado su distribución considerablemente, sobre todo en el Sur de Nuevo León y Coahuila. En la CNCR se tienen registros recientes de esta especie del valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila. Finalmente, la información con que se cuenta acerca de *O. virilis* es muy poca. Campos y Contreras-Balderas (1985) registran por primera vez la presencia de esta especie en Chihuahua. Registro de la CNCR muestran que se volvió a colectar en 2008 en el río San Pedro, Delicias, Chihuahua. Aparentemente su distribución no se ha ampliado hacia el Sur.

Con respecto al langostino malayo *Macrobrachium rosenbergii*, hay información que no ha sido publicada o corroborada de que ha sido introducido en México de manera accidental a partir de operaciones de acuacultura en el sur de México. Esta especie es la especie de langostino más cultivada en el mundo, pero hasta ahora no se puede considerar como introducida en México.

Especies con status de riesgo

De las 168 especies mexicanas, han sido evaluadas un total de 118, de las cuales 108 se encuentran registradas en la Lista Roja de la IUCN, 24 de ellas se localizan en categorías de riesgo, dos están extintas, siete en peligro de extinción, 10 en peligro y cinco en estado vulnerable, 74 especies se clasifican en jerarquías más bajas, cuatro de ellas están próximamente amenazadas, 27 son de menor preocupación y 52 tienen datos insuficientes. Son 12 especies las que se encuentran registradas en la NOM-059, en la clasificación de en peligro de extinción se ubican ocho y como especies amenazadas aparecen cuatro especies.

Dos son las especies que ambas listas comparten, las cuales son *Procambarus regiomontanus* y *Typhlopseudothelphusa mocinoi*. La primera en ambas listas esta localizada en la misma categoría de riesgo, en peligro de extinción, mientras que la segunda especie se encuentra ubicada en la NOM-059 en peligro de extinción (P) y en la IUCN se localiza en peligro (EN), esto se debe a que la IUCN tiene criterios que no toma en cuenta condiciones regionales que pueden afectar directamente a las especies, además de que toma en cuenta información demográfica que no siempre está disponible, con lo cual se explica el por qué de la gran cantidad de especies, las cuales son 52, que se localizan en la categoría DD correspondiente a datos insuficientes, reflejando un nivel de conocimiento muy limitado de las especies mexicanas.

En cuanto a la NOM-059, solo se tienen anotadas 12 especies, igual que en la IUCN se debe al escaso estudio que a la fecha se tiene de los crustáceos dulceacuícolas en general. Esto contrasta fuertemente con la acelerada pérdida de ambientes en donde el agua dulce es un factor de gran importancia. De igual manera se da una rápida pérdida de diversidad genética considerando el gran porcentaje de endemismos que existe en el país.

CONCLUSIONES

1. La fauna de crustáceos decápodos dulceacuícolas de México se compone por tres infraórdenes, ocho superfamilias, ocho familias, siete subfamilias, 32 géneros, 12 subgéneros y 168 especies. De este total de especies 143 (85%) son endémicas de México.
2. La riqueza de especies es mayor en Chiapas (45 spp.), Oaxaca (39 spp.) y Veracruz (38 spp.) debido a su compleja orografía y a la alta disponibilidad de agua.
3. El Eje Neovolcánico Transversal representa una segunda zona de alta diversidad y endemismo con 89 especies, principalmente de acociles y de cangrejos pseudotelfúsidos.
4. Altitudinalmente se distingue un grupo grande de especies 43% que se distribuye de la altura del mar hasta los 500 m. Otro grupo (51%) de 500 a 2 000 m y por arriba de los 2 000 m (6%) sólo se presentan unas cuantas especies de cangrejos pseudotelfúsidos y una gran variedad de especies de acociles. Arriba de los 3 000 se tienen solamente dos especies de acociles los cuales son *Cambarellus Cambarellus lemensis* y *C. C. montezumae*.
5. De las 168 especies mexicanas, 118 se encuentran en categorías de riesgo, de las cuales 108 pertenecen a la lista roja de la IUCN, 12 a la NOM-059 y tan sólo 2 son compartidas por ambas listas.

LITERATURA CITADA

- Aguayo, J.E. y R. Trápaga. (a). Tectónica actual de México En: *Geodinámica de México y minerales del mar*. Fondo de Cultura Económica [En línea] http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/141/htm/sec_6.htm
- Aguayo, J.E. y R. Trápaga. (b). Cinturón Volcánico Transmexicano En: *Geodinámica de México y minerales del mar*. Fondo de Cultura Económica [En línea] http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/141/htm/sec_7.htm
- Aguilar, V. 2003. Aguas continentales y diversidad biológica de México: Un recuento actual. *Biodiversitas* 48: 1-15.
- Álvarez, F. 1987. *Pseudothelphusa mexicana* a new freshwater crab from the State of Guerrero, México (Brachyura, Pseudothelphusidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 100:1-3.
- Álvarez, F. 1989. *Smalleyus tricristatum*, 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. 1990. *Pseudothelphusa galloi*, new species of freshwater crab (Crustacea, Brachyura, Pseudothelphusidae) from southwestern Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 103:103-105.
- Álvarez, F. y J. L. Villalobos. 1996. *Pseudothelphusa hoffmannae*, una nueva especie de cangrejo de agua dulce de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM* 67(2):297-302.
- Álvarez, F., J.L. Villalobos y E. Lira. 1996. Decapoda. En: J. Llorente, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Universidad Nacional Autónoma de México, 104-129 p.
- Álvarez, F., J.L. Villalobos y R. Robles. 2002. Abbreviated larval development of *Macrobrachium tuxtlaense* Villalobos y Álvarez, 1999, reared in the laboratory. *Crustaceana* 75(5): 717-730.

- Álvarez, F., M. López y J.L. Villalobos. 2007. A new species of crayfish (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) from a salt marsh in Quintana Roo, Mexico. *Biological Society of Washington* 120(3): 311-319.
- Álvarez, F., J.L. Villalobos, M. Elías-Gutiérrez y G. Rivera. 2011. Crustáceos dulceacuícolas y terrestres de Chiapas. En: F. Álvarez, Chiapas. *Estudio sobre su diversidad biológica*. Instituto de Biología, México, 209-297 p.
- Álvarez, F. y J.L. Villalobos. 1997. *Pseudothelphusa ayutlaensis*, a new species of freshwater crab (Crustacea: Brachyura: Pseudothelphusidae) from México. *Biological Society of Washington* 110(3): 388-392
- Álvarez, F. y J. L. Villalobos. 1998. *Six new species of freshwater crabs (Brachyura: Pseudothelphusidae) from Chiapas, Mexico*. *Journal of Crustacean Biology* 18(1):187-198.
- Álvarez, F. y T.M. Iliffe. 2008. Fauna anquihalina de Yucatán. En: F. Álvarez y G.A. Rodríguez-Almaraz (eds.), *Crustáceos de México: estado actual de su conocimiento*. Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 379-418 p.
- Atwater, T. 1970. Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution of western North America. *Geological Society of America* 81: 3513-3536.
- Baldari, F., L.M. Mejía y M. López. 2010. A new cave species of *Cryphiops* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Southern Mexico. *Zootaxa* 2427: 47-54.
- Barnes, R.D. 1987. *Zoología de los invertebrados*. Nueva Editorial Interamericana, Philadelphia, 1157 p.
- Biswas, A.K. 2003. *El recurso hídrico en México: Análisis de la situación actual y perspectivas futuras*. Centro del tercer mundo para el manejo del agua, A.C. México, 267 p.
- Bortolini, J.L., F. Álvarez y G. Rodríguez-Almaraz. 2007. On the presence of the Australian redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, in Mexico. *Biological Invasions* 9: 615-620.
- Bouvier, E.L. 1924. Monographie des Atyidés. *Encyclopédie Etimologique*, Paris, 370 p.
- Burbach, G.V., C. Frohlich, W.D. Pennington y T. Matsumoto. 1984. Seismicity and tectonics of the subducted Cocos plate. *Journal of Geophysical Research* 89: 7719-7735.

- Campos, E. y S. Contreras-Balderas. 1985. First record of *Orconectes virilis* (Hagen) (Decapoda: Cambaridae) from Mexico. *Crustaceana* 49: 218-219.
- Campos, E. y G.A. Rodríguez-Almaraz. 1992. Distribution of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) in Mexico: an update. *Journal of Crustacean Biology* 12: 627-630.
- Carabias, J., V. Arriaga y V. Cervantes. 1994. Los recursos naturales de México y el desarrollo. En: P. Moncayo y J. Woldenberg (eds.), *Desarrollo, desigualdad y medio ambiente*. Cal y Arena, México, 303-345 p.
- Carabias, J., R. Louda, J. Collado y P. Martínez. 2005. Situación de los recursos hídricos en México. En: *Agua medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. UNAM-CM-Fundación Gonzalo Río Arronte. México, DF. 23-44 p.
- Comisión Nacional del Agua. 2001. *El agua: un recurso estratégico y de seguridad nacional*. En: Programa Nacional Hidráulico 2001-2006, 175 p.
- De Grave, S., N.D. Pentcheff, S.T. Ahyong, T.Y. Cham, K.A. Crandall, P.C. Dworschak, D.L. Felder, R.M. Feldmann, C.H. Fransen, L.Y. Goulding, R. Lemaitre, M.E. Low, J.W. Martin, C.E. Schweitzer, D. Tshudy, R. Wetzer. 2009. A classification of living and fossil genera of decapods crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology*, Supplement 21:109 p.
- DeMets, C. y S. Stein. 1990. Present-day kinematics of the Rivera plate and implication for tectonics of south-western Mexico. *Journal of Geophysical Research* 95(B13).
- De Saussure, H. 1858. L'histoire naturelle du Mexique des Antilles et des États-Unis. Genève. París. 80 p.
- Erichson, W.F. 1846. Uebersicht der Arterder gattung Astacus. *Archiv für Naturgeschichte* 12(1): 83-106.
- Espinosa, O.D., J.J. Morrone, C. Aguilar y J. Llorente. 2000. Regionalización Biogeográfica de México: provincias bióticas En: J. Llorente, E. González-Soriano, N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Universidad Nacional Autónoma de México, 61-94 p.
- García, E. 1964. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, México. Instituto de Geología, UNAM, 71 p.

- García, E. 1996. Diversidad climática vegetal en México. En: J. Llorente, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Universidad Nacional Autónoma de México, 15-25 p.
- Guzmán-Speziale, M., W. Pennington y T. Matumoto. 1989. The triple junction of the North America, Cocos, and Caribbean plates: Seismicity and tectonics. *Tectonics* 8: 981-997.
- Halffter, G. 1964. La entomofauna americana, ideas acerca de su origen y distribución. *Folia Entomología Mexicana* 6(1): 1-108.
- Halffter, G. 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America. *Annual Review of Entomology* 32: 95-114.
- Hernández, L., A.M. Maeda-Martínez, G. Ruiz-Campos, G. Rodríguez-Alamaraz, F. Alonzo-Rojo y J.C. Sainz. 2008. Geographic expansion of the invasive red crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Crustacea: Decapoda) in Mexico. *Biological Invasions* 10: 977-984.
- Hernández-Vergara, M.P. y S. Jiménez-Rojo. 2008. Desarrollo larval y supervivencia de *Atya scabra* (Crustacea: Decapoda: Atyidae), a diferentes salinidades de cultivo. *Ciencia Pesquera* 16: 15-22.
- Holthuis, L.B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea decapoda natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. *The University of Southern California, Los Angeles, California*. 12: 1-395.
- Holthuis, L.B. 1986. The freshwater crayfish of New Guinea. *Freshwater Crayfish* 6: 48-58.
- Holthuis, L.B. 1993. The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Crustacea, Decapoda) with an appendix on the order Amphionidacea. *Smithsonian Institution Bulletin* 97: 1-327.
- Horton, H., Jr. Hobbs. 1989. An illustrated checklist of the American crayfishes (Decapoda: Astacidae and Parastacidae). *Smithsonian Institution Press*. Washington, D.C., 206 p.
- Horton, H., Jr. Hobbs, C.W. Jr. Hart. 1982. The shrimp genus *Atya* (Decapoda: Atyidae). *Smithsonian Institution Press*. Washington, D.C., 143 p.

- INEGI. 2011. Grupos y subgrupos de climas de México. [En línea] <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/climas/climas.cfm>
- López, M., L.M. Mejía y F. Álvarez. 2003. *Procambarus (Villalobosus) achilli* (Decapoda, Cambaridae): A new species of crayfish from Mexico. *Crustaceana* 76(5): 523-531.
- López, M.M. 2008. Sistemática de los acociles de México. En: F. Álvarez y G.A. Rodríguez-Almaraz (eds.), *Crustáceos de México: estado actual de su conocimiento*. Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 115-165 p.
- Marshall, A.J. y W.D. Williams. 1985. *Zoología de invertebrados*. Reverté, Barcelona, 979 p.
- Martin, J.W. y G.E. Davis. 2001. An updated classification of the recent crustacea. *Natural History Museum of Los Angeles County* 39: 124 p.
- Mejía, L.M., F. Álvarez y R.G. Hartnoll. 2003. A new species of freshwater prawn, *Macrobrachium totonacum* (Decapoda, Palaemonidae), with abbreviated development from Mexico. *Crustaceana* 76(1): 77-86.
- Mejía, L.M., F. Baldari y M. López. 2008. *Macrobrachium sbordonii* (Decapoda: Palaemonidae), a new stygobitic species of freshwater prawn from Chiapas Mexico. *Zootaxa* 1814: 49-57.
- Ortega, G.F., R.L. Sedlock y R.C. Speed. 2000. Evolución tectónica de México durante el fanerozoico. En: J. Llorente, E. González-Soriano y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento*. Universidad Nacional Autónoma de México, 3-59 p.
- Pérez, C.H.R. y M.J. Segura. 1981. Contribución al conocimiento de la estructura poblacional y algunos aspectos de la biología de las especies de langostino: *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann 1836) y *Macrobrachium carcinus* (Linne 1758) en el estado de Tabasco. Tesis profesional, FES-Iztacala, UNAM, 66 p.
- Rathbun, M.J. 1918. The grapsoid crabs of America. *United States National Museum Bulletin* 97: 1-461.
- Rodríguez, G. y A.E. Smalley. 1969. Los cangrejos de agua dulce de México de la familia Pseudothelphusidae (Crustacea, Brachyura). *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México* 40. Ser. Ciencias del Mar y Limnología 1: 69-112.

- Rodríguez-Almaraz, G. y R. Muñiz. 2008. Conocimiento de los acociles y langostinos del noreste de México: Amenazas y propuestas de conservación. En: F. Álvarez y G.A. Rodríguez-Almaraz (eds.), *Crustáceos de México: estado actual de su conocimiento*. Universidad Autónoma de Nuevo León. México, 167-206 p.
- Rojas P., Y.R. 1998. Revisión taxonómica de ocho especies del género *Procambarus* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) del centro de Veracruz, México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 158 p.
- Ruppert, E.E. y R.D. Barnes. 1996. *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana, Madrid, 1114 p.
- Semarnap/CNA. 1996. *Programa hidráulico 1955-2000*. Poder ejecutivo federal, Estados Unidos Mexicanos. México, 54 p.
- Toledo, V.M. y M.J. Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds.), *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM, 739-755 p.
- Torres, E. y F. Álvarez. 2011. Genetic variation in native and introduced populations of the red swamp crayfish *Procambarus darkii* (Girard, 1852) (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) in Mexico and Costa Rica. *Aquatic Invasions* 7 (2): 235-251.
- Villalobos, A. 1955. Cambarinos de la fauna mexicana (Crustacea: Decapoda). Tesis doctoral, UNAM, 289 p.
- Villalobos, A. 1959. Contribución al conocimiento de los *Atyidae* de México. II (Crustacea, Decapoda). Estudio de algunas especies del género *Potimirim* (=Ortmannia), con descripción de una especie nueva de Brasil. *Anales del Instituto de Biología*. 269-330 p.
- Villalobos, J.L., A. Cantú y E. Lira. 1993. Los crustáceos de agua dulce de México. *Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural* 64: 267-290.
- Villalobos, J.L. y F. Álvarez. 1997a. Palaemonidae (camarones de río, langostinos). En: E. González, R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia natural de Los Tuxtlas*. Instituto de Biología, UNAM, 411-414 p.
- Villalobos, J.L. y F. Álvarez. 1997b. Cambaridae (camaroncitos reculadores). En: García, S.E., R. Dirzo y R.C. Vogt, 1997. *Historia natural de Los Tuxtlas*. Instituto de Biología, UNAM, 405-409 p.

- Villalobos, J.L. y F. Álvarez. 1997c. Pseudothelphusidae y Trichodactylidae (cangrejos). En: E. González, R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia natural de Los Tuxtlas*. Instituto de Biología, UNAM, 415-418 p.
- Villalobos, J. L. & F. Álvarez. 2003. Two new species of freshwater crabs of the genus *Tehuana* (Brachyura: Pseudothelphusidae) from southern Mexico. *Journal of Crustacean Biology* 23(1): 223-229.
- Villalobos, J.L. y F. Álvarez. 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. En: F. Álvarez y G.A. Rodríguez-Almaraz (eds.), *Crustáceos de México: estado actual de su conocimiento*. Universidad Autónoma de Nuevo León. México, 239-299 pp.
- Villalobos, J.L. y F. Álvarez. 2010. Phylogenetic analysis of the Mexican freshwater crabs of the tribe Pseudothelphusini (Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 160(3): 457-481.
- Williams-Linero, G., G. Halffter y E. Ezcurra. 1992. Estado de la biodiversidad en México. En: G. Halffter *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. CYTED-D, Instituto de Ecología, SEDESOL.