



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Estudio poblacional de *Discapseudes mexicanus*
Gutu, 2006 (Crustacea: Peracarida: Tanaidacea) de la
laguna de Sontecomapan, Veracruz

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

VIRIDIANA MAGAÑA GUZMAN



DIRECTOR DE TESIS:
DR. FERNANDO ALVAREZ NOGUERA
2013



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 del alumno

Magaña
Guzmán
Viridiana
53 82 47 77
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
304220599

2.- Datos del tutor

Dr.
Fernando
Alvarez
Noguera

3.- Datos del sinodal 1

Dr.
José Luis
Villalobos
Hiriart

4.- Datos del sinodal 2

Dra.
Guillermina
Alcaraz
Zubeldía

5.- Datos del sinodal 3

Dra.
María del Carmen
Hernández
Álvarez

6.- Datos del sinodal 4

Dr.
Ignacio Carlos
Winfield
Aguilar

7.- Datos del trabajo escrito

Estudio poblacional de *Discapseudes mexicanus* Gutu, 2006 (Crustacea: Peracarida: Tanaidacea) de la laguna de Sontecomapan, Veracruz.
57 pp
2013

DEDICATORIA

A mi mamá Teresa Guzmán, gracias por tu amor, tu apoyo incondicional, tus consejos y regaños. Gracias por ser tan fuerte en los momentos más difíciles que hemos pasado.

A mi papá Rómulo Magaña† aunque ya no estés presente físicamente, te llevo en mi corazón y te hubiera encantado estar en esta etapa de mi vida.

A mis hermanos Diana, Miguel y Hans por su apoyo, sus consejos, su compañía y por alegrarme los días con sus ocurrencias y risas. Los amo

A mi enorme familia por todo su apoyo y por alegrar todas las reuniones familiares.

A Luis por todo el amor y cariño que me ha dado, gracias por estar presente en cada momento siempre con un buen consejo y una sonrisa maravillosa. Gracias por todo el apoyo en esta etapa de mi vida. Te amo angelito.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias por ser mi escuela, mi segundo hogar y el lugar donde recibí la pasión por la Biología.

A la Estación de Biología Tropical Los Tuxtles del Instituto de Biología de la UNAM por su hospedaje y por permitirme usar sus instalaciones durante las colectas de campo.

A mi director de tesis, el Dr. Fernando Alvarez Noguera por el apoyo en la realización de este proyecto, durante el campo y en el laboratorio. Gracias por la confianza, paciencia y risas durante mi estancia en el laboratorio.

Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart por la amistad, apoyo, cariño, consejos y regaños, por las pláticas divertidas y risas que todavía nos acompañan. Gracias por el apoyo en el laboratorio, en el campo y durante la realización de este proyecto. Gracias por ser un excelente profesor y por transmitirme la pasión por los crustáceos, gracias por todo Pepe.

A la Dra. Carmen Hernández Álvarez por toda la ayuda, comentarios, sugerencias y por su valiosa asesoría, sin la cual la realización de este trabajo no hubiera sido posible.

A mis sinodales, el Dr. Ignacio Winfield Aguilar y la Dra. Guillermina Alcaraz Zubeldia por sus valiosos comentarios, observaciones y correcciones en mi trabajo.

A mis profesores que me dieron clases en el taller “Invertebrados de la Zona Costera y Arrecifal del Golfo de México”, en especial al Dr. Fernando Alvarez Noguera, Dr. José Luis Villalobos Hiriart, Dra. Carmen Hernández Álvarez, Dr. Ignacio Winfield Aguilar, Dr. Francisco Solís Marín.

A mis amigos del laboratorio de la Colección Nacional de Crustáceos especialmente a Sharif y Leonardo por su valiosa amistad, por hacer la estancia en el laboratorio más agradable, por las amenizadas comidas y por esas pláticas tan divertidas y risas que todavía nos acompañan. Gracias por su ayuda en el campo.

A todos aquellos que me ayudaron a tomar muestras de lodo y en especial a mis compañeros del taller “Invertebrados de la Zona Costera y Arrecifal del Golfo de México” por toda su ayuda en la toma de datos y en las colectas de campo.

A los “Invertebradólogos” Carlos, Yasmín, Aurora, Eric, Giovanna, Nelia, Sara, Leopoldo y Xóchitl, gracias por su amistad y por las padrísimas prácticas de campo en los Tuxtlas, sé que no olvidarán el lodo de la laguna de Sontecomapan.

A mis compañeros y amigos de la carrera con quienes compartí momentos muy agradables en el salón de clase y en las prácticas de campo, en especial a Brenda, Marbella, Fernanda, Laura, Penélope, Francisco y Ana.

A Bécalos por la beca otorgada durante tres años de la carrera.

A la CNBES de la SEP por la beca otorgada de titulación.

ÍNDICE

Resumen.....	1
I. Introducción.....	2
1.1 Biología de los tanaidáceos.....	3
1.2 Ecología de los tanaidáceos.....	4
1.3 Morfología de los tanaidáceos.....	5
1.4 Descripción de <i>Discapseudes mexicanus</i>	6
II. Antecedentes.....	9
III. Objetivos.....	12
IV. Área de estudio.....	13
V. Material y Método.....	16
5.1 Trabajo de campo.....	16
5.2 Trabajo de laboratorio.....	17
5.3 Análisis Estadísticos.....	19
VI. Resultados.....	21
6.1 Parámetros Físicoquímicos.....	21
6.2 Densidad poblacional.....	28
6.3 Estructura de tallas.....	31
6.4 Proporción sexual.....	40
VII. Discusión.....	42
7.1 Parámetros Físicoquímicos.....	42
7.2 Variación en la densidad y la relación con los parámetros físicoquímicos.....	44
7.3 Estructura de tallas.....	46
7.4 Proporción sexual.....	47
VIII. Conclusiones.....	48
Literatura citada.....	49
Anexo I.....	56

RESUMEN

Se analizó la densidad y estructura poblacional de *Discapseudes mexicanus* Gutu, 2006 de la laguna de Sontecomapan, Veracruz, durante seis muestreos en los meses de marzo, mayo, noviembre y agosto del 2010, y febrero y mayo del 2011. En cada muestreo se establecieron seis estaciones con tres réplicas en cada estación. Se describieron los parámetros fisicoquímicos en los que se desarrolla *D. mexicanus*, se determinó la densidad poblacional y su posible relación con los parámetros fisicoquímicos y se determinó la estructura de tallas y la proporción sexual (M:H). Se encontró que *D. mexicanus* es una especie que tolera amplios cambios en los parámetros ambientales, estableciéndose en aguas oligohalinas, mesohalinas y polihalinas. La población presentó una mayor densidad en la temporada de nortes (noviembre del 2010 y febrero del 2011) con un promedio máximo de 60.3 ind/m² para el mes de noviembre del 2010. Los parámetros fisicoquímicos no tuvieron un papel importante en la variación de la densidad poblacional y se propone que la materia orgánica (detrito) y la depredación sean los factores que afectan la densidad poblacional. La estructura de tallas de los individuos varió de 1.2 a 12 mm de longitud total (LT), con un promedio para las mancás de 1.8 mm, juveniles 3.5 mm, machos 6.7 mm, hembras 6.9 mm, hembras ovígeras 7.1 mm e indeterminados 6.2 mm. Las hembras presentaron tallas más grandes que los machos y las hembras ovígeras fueron más grandes que las hembras no ovígeras. La proporción sexual de la población fue de 1:1.4 (machos:hembras).

Palabras clave: *Discapseudes mexicanus*, Sontecomapan, densidad, estructura poblacional, proporción sexual

I. INTRODUCCIÓN

Los crustáceos representan uno de los grupos más diversificados y conocidos entre los invertebrados, con una distribución amplia y de mayor interés para los estudios ecológicos y taxonómicos debido a su importancia comercial y como parte de los procesos de transferencia de energía (Hernández-Robles y Escobar-Briones, 2008). Dentro de las más de 67,000 especies de crustáceos descritas, se encuentran los pequeños macrocrustáceos bentónicos que juegan un papel importante en las cadenas tróficas del bentos marino, tanto en su forma adulta como en etapas juveniles y representan una fuente de alimento para los animales de niveles tróficos superiores (Ogle *et al.*, 1982; Ruppert y Barnes, 1996; Brusca y Brusca, 2005).

Entre los pequeños macrocrustáceos bentónicos, se encuentran los del Orden Tanaidacea que pertenecen a la Clase Malacostraca, dentro del Superorden Peracarida que actualmente el orden incluye a más de 1,200 especies descritas divididas en cuatro subórdenes: Anthracocaridomorpha (extinto), Apseudomorpha, Neotanaidomorpha y Tanaidomorpha (Anderson, 2013).

Los tanaidáceos son crustáceos bentónicos que pueden ser considerados euritópicos, registrándose en casi cualquier tipo de hábitat marino (Blazewicz-Paszkowycz, 2012) aunque también se les puede encontrar en lagos hipersalinos a zonas intersticiales hiposalinas, marismas, manglares, lagunas, estuarios e incluso dulceacuícolas y han sido registradas en cuevas submarinas, ventilas hidrotermales y volcanes de lodo. Ocurren desde la zona intermareal hasta las zonas abisales y desde los polos hasta las regiones tropicales del mundo. (Suárez-Morales *et al.*, 2004; Heard y Anderson, 2009; Blazewicz-Paszkowycz, 2012).

La mayoría son de vida libre y se les puede encontrar en diversos tipos de sustratos como en el sedimento, algas, ascidias, colonias de hidroides, esponjas, raíces de mangle, coral y pastos marinos, ya sea sobre la superficie o en tubos excavados en el sedimento con varios centímetros de profundidad (Dojiri y Sieg, 1997; Hernández-Robles y Escobar-Briones, 2008). Otros tanaidáceos se han adaptado como parásitos de holotúridos de mar profundo y otros como simbioses de invertebrados marinos como: esponjas, nemátodos, larvas de acantocéfalos,

moluscos bivalvos, copépodos y tantulocáridos (Heard y Anderson, 2009; Blazewicz-Paszkowycz, 2012).

1.1 Biología de los tanaidáceos

El desarrollo que presentan es directo, es decir, las hembras producen varios embriones dentro del marsupio y se desarrollan dentro de él, por lo tanto no presentan estadios larvales. El primer cambio post-embrionario que experimentan se denomina "manca I" y se caracteriza porque el último par de pereiópodos y todos los pleópodos aún no se desarrollan; en el segundo cambio o "manca II", estos apéndices se presentan de modo rudimentario, además en esta etapa abandonan el marsupio para convertirse en juveniles y dar paso a la siguiente fase denominada neutro o indeterminado, que incluye a las hembras y machos preparatorios que finalmente se convertirán en adultos reproductores (Holdich y Jones, 1983; Dojiri y Sieg, 1997).

El dimorfismo sexual es relativamente común, el macho presenta un quelípodo más desarrollado que en la hembra, conos genitales en la parte ventral del último pereonito y un cuerpo conformado de una manera distinta al de la hembra. Como estrategia reproductiva los tanaidáceos pueden ser hermafroditas, habiéndose registrado casos tanto de hermafroditas protoginios, muda de hembra a macho como de protándricos, muda de macho a hembra (Holdich y Jones, 1983; Suárez-Morales *et al.*, 2004). Esta estrategia reproductiva es ideal para los organismos que tienen dificultades para encontrar pareja, ya sea porque la densidad poblacional sea baja, por vivir aislados en galerías, vivir inmóviles o presentar movimiento lento (Dojiri y Sieg, 1997).

Algunas especies construyen tubos a base de seda, segregada a través de glándulas especializadas localizadas sobre los ápices de los dactilos de los primeros tres pares de pereópodos o bien mezclada con barro, limo, arena, detritus, espículas de esponjas, testas de foraminíferos y heces. Estos tubos proveen de protección y alimento a hembras y crías (Hassack y Holdich, 1987).

Debido a que carecen de formas larvarias de vida libre que faciliten su dispersión, el intervalo de extensión de sus poblaciones depende de la movilidad de las fases juveniles una vez que salen del tubo materno y construyen el propio (Sieg, 1983). Los tanaidáceos en su mayoría se desarrollan dentro del tubo materno hasta llegar a la etapa juvenil, en la cual salen y construyen un tubo nuevo muy cerca del tubo de la madre. Este comportamiento ocasiona que presenten una distribución por parches con altas densidades poblacionales donde las condiciones ambientales son favorables (Sieg, 1983). Los machos al llegar a la etapa adulta se dedican únicamente a reproducirse, etapa durante la cual no ingieren alimento. Durante la época de reproducción éstos localizan a las hembras rastreando sobre el sedimento, actividad que los expone a presiones altas de depredación y al contacto directo con los factores físicos del agua de fondo, combinado con su estilo de vida sin alimento, hace que su longevidad disminuya, por lo anterior, los machos pocas veces son capturados y por tanto están superficialmente descritos (Larsen, 2001).

Con respecto a sus hábitos alimentarios, los tanaidáceos son generalmente detritívoros y excavadores, aunque también pueden ser carnívoros. Su alimento normalmente consiste de detritus o pequeñas algas, principalmente diatomeas (Dojiri y Sieg, 1997). Algunos son verdaderos depredadores que capturan nemátodos o copépodos harpacticoides (Feller, 1978). Solamente la familia Kalliapseudidae contiene formas filsuspensívoras con maxilípedos y quelas armadas con setas especializadas (Sieg, 1984).

1.2 Ecología de los tanaidáceos

Los tanaidáceos, juegan un papel importante en las cadenas tróficas del bentos marino y estuarino tanto en su forma adulta como en etapas juveniles, representan una fuente importante de alimento para animales de niveles tróficos superiores, ya que al presentar altas densidades poblacionales (más de 100,000 ind/m²), contribuyen a sostener poblaciones de otras especies con importancia comercial como los camarones, peces y otras formas propias de la comunidad bentónica: poliquetos, anfípodos, decápodos y algunas aves costeras (Johnson y Attramadal, 1982b; Sieg, 1988; Modlin y Harris, 1989; Suárez-Morales *et al.*, 2004).

Otro aspecto ecológico importante es que son considerados como bioindicadores potenciales de contaminación, ya que existen algunas especies sensibles y poco tolerantes a la disminución del oxígeno, al incremento de la materia orgánica y a las variaciones de temperatura y salinidad. Adicionalmente, se ha demostrado que las comunidades de tanaidáceos se encuentran entre las primeras en desaparecer ante perturbaciones de tipo ambiental (Suárez-Morales *et al.*, 2004).

Importancia de *Discapseudes mexicanus* Gutu, 2006 en la laguna de Sontecomapan, Veracruz

Discapseudes mexicanus es un crustáceo peracárido importante en las redes tróficas de las lagunas costeras del Golfo de México, al ser un elemento constante en la dieta de algunos peces y otros crustáceos (Fernández-Buces, 1989; Winfield-Aguilar y Franco-López, 1992).

Por otra parte, esta especie es el hospedero intermediario del acantocéfalo *Caballerorhynchus lamothei* Salgado-Maldonado, 1977 en las lagunas de Sontecomapan y Alvarado, Veracruz. Estos tanaidáceos comen los pequeños huevecillos del acantocéfalo que caen al sedimento. Dentro del tanaidáceo, eclosiona una larva cistacanto que permanece sin cambios hasta que llega al hospedero definitivo, en este caso por lo menos 11 especies de peces en los que se ha registrado el acantocéfalo adulto, deben de alimentarse de este tanaidáceo, las especies de hospederos que se han registrado en la laguna de Sontecomapan son: *Centropomus undecimalis*, *Eugerres plumieri* y *Diapterus auratus* (Escobar-Briones *et al.*, 1999).

1.3 Morfología

Las características que distinguen a los tanaidáceos de otros grupos de peracáridos son: un cuerpo aplanado dorsoventralmente conformado por un cefalotórax derivado de la fusión de la cabeza con las dos primeras somitas torácicas, que corresponden al maxilípodo y al quelípodo, estos últimos compuestos por basis, mero, carpo, propodio, dedo fijo y dáctilo con una quela verdadera, a diferencia de la mayoría de los peracáridos; un pereión conformado por seis somitas libres (pereionitos) con sus

seis pares de pereiópodos compuestos generalmente por coxa, basis, isquio, mero, carpo, propodio y dáctilo; en algunos tanaidomorfos los pereiópodos 1-3 están especializados para construir tubos o para cavar; un pleón con cinco somitas (pleonitos) y de 0 a 5 pares de pleópodos; un pleotelson derivado de la fusión del sexto pleonito con el telson y un par terminal o subterminal de urópodos (Sieg, 1982, 1988; Heard *et al.* 2003) (Fig. 1).

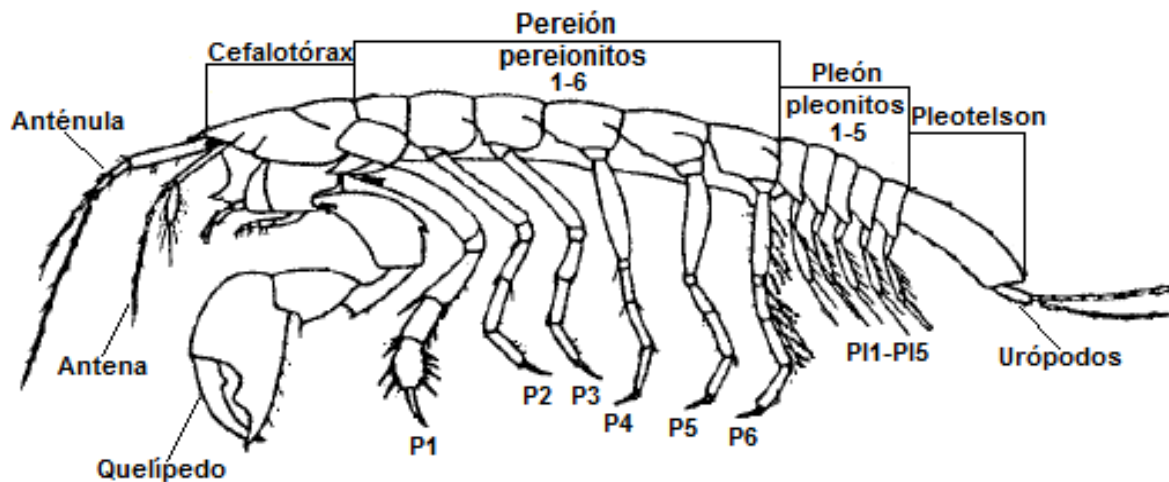


Figura 1. Morfología general de un tanaidáceo. P1-P6: pereiópodos; PI1-PI5: pleópodos (modificado de Holdich y Jones, 1983).

1.4 Descripción del organismo de estudio

Discapseudes mexicanus tiene un cuerpo aplanado dorsoventralmente (Figs. 2 y 3) con un caparazón ligeramente más largo que ancho, con un rostrum agudo y lóbulos oculares bien desarrollados; el pereión tiene pereionitos más cortos que anchos, los primeros tres son casi iguales y más cortos que los tres últimos; el pleón tiene cinco pleonitos cortos, el primero con una fila dorso-transversal de setas cortas; el pleotelson discoide casi tan largo como los cuatro pleonitos precedentes, de 24 a 26 setas cortas circumplumosas de cada lado y seis setas próximo-ventrales urópodos birrámeos con endópodo y exópodo. Los machos son similares a las hembras exceptuando el tamaño del cuerpo, la anténula y el quelípedo, ya que éstos están más desarrollados (Guțu, 2006).



Figura 2. Vista lateral de un macho de *Discapseudes mexicanus* Gutu, 2006.

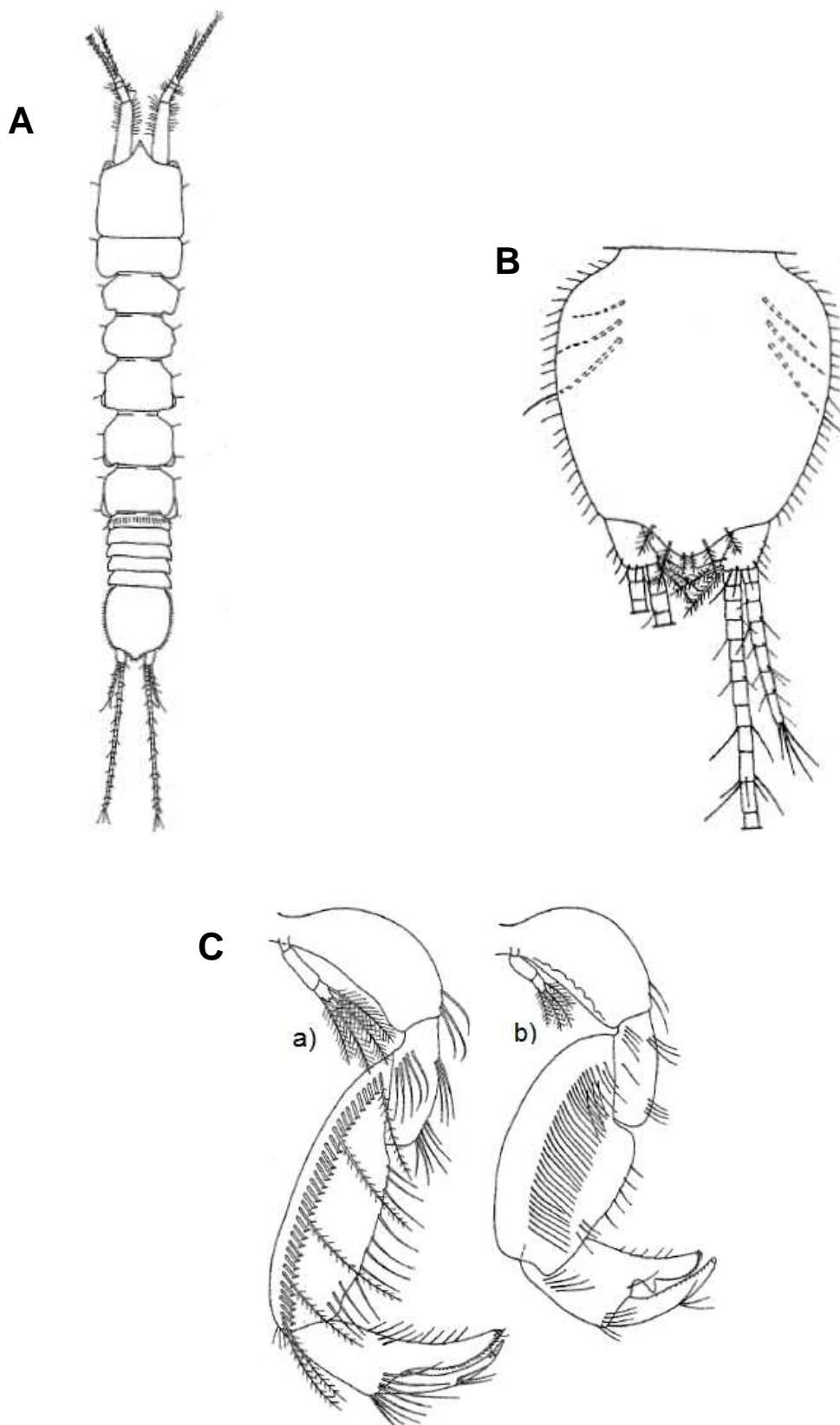


Figura 3. Morfología de *Discapseudes mexicanus* (A) cuerpo en vista dorsal, (B) pleotelson y urópodos y (C) quelípedos de a) hembra y b) macho (modificado de Gutu, 2006).

II. ANTECEDENTES

El primer reporte de tanaidáceos para el Golfo de México fue el de Richardson en 1905 para *Apseudes propinquus*, ahora *Hoplomachus propinquus* Gutu, 2002 en la costa oeste de Florida y 61 años después el segundo por Dawson (1966) para la especie *Apseudes spinosus* Sars, 1858 para el norte del Golfo de México (Winfield y Franco, 1992).

Ogle *et al.* (1982) comenzaron una serie de publicaciones para dar a conocer nueva información de la zoogeografía, taxonomía, sistemática y ecología de los tanaidáceos del Golfo de México

Sieg (1986) publicó información acerca de la distribución de los tanaidáceos donde realizó una sinopsis de los datos que se conocían del grupo a nivel mundial, formuló hipótesis acerca de los posibles patrones de distribución en todo el mundo, presentó un listado de las especies encontradas en cada región zoogeográfica que propuso para su análisis y además mencionó el origen de los tanaidáceos en el Golfo de México.

Winfield (1987) realizó un análisis sobre la abundancia, distribución y estacionalidad del Orden Tanaidacea en la laguna de Sontecomapan, Veracruz. Encontró que la población de tanaidáceos de *Discapseudes holthuisi* Bacescu y Gutu, 1975 (= *Discapseudes mexicanus*) es una especie estuarina y que la materia orgánica en sedimentos y cantidad de oxígeno disuelto son los parámetros con mayor influencia en la abundancia y distribución de estos organismos dentro de la laguna.

Fernández (1989) realizó un análisis de la variación poblacional de *D. holthuisi* (= *D. mexicanus*) en la laguna de Alvarado, Veracruz como componente bentónico. Mencionó la existencia de un hermafroditismo secuencial protándrico y variaciones significativas en la abundancia debido a factores internos y disponibilidad de alimento.

Winfield y Franco (1992) publicaron algunas consideraciones ecológicas de *D. holthuisi* (= *D. mexicanus*) en la laguna Sontecomapan, Veracruz. Mencionaron que *D. holthuisi* prefiere sedimentos limo-arenoso, arena-fina-limosa y areno-arcillosa; soporta fluctuaciones de salinidad considerándosele como una especie eurihalina y en los meses de otoño e invierno se producen las condiciones ambientales óptimas para que la población active sus mecanismos reproductivos y así contribuir en los hábitos alimenticios de los peces que se encuentran en la laguna.

Suárez-Morales *et al.* (2004) aportaron conocimientos de la composición y taxonomía de los tanaidáceos del Atlántico Tropical Noroccidental (sur y centro del Golfo de México y Caribe Mexicano), obteniendo que el suborden Tanaidomorpha fue representado con el mayor número de familias para el Golfo y el suborden Apseudomorpha para el Caribe. Además observaron que en el Golfo de México los tanaidáceos son más abundantes en la zona del talud y la elevación continental.

Hernández-Robles y Escobar-Briones (2008) realizaron un estudio para describir el patrón de distribución de los tanaidáceos en el gradiente batimétrico del mar profundo en el Golfo de México y encontraron que el patrón de distribución es por parches en todas las zonas batimétricas y variables como la concentración de pigmentos en la columna de agua y en el sedimento, así como el contenido de materia orgánica en la capa de sedimento superficial, influyeron en menor grado en la distribución batimétrica de los tanaidáceos.

Heard y Anderson (2009) integraron un listado taxonómico de las 73 especies de tanaidáceos que hasta ese año se habían citado para el Golfo de México, mencionaron su hábitat, la profundidad, la distribución geográfica y en qué regiones del Golfo de México se distribuyen.

Winfield *et al.* (2013) analizaron la composición faunística, los registros nuevos y las ampliaciones en el ámbito geográfico de los tanaidáceos bentónicos asociados al sector norte del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, encontraron un incremento en la lista de tanaidáceos reconocidos para el Golfo de México de 73 especies y 52 géneros a 80 especies y 56 géneros.

La mayoría de las investigaciones realizadas de tanaidáceos en el Golfo de México se han particularizado en temas relacionados con taxonomía, sistemática y biogeografía. Por lo tanto, existen pocas publicaciones sobre aspectos ecológicos de estos crustáceos peracáridos en lagunas costeras del Golfo de México; por lo que en el presente trabajo actualiza la información poblacional de *Discapseudes mexicanus* Gutu, 2006 en la laguna costera de Sontecomapan, Veracruz.

III. OBJETIVOS

Objetivo General

Conocer la densidad y estructura poblacional de *Discapseudes mexicanus* Gutu, 2006 de la laguna de Sontecomapan, Veracruz, durante el periodo de marzo del 2010 a mayo del 2011.

Objetivos Particulares

- Describir los parámetros fisicoquímicos en los que se desarrolla *D. mexicanus* dentro de la laguna.
- Determinar la densidad poblacional de *D. mexicanus* en seis estaciones de muestreo durante un periodo anual.
- Analizar la posible relación significativa entre la densidad con respecto a los parámetros fisicoquímicos.
- Determinar la estructura de tallas y proporción sexual de *D. mexicanus*.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

La laguna de Sontecomapan es una de las pequeñas lagunas costeras del Golfo de México, situada al sureste del estado de Veracruz en la región de la cuenca que forman el volcán de San Martín Tuxtla y la Sierra de Santa Marta, a una distancia de 16 km dirección noreste del municipio de Catemaco, colindando con el Golfo de México y al este con la Sierra de los Tuxtlas. Su localización está entre los 18° 30´ y 18° 34´ N y los 94° 59´ y 95° 03´ O (Fig. 4). Es de origen tectónico, con forma irregular y con una superficie de 8.9 km², alrededor de 12 km de largo por 1.5 km de ancho (Reséndez, 1983; Ponce *et al.*, 1994).

La única conexión con el mar es a través de un canal angosto llamado barra de Sontecomapan que además se alimenta por el aporte dulceacuícola de varios ríos y arroyos. Los ríos más importantes son: Sontecomapan, Chuniapan, Coscoapan, Sábalo, Yahualtajapan y La Palma; los de mayor caudal son el Coscoapan y La Palma (Reséndez, 1983).

La laguna tiene un fondo fangoso y somero en las orillas que se vuelve arenoso y profundo hacia la desembocadura; el promedio de profundidad es de 2 m en la porción central de la laguna, en el resto de la laguna las profundidades decrecen hacia las orillas, con excepción del canal de desembocadura al mar, donde la profundidad aumenta (Reséndez, 1983).

Presenta un clima cálido húmedo con una precipitación anual promedio entre 3,000 y 4,000 mm. Se reconocen tres temporadas climatológicas del ciclo anual: una de secas, de marzo a junio con menos de 100 mm de precipitación; una de lluvias, de julio a octubre con máximos de hasta 6,000 mm y una de nortes (masas de aire frío que recogen humedad al pasar por el Golfo) de noviembre a febrero y ocurren durante todo el invierno (Ponce *et al.*, 1994; Toledo, 2005); la vegetación que se presenta es de selva alta perennifolia (Winfield y Franco, 1992).

La temperatura media anual es entre 20 y 22 °C, la máxima extrema entre 34 y 36 °C y la mínima extrema de 16 °C (Soto y Gama, 1997). Respecto a la salinidad, se observa un gradiente decreciente desde la barra de Sontecomapan (boca de la

laguna) hacia la zona sur donde se encuentra la desembocadura del río Coscoapan y el muelle (Ponce *et al.*, 1994).

La laguna de Sontecomapan se encuentra rodeada por mangle rojo (*Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753), se adjunta con mangle negro (*Avicennia germinans* Linnaeus, 1764) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa* Macbr., 1930) entremezcladas con fanerógamas halófitas y con una distribución en parches del pasto marino (*Ruppia maritima* L.). También se ha observado en la desembocadura del río Basura la presencia de *Eichornia* sp. y *Typha* sp., las cuales son indicadoras de perturbación (Reséndez, 1983; Ponce *et al.*, 1994).

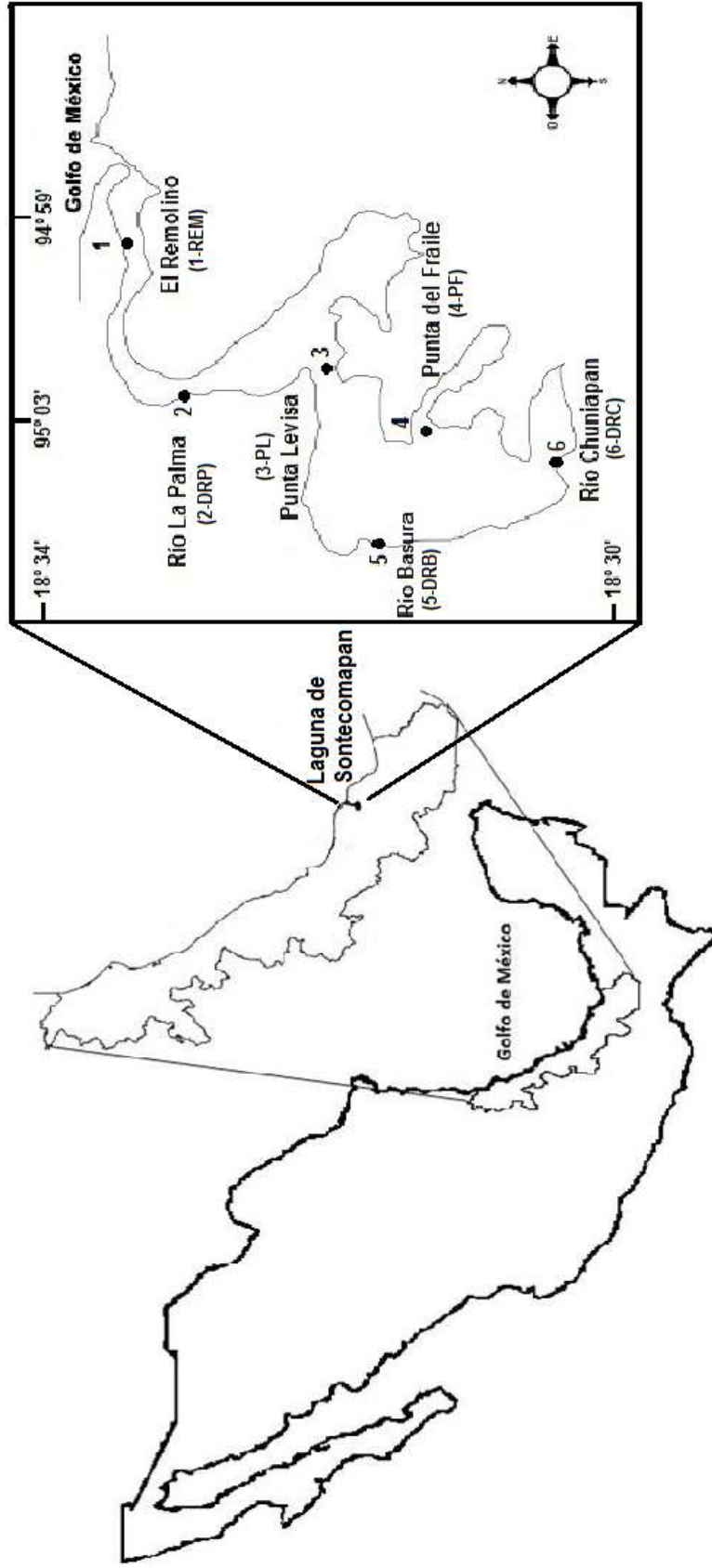


Figura 4. Laguna de Sontecomapan, Veracruz con las seis estaciones de muestreo: 1. El Remolino; 2. Desembocadura del río la Palma; 3. Punta Levisa; 4. Punta del Fraile; 5. Desembocadura del río Basura y 6. Desembocadura del río Chuniapan.

V. MATERIAL Y MÉTODO

5.1 Trabajo de campo

Los ejemplares de tanaidáceos revisados para este estudio provienen de seis muestreos a lo largo de un año, de marzo del 2010 a mayo del 2011. Previamente fueron seleccionadas al azar seis estaciones de muestreo a lo largo de la laguna Sontecomapan, ubicadas desde la boca de la laguna (El Remolino) hasta el muelle (Desembocadura del río Chuniapan), con el propósito de que se representaran las distintas condiciones de salinidad que se pueden presentar en un ambiente estuarino claramente estratificado y se tomaron tres réplicas para cada estación (Tabla 1).

Se utilizó un sensor multiparámetro de calidad del agua YSI® para la medición de los principales parámetros fisicoquímicos en cada estación de muestreo: temperatura (°C), salinidad (‰), concentración de oxígeno disuelto (OD mg/l), sólidos disueltos totales (SDT g/l) y pH. La localización de las seis estaciones de muestreo se determinó con un geoposicionador manual GPS. Las muestras de sedimento se tomaron con un nucleador de pvc de 11.5 cm de diámetro, cubriendo un área de 100 cm². El núcleo obtenido se depositó en bolsas de plástico de 2 kg y/o en frascos amarradas con ligas de colores para identificar a qué estación pertenecían. Las muestras de sedimento fueron enjuagadas con agua del río y/o agua corriente con la ayuda de una red de acuario para quitar el exceso de materia orgánica. Después las muestras obtenidas se conservaron en alcohol al 70% para su posterior separación y obtención de los organismos.

Tabla 1. Localización de las estaciones de muestreo en la laguna de Sontecomapan, Veracruz (Para identificar a cada estación en los resultados, se le asignó una abreviatura).

Estación	Ubicación	Sustrato
El Remolino (1-REM)	18°33'15.9" N 94°59'53.9" O	Pastos marinos, lodo y arena
Desembocadura del río La Palma (2-DRP)	18°32'54.6" N 95°01'0.9" O	Pastos marinos, lodo y arena
Punta Levisa (3-PL)	18°32'0.8" N 95°00'49.6" O	Restos de conchas, lodo y materia orgánica
Punta del Fraile (4-PF)	18°31'22.1" N 95°01'16.8" O	Restos de conchas y materia orgánica
Desembocadura del río Basura (5-DRB)	18°31'40.3" N 95°02'07" O	Lodo y materia orgánica
Desembocadura del río Chuniapan (6-DRC)	18°30'32" N 95°01'30.9" O	Lodo y materia orgánica

5.2 Trabajo de laboratorio

Las bolsas con el sedimento colectado se trasladaron al laboratorio de la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología de la UNAM, donde se colocaron en un recipiente con agua para poder obtener a todos los peracáridos asociados, se separaron con pinzas de disección a los anfípodos, isópodos y tanaidáceos los cuales fueron colocados en frascos etiquetados con alcohol al 70% para su preservación.

Los tanaidáceos, en especial la especie *D. mexicanus* fue identificada, separada y colocada en frascos con alcohol al 70% para su preservación y posterior análisis. A cada uno de los individuos se le midió la longitud total (LT) en milímetros desde la base de la espina rostral hasta el margen distal del pleotelson (Fig. 5), con la ayuda de los microscopios estereoscópicos Carl Zeiss DV4 y Olympus SZH10 con reglilla ocular milimétrica de 10 mm y se determinó la etapa de desarrollo para cada organismo capturado. Se construyeron bases de datos con información proveniente de los muestreos y de las mediciones de los organismos obtenidas en el laboratorio.

Determinación de las etapas de desarrollo

- a) Se consideraron como **mancas** a la última etapa de desarrollo dentro del marsupio, las cuales el último par de pereiópodos y los pleópodos están ausentes (Holdich y Jones, 1983; Messing, 1983).
- b) Se consideraron **juveniles** aquellos organismos con desarrollo completo de pereiópodos y pleópodos; presencia de quelípedos poco desarrollados; un gran número de setas en las antenas y anténulas; carentes de oosteguitos en las coxas de los primeros pares de pereiópodos y ausencia de conos genitales en la región ventral del sexto pereonito (Messing, 1983).
- c) Se consideraron **machos** a los organismos con quelípedos desarrollados con quelas prominentes; presencia de conos genitales sobre la superficie ventral del sexto pereonito y ausencia de oosteguitos en las coxas de los primeros pares de pereiópodos (Messing, 1983).
- d) Se consideraron **hembras** a los organismos con presencia de oosteguitos ventrolaterales en las coxas de los primeros cuatro pares de pereiópodos y con un par de quelípedos poco desarrollados. Las **hembras ovígeras** se identificaron como aquellas que presentaban un marsupio con huevos, mancas o restos de dicha estructura (Johnson y Attramadal, 1982a; Messing, 1983).
- e) Se consideraron **indeterminados** aquellos organismos con talla de adulto sin un aparente dimorfismo sexual con el cual se les pudiera asignar dentro de las etapas de desarrollo machos, hembras o hembras ovígeras.

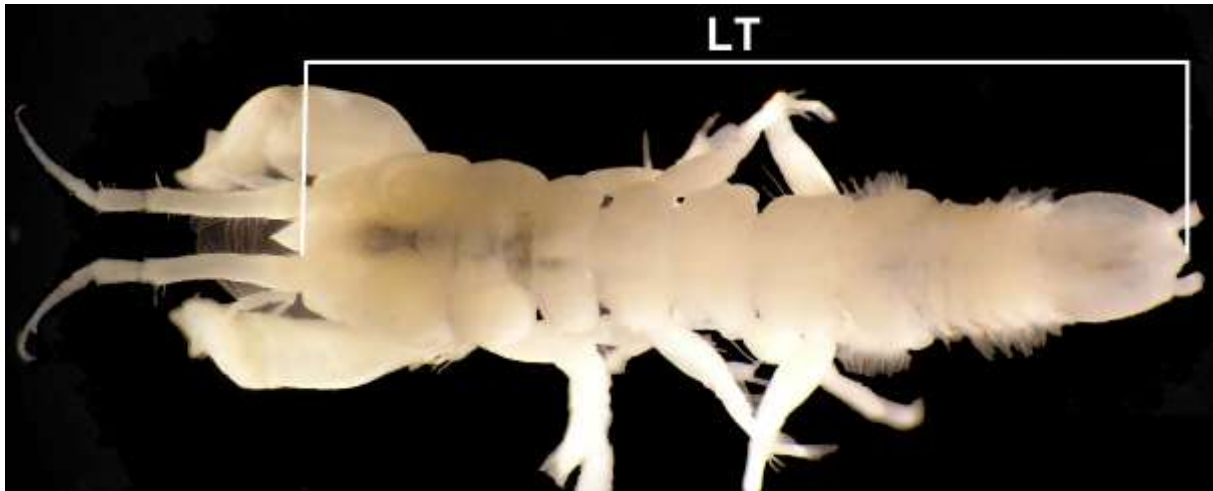


Figura 5. Longitud total (LT) de *D. mexicanus* para el análisis de tallas.

5.3 Análisis estadísticos

Parámetros fisicoquímicos

Para analizar la existencia de variación significativa ($p < 0.05$) en los meses y/o en las estaciones de muestreo se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía y en caso de que existiera variación entre los grupos de datos se aplicó la prueba de Tukey.

Densidad poblacional

Una vez que se obtuvieron los datos del número de individuos por muestreo y estación, se calculó el número de individuos por área en 100 cm^2 (se trabajó en m^2 para tener una presentación más clara del número de individuos por área) y se realizaron gráficas de caja y bigote para observar el promedio, error estándar y desviación estándar de la densidad en cada muestreo y estación.

Para analizar la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) en la densidad poblacional y los parámetros fisicoquímicos de los muestreos y/o de las estaciones se realizaron análisis de varianza (ANOVA) de una vía y en caso de que existiera diferencias entre los grupos de datos, se aplicó la prueba de Tukey.

Estructura de tallas

Se obtuvieron las tallas mínimas, máximas, promedios y desviaciones estándar y para obtener el número de clases para las tallas, se calculó mediante la ecuación de Sturges, en donde N es la suma de los datos (tallas):

$$C = 1 + 3.3 * \text{Log}_{10} N$$

Para calcular la amplitud de las clases se utilizó la siguiente ecuación:

$$a = R/C$$

en donde R es la diferencia de la talla más grande menos la talla más pequeña y C es el número de clases. La frecuencia de tallas se ordenó en 14 clases de 0.7 mm de LT. La longitud total de las etapas de desarrollo por muestreo y estación se analizó usando las pruebas Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. Y se calculó la proporción sexual de machos y hembras (M:H).

Para el análisis de datos y obtención de gráficos se utilizó el programa de cálculo Excel 2010 de Microsoft Office y el paquete estadístico SPSS Statistics 18.

VI. RESULTADOS

6.1 Parámetros fisicoquímicos

La temperatura promedio anual que presentó la laguna de Sontecomapan fue de 27.4°C, presentando diferencias significativas entre muestreos ($F=76.82$, $p<0.001$). La prueba de Tukey mostró que en la temporada de secas (marzo y mayo del 2010 y mayo del 2011) se presentaron las temperaturas más altas, con un promedio máximo de 31.5°C para el mes de mayo del 2011 y en la temporada de lluvias y nortes (agosto y noviembre del 2010 y febrero del 2011) se presentaron las temperaturas más bajas, con un promedio mínimo de 21°C para el mes de febrero del 2011 (Fig. 6a; Tabla 2). La temperatura promedio por estación presentó una mínima de 26.7°C para la estación 1-REM y una máxima de 28°C para la estación 4-PF. No se observaron diferencias significativas entre estaciones ($F=0.10$, $p>0.05$).

El promedio anual de oxígeno disuelto (OD) registrado en la laguna fue de 6.2 mg/l, mostrando diferencias significativas entre muestreos ($F=5$, $p<0.01$). La prueba de Tukey mostró que en la temporada de nortes (noviembre del 2010 y febrero del 2011) se registraron los valores más altos, con un promedio máximo de 7.8 mg/l para el mes de febrero del 2011 y en la temporada de secas y lluvias (marzo, mayo y agosto del 2010 y mayo del 2011) se presentaron los valores más bajos, con un promedio mínimo de 4.3 mg/l para el mes de mayo del 2011 (Fig. 6b; Tabla 3). El promedio mínimo en las estaciones fue de 5.2 mg/l para la estación 4-PF y un máximo de 6.8 mg/l para la estación 1-REM. No se observaron diferencias significativas entre estaciones ($F=0.6$, $p>0.05$).

El promedio anual de los sólidos disueltos totales (SDT) fue de 15.3 g/l, presentando diferencias significativas entre muestreos ($F= 4.26$, $p<0.01$). La prueba de Tukey mostró que en la temporada de lluvias y nortes (agosto y noviembre del 2010 y febrero del 2011) se presentaron los valores más bajos, con un promedio mínimo de 7 g/l para el mes de agosto del 2010 y en la temporada de secas (marzo y mayo del 2010 y mayo del 2011) se presentaron los valores más altos, con un promedio máximo de 22.8 g/l para el mes de marzo del 2010 (Fig. 6c; Tabla 4). El promedio mínimo en las estaciones fue de 5 g/l para la estación 6-DRC y un máximo

de 26.2 g/l para la estación 1-REM y se presentaron diferencias significativas entre estaciones ($F=6.24$, $p<0.001$). La prueba de Tukey mostró que en la estación 1-REM presentó los valores promedio mayores y las estaciones 5-DRB y 6-DRC mostraron los promedios menores (Tabla 5).

La salinidad promedio fue de 14.7‰ y se observaron diferencias significativas entre muestreos ($F=4.14$, $p<0.01$). La prueba de Tukey mostró que en la temporada de lluvias y nortes (agosto y noviembre del 2010 y febrero del 2011) presentaron los valores más bajos con un promedio mínimo de 6.4‰ para el mes de agosto del 2010 y febrero del 2011 y en la temporada de secas (marzo y mayo del 2010 y mayo del 2011) se presentaron los valores más altos con un promedio máximo de 22.3‰ para el mes de marzo del 2010. (Fig. 6d; Tabla 6). El promedio mínimo en las estaciones fue de 4.4‰ para la estación 6-DRC y un máximo de 26‰ para la estación 1-REM y se presentaron diferencias significativas entre estaciones ($F= 6.28$, $p<0.001$). La prueba de Tukey mostró que la estación 1-REM y 2-DRP presentaron los promedios más altos y las estaciones 5-DRB y 6-DRC presentaron los promedios más bajos (Tabla 7).

El pH promedio fue de 8, con un promedio mínimo de 7.8 para el mes de agosto del 2010 y un máximo de 8.2 para el mes de marzo del 2010 (Fig. 6e). No se observaron diferencias significativas entre muestreos ($F=0.41$, $p>0.05$). El promedio mínimo en las estaciones fue de 7.5 para las estaciones 5-DRB y 6-DRC y un máximo de 8.5 para la estación 1-REM y se mostraron diferencias significativas entre estaciones ($F=19.6$, $p<0.001$). La prueba de Tukey mostró que la estación 1-REM y 2-DRP presentaron los promedios más altos y en las estaciones 4-PF, 5-DRB y 6DRC presentaron los promedios bajos (Tabla 8).

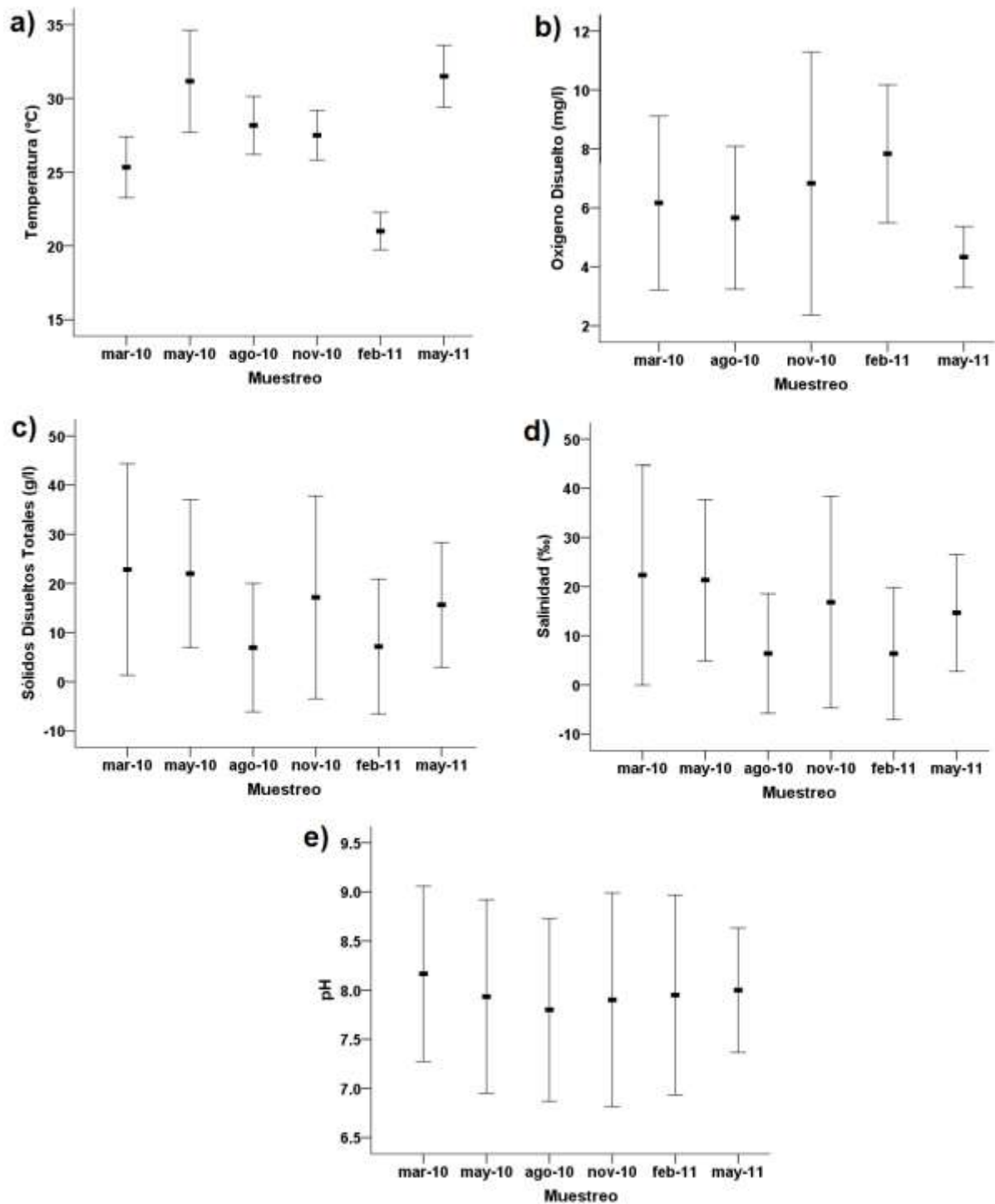


Figura 6. Variación promedio (\pm DE) de la temperatura (a), oxígeno disuelto (b), sólidos disueltos totales (c), salinidad (d) y pH (e) de la laguna de Sontecomapan, Veracruz de marzo del 2010 a mayo del 2011.

Tabla 2. Resultados del análisis de Tukey donde se indican en negritas aquellos meses donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ para la temperatura.

	Marzo 2010	Mayo 2010	Agosto 2010	Noviembre 2010	Febrero 2011	Mayo 2011
Marzo 2010		0.000	0.001	0.020	0.000	0.000
Mayo 2010			0.001	0.000	0.000	0.995
Agosto 2010				0.895	0.000	0.000
Noviembre 2010					0.000	0.000
Febrero 2011						0.000
Mayo 2011						

Tabla 3. Resultados del análisis de Tukey donde se indican en negritas aquellos meses donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ para el oxígeno disuelto.

	Marzo 2010	Agosto 2010	Noviembre 2010	Febrero 2011	Mayo 2011
Marzo 2010		0.973	0.926	0.287	0.205
Agosto 2010			0.626	0.096	0.502
Noviembre 2010				0.745	0.041
Febrero 2011					0.002
Mayo 2011					

Tabla 4. Resultados del análisis de Tukey donde se indican en negritas aquellos meses donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ para los sólidos disueltos totales.

	Marzo 2010	Mayo 2010	Agosto 2010	Noviembre 2010	Febrero 2011	Mayo 2011
Marzo 2010		1	0.025	0.838	0.028	0.664
Mayo 2010			0.038	0.909	0.042	0.766
Agosto 2010				0.291	1	0.460
Noviembre 2010					0.314	1
Febrero 2011						0.490
Mayo 2011						

Tabla 5. Resultados del análisis de Tukey donde se indican en negritas aquellas estaciones donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ para los sólidos disueltos totales.

	El Remolino	Desembocadura del río la Palma	Punta Levisa	Punta del Fraile	Desembocadura del río Basura	Desembocadura del río Chuniapan
El Remolino		0.874	0.243	0.057	0.009	0.000
Desembocadura del río la Palma			0.858	0.437	0.114	0.009
Punta Levisa				0.997	0.658	0.130
Punta del Fraile					0.968	0.442
Desembocadura del río Basura						0.886
Desembocadura del río Chuniapan						

Tabla 6. Resultados del análisis de Tukey donde se indican en negritas aquellos meses donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ para la salinidad.

	Marzo 2010	Mayo 2010	Agosto 2010	Noviembre 2010	Febrero 2011	Mayo 2011
Marzo 2010		1	0.029	0.865	0.029	0.620
Mayo 2010			0.047	0.937	0.046	0.744
Agosto 2010				0.293	1	0.543
Noviembre 2010					0.290	0.998
Febrero 2011						0.539
Mayo 2011						

Tabla 7. Resultados del análisis de Tukey donde se indican en negritas aquellas estaciones donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ para la salinidad.

	El Remolino	Desembocadura del río la Palma	Punta Levisa	Punta del Fraile	Desembocadura del río Basura	Desembocadura del río Chuniapan
El Remolino		0.830	0.184	0.05	0.007	0.000
Desembocadura del río la Palma			0.830	0.453	0.122	0.011
Punta Levisa				0.987	0.714	0.163
Punta del Fraile					0.969	0.459
Desembocadura del río Basura						0.895
Desembocadura del río Chuniapan						

Tabla 8. Resultados del análisis de Tukey donde se indican en negritas aquellas estaciones donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ para el pH.

	El Remolino	Desembocadura del río la Palma	Punta Levisa	Punta del Fraile	Desembocadura del río Basura	Desembocadura del río Chuniapan
El Remolino		0.873	0.034	0.000	0.000	0.000
Desembocadura del río la Palma			0.315	0.007	0.000	0.000
Punta Levisa				0.525	0.003	0.003
Punta del Fraile					0.166	0.166
Desembocadura del río Basura						1
Desembocadura del río Chuniapan						

Los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos por muestreo y estación se presentan en las Tablas 9 y 10.

Tabla 9. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos por muestreo en la laguna de Sontecomapan, Veracruz.

Muestreo	Temperatura (°C)	OD* (mg/l)	SDT* (g/l)	Salinidad (‰)	pH
Marzo 2010	25.3	6.2	22.8	22.3	8.2
Mayo 2010	31.2	--	22	21.3	8
Agosto 2010	28.2	5.7	7	6.4	7.8
Noviembre 2010	27.5	6.8	17.2	16.8	8
Febrero 2011	21	7.8	7.2	6.4	8
Mayo 2011	31.5	4.3	15.7	14.7	8
Promedio	27.4	6.2	15.3	14.7	8

Tabla 10. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos por estación en la laguna de Sontecomapan, Veracruz.

Estación	Temperatura (°C)	OD* (mg/l)	SDT* (g/l)	Salinidad (‰)	pH
El Remolino (1-REM)	26.7	6.8	26.2	26	8.5
Desembocadura del río La Palma (2-DRP)	27.2	6.6	21.3	20.7	8.3
Punta Levisa (3-PL)	27.8	6.6	16.3	15.3	8.1
Punta del Fraile (4-PF)	28	5.2	13.2	12.5	7.8
Desembocadura del río Basura (5-DRB)	27.8	6.2	9.7	9	7.5
Desembocadura del río Chuniapan (6-DRC)	27.2	5.6	5	4.4	7.5
Promedio	27.4	6.2	15.3	14.5	8

*SDT= Sólidos disueltos totales; OD= Oxígeno disuelto

6.2 Densidad poblacional

La densidad de *D. mexicanus* presentó variaciones en el plano temporal a lo largo de un año, de 152 ind/m² a 362 ind/m², presentando un promedio anual de. El mes que presentó la mayor densidad promedio fue noviembre del 2010 (temporada de nortes) con 60.3 ±47.5 ind/m² (0.603 ind/100 cm²) y la menor densidad promedio se presentó en mayo del 2010 (temporada de secas) con 25.3 ind/m² (0.253 ind/100 cm²) (Fig. 7; Tabla 11). No presentaron diferencias significativas (F=1.34, p>0.05) en la densidad de individuos por muestreo.

Por otra parte, en el plano espacial se presentaron variaciones de 65 a 487 ind/m², mostrando una densidad promedio de 250.2 ±163.7 ind/ m². La estación 1-REM presentó la mayor densidad promedio con 81.2 ±33.7 ind/m², seguida en orden decreciente por la estación 2-DRP con 68.5 ±37.4 ind/m², la estación 3-PL con 37 ±16.4 ind/m², la estación 4-PF con 27 ±22 ind/m², la estación 5-DRB con 25.7 ±25.5 ind/m² y por último la menor densidad se presentó en la estación 6-DRC con 10.8 ±9 ind/m² (Fig. 8; Tabla 11). Se observaron diferencias significativas (F=6.7, p<0.001) en la densidad de individuos por estación. La prueba de Tukey mostró que las estaciones 1-REM y 2-DRP presentaron las mayores densidades y en las estaciones 5-DRB y 6-DRC se presentaron las menores densidades (Tabla 12).

Relación densidad con respecto a los parámetros fisicoquímicos

Ninguno de los parámetros fisicoquímicos por muestreo (temperatura F=1.30, p>0.05; oxígeno disuelto F=1.01, p>0.05; sólidos disueltos totales F=0.58, p>0.05 y salinidad F=1.30, p>0.05) y por estaciones (temperatura F=2.66, p>0.05; oxígeno disuelto F=2.62, p>0.05; sólidos disueltos totales F=0.82, p>0.05; salinidad F=0.14, p>0.05 y pH F=6.02, p>0.05) tuvieron un papel importante en la densidad de individuos. Sólo el pH por muestreo (F=6.75, p<0.001) tuvo diferencias significativas en la densidad de individuos.

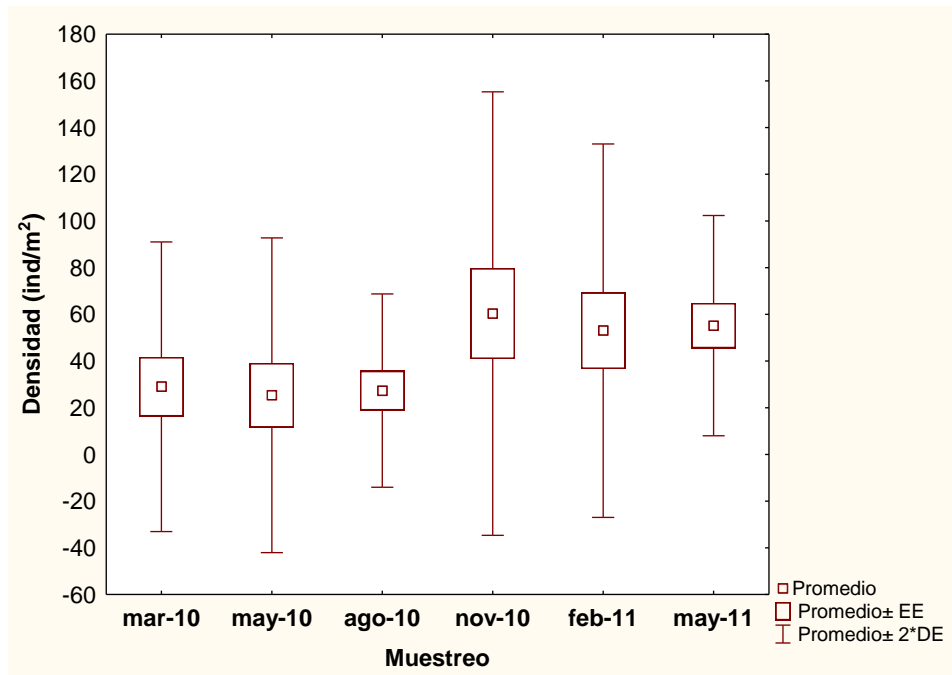


Figura 7. Gráfica de caja y bigote de la densidad de ind/m² por muestreo en la laguna de Sontecomapan, Veracruz.

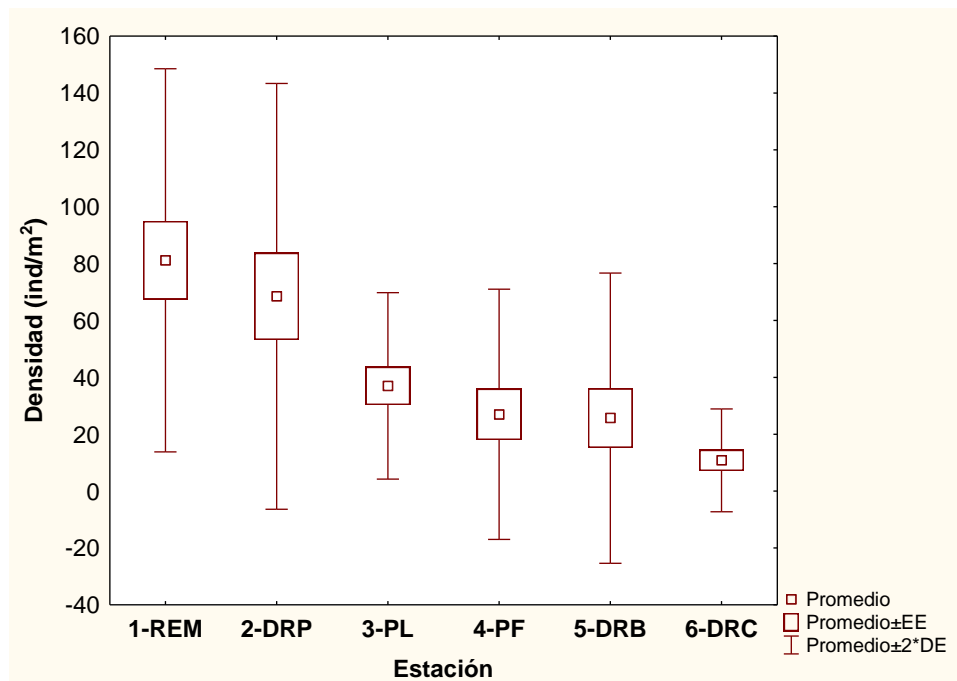


Figura 8. Gráfica de caja y bigote de la densidad de ind/m² por estación (**1-REM**: El Remolino, **2-DRP**: Desembocadura del río La Palma, **3-PL**: Punta Levisa, **4-PF**: Punta del Fraile, **5-DRB**: Desembocadura del río Basura y **6-DRC**: Desembocadura del río Chuniapan).

Tabla 11. Valores totales y promedios (\pm DE) de la densidad (ind/m^2) de *D. mexicanus* en los muestreos y estaciones de la laguna de Sontecomapan, Veracruz.

	1-REM	2-DRP	3-PL	4-PF	5-DRB	6-DRC	Total	Prom.
Mar-10	31	87	33	2	13	8	174	29 \pm 31
May-10	93	14	11	20	1	13	152	25.3 \pm 33.7
Ago-10	50	43	42	22	5	2	164	27.3 \pm 20.7
Nov-10	99	123	62	11	65	2	362	60.3 \pm 47.5
Feb-11	121	77	36	48	22	14	318	53 \pm 40
May-11	93	67	38	59	48	26	331	55.2 \pm 23.6
Total	487	411	222	162	154	65	1,501	
Prom.	81.2 \pm 33.7	68.5 \pm 37.4	37 \pm 16.4	27 \pm 22	25.7 \pm 25.5	10.8 \pm 9	1,501	250.2 \pm 163.7*

Estaciones. El Remolino: **1-REM**, Desembocadura del río La Palma: **2-DRP**, Punta Levisa: **3-PL**, Punta del Fraile: **4-PF**, Desembocadura del río Basura: **5-DRB** y Desembocadura del río Chuniapan: **6-DRC**. *promedio total

Tabla 12. Resultado del análisis de Tukey donde se indican en negritas aquellas estaciones donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ para la densidad de individuos.

	El Remolino	Desembocadura del río la Palma	Punta Levisa	Punta del Fraile	Desembocadura del río Basura	Desembocadura del río Chuniapan
El Remolino		0.958	0.062	0.012	0.010	0.001
Desembocadura del río la Palma			0.308	0.085	0.072	0.006
Punta Levisa				0.982	0.972	0.502
Punta del Fraile					1	0.886
Desembocadura del río Basura						0.913
Desembocadura del río Chuniapan						

6.3 Estructura de tallas

La longitud total (LT) de todas las etapas de desarrollo de *D. mexicanus* varió de 1.2 a 12 mm, las clases de tamaño de 6 a 7.5 mm fue donde hubo mayor frecuencia de individuos, mientras que la menor frecuencia se presentó en las clases de 8.4 a 12 mm (Fig. 9).

Las tallas de las **mancas** varió de 1.2 a 2 mm LT, con un promedio de 1.8 mm; la mayor frecuencia de tallas se presentó en las clases de 1.2 a 1.9 mm. Los **juveniles** presentaron tallas entre 1.6 a 5.3 mm LT, con un promedio de 3.5 mm; la mayor frecuencia de tallas se presentó en las clases de 2 a 5.1 mm. Los **machos** presentaron tallas entre 4.1 a 10.2 mm LT, con un promedio de 6.7 mm; la mayor frecuencia de tallas se presentó en las clases 5.2 a 7.5 mm. Las **hembras** presentaron tallas entre 4.8 a 12 mm LT, con un promedio de 6.9 mm; la mayor frecuencia de tallas se presentó en las clases 6 a 7.5 mm. Las tallas de las **hembras ovígeras** variaron de 4.8 a 10.3 mm LT, con un promedio de 7.1 mm; la mayor frecuencia de tallas se presentó en las clases 6 a 7.5 mm. Las tallas de los **indeterminados** variaron de 5 a 10.3 mm LT, con un promedio de 6.2 mm; la mayor frecuencia de tallas se presentó en las clases 5.2 a 5.9 mm (Fig. 10; Tabla 13).

Las tallas de los individuos adultos (machos, hembras, ovígeras e indeterminados) presentaron diferencias significativas en la longitud total (Kruskal-Wallis $H=203.04$, $p<0.001$). Las hembras (6.9 ± 1 mm) fueron en promedio más grandes que los machos (6.7 ± 1.1 mm) (Mann-Whitney $Z= -7.48$, $p<0.001$) y que los indeterminados (6.2 ± 1 mm) (Mann-Whitney $Z= -10.51$, $p<0.001$), mientras que las hembras ovígeras (7.1 ± 0.9 mm) fueron en promedio más grandes que las hembras (6.9 ± 1 mm) (Mann-Whitney $Z= 17.83$, $p<0.001$).

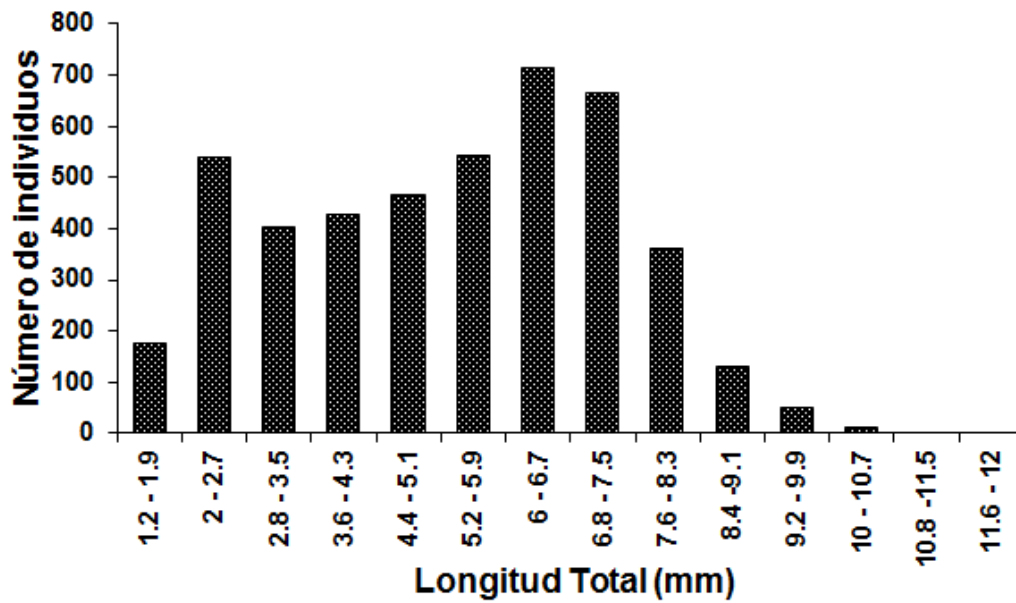


Figura 9. Distribución de la frecuencia de tallas de los individuos capturados de *D. mexicanus*.

Tabla 13. Datos morfométricos de las etapas de desarrollo de *D. mexicanus* durante marzo del 2010 a mayo del 2011.

Etapas de desarrollo	Talla promedio (mm)	Talla mínima (mm)	Talla máxima (mm)
Mancas	1.8 ±0.2	1.2	2.2
Juveniles	3.5 ±1	1.6	5.3
Machos	6.7 ±1.1	4.1	10.2
Hembras	6.9 ±1	4.8	12
Ovígeras	7.1 ±0.9	4.8	10.3
Indeterminados	6.2 ±1	5	10.3

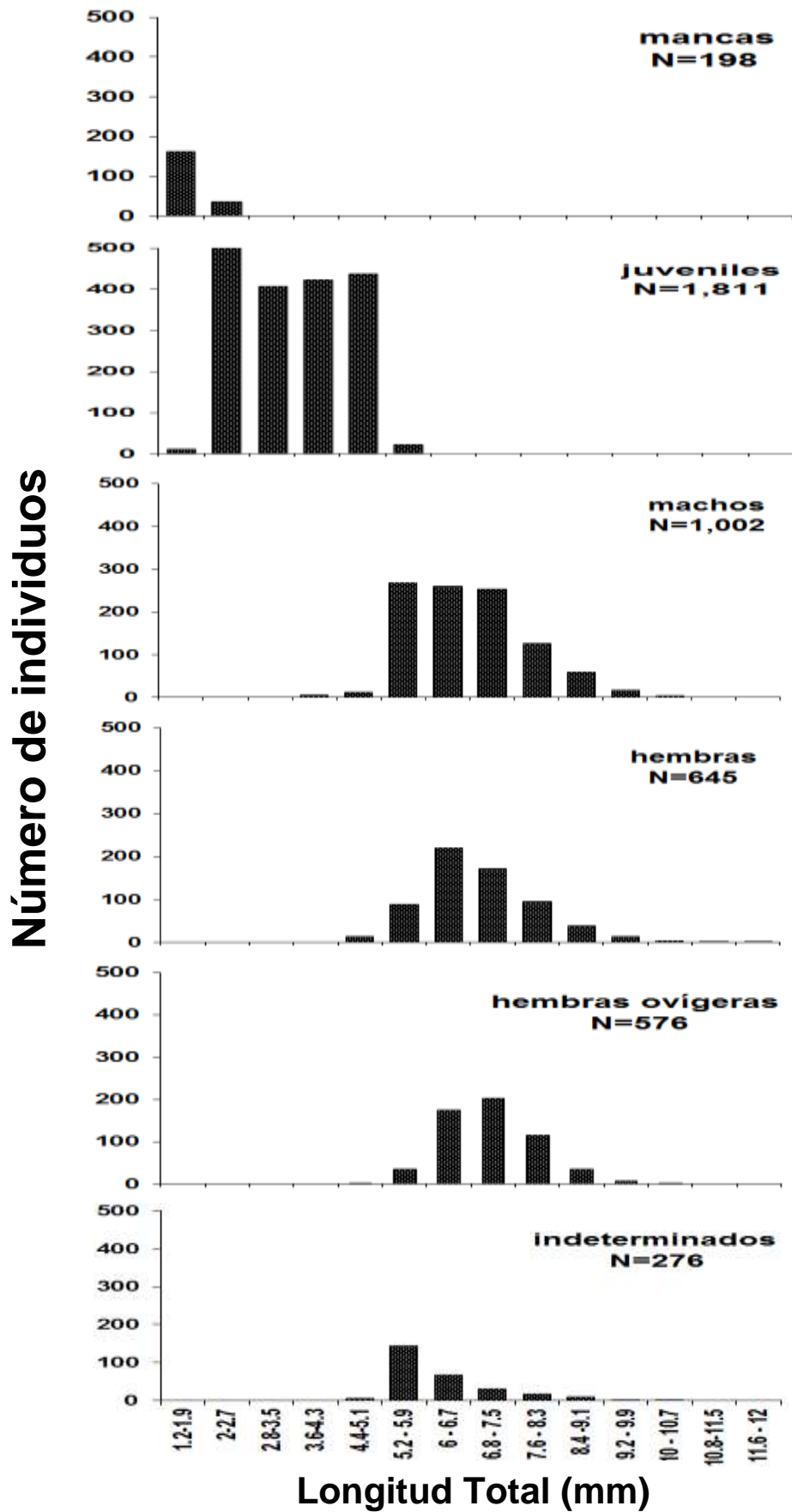


Figura 10. Distribución de la frecuencia de tallas de las mancas, juveniles, machos, hembras, hembras ovígeras e indeterminados de *D. mexicanus*.

Análisis de tallas por muestreo

Se presentaron variaciones en las tallas promedio por muestreo de *D. mexicanus* (Tabla 14) y se observaron diferencias significativas en las tallas de los juveniles ($H=100.5$, $p<0.001$), machos ($H=67.36$, $p<0.001$), hembras ($H=88.52$, $p<0.001$) y hembras ovígeras ($H=37.56$, $p<0.001$). De acuerdo a la prueba de Mann-Whitney las tallas grandes se presentaron en los meses de marzo y mayo del 2010 y mayo del 2011 (temporada de secas) y las tallas chicas en los meses de agosto y noviembre del 2010 y febrero del 2011 (temporada de lluvias y nortes) (Tablas 16-19). En los individuos indeterminados no se observaron diferencias significativas ($H=6.31$, $p>0.05$).

Análisis de tallas por estación

Se mostraron variaciones en las tallas promedio por estación de *D. mexicanus* (Tabla 15) y se observaron diferencias significativas en las tallas de los juveniles ($H=57.08$, $p<0.001$), machos ($H=75.89$, $p<0.001$), hembras ($H=119.81$, $p<0.001$) y hembras ovígeras ($H=107.75$, $p<0.001$). De acuerdo a la prueba de Mann-Whitney las tallas grandes se presentaron en las estaciones 4-PF, 5-DRB y 6-DRC y las tallas chicas en las estaciones 1-REM, 2-DRP y 3-PL (Tablas 20-23). En los individuos indeterminados no se observaron diferencias significativas ($H=7.43$, $p>0.05$).

Tabla 14. Tallas promedio (mm) por muestreo de cada etapa de desarrollo de *D. mexicanus*.

Etapa de desarrollo	Mar-10	May-10	Ago-10	Nov-10	Feb-11	May-11
Manca	1.6 ±0.2	1.5*	1.8 ±0.2	1.7 ±0.2	1.9 ±0.1	1.9 ±0.2
Juvenil	4 ±0.7	3.8 ±0.8	3.5 ±0.9	3.3 ±1	3.4 ±1	3.7 ±0.9
Indeterminado	6.2 ±1.1	6.2 ±1.1	5.9 ±0.6	6.4 ±1.1	5.8 ±0.5	6.2 ±1
Macho	6.9 ±1.1	6 ±0.9	6.5 ±0.9	6.5 ±0.9	6.6 ±1	7 ±1.1
Hembra	7.1 ±1	6.2 ±1	6.9 ±0.9	6.5 ±0.9	6.8 ±1	7.4 ±1.1
Hembra ovígera	7 ±0.9	6.7 ±1.1	7.1 ±0.7	6.9 ±0.6	7 ±0.8	7.4 ±0.9

*Sólo se encontró un individuo

Tabla 15. Tallas promedio (mm) por estación de cada etapa de desarrollo de *D. mexicanus*.

Etapa de desarrollo	1-REM	2-DRP	3-PL	4-PF	5-DRB	6-DRC
Manca	1.8 ±0.1	1.9 ±0.2	1.7 ±0.2	1.9 ±0.2	1.7 ±0.3	1.9 ±0.2
Juvenil	3.4 ±1	3.6 ±1	3.7 ±0.9	3.8 ±1	3.2 ±1	3.6 ±0.9
Indeterminado	6.2 ±1	6.3 ±1.1	5.8 ±0.7	5.9 ±0.7	6.5 ±1.2	6.3 ±1.1
Macho	6.3 ±0.9	6.6 ±0.9	6.5 ±0.8	6.9 ±1.1	7.4 ±1.3	7 ±1.4
Hembra	6.5 ±0.8	6.8 ±1	6.6 ±0.8	7.3 ±1	7.6 ±0.8	8.4 ±1.5
Hembra ovígera	6.7 ±0.7	7 ±0.8	7 ±0.7	7.6 ±0.9	7.9 ±0.7	7.9 ±1.5

Estaciones: 1-REM (El Remolino), 2-DRP (Desembocadura del río la Palma), 3-PL (Punta Levisa), 4-PF (Punta del Fraile), 5-DRB (Desembocadura del río Basura) y 6-DRC (Desembocadura del río Chuniapan)

Tabla 16. Resultados del análisis de Mann-Whitney donde se indican en negritas aquellos meses donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ en la talla de los juveniles.

	Marzo 2010	Mayo 2010	Agosto 2010	Noviembre 2010	Febrero 2011	Mayo 2011
Marzo 2010		0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
Mayo 2010			0.003	0.000	0.000	0.807
Agosto 2010				0.056	0.367	0.016
Noviembre 2010					0.122	0.000
Febrero 2011						0.000
Mayo 2011						

Tabla 17. Resultados del análisis de Mann-Whitney donde se indican en negritas aquellos meses donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ en la talla de los machos.

	Marzo 2010	Mayo 2010	Agosto 2010	Noviembre 2010	Febrero 2011	Mayo 2011
Marzo 2010		0.000	0.028	0.011	0.118	0.303
Mayo 2010			0.000	0.000	0.000	0.000
Agosto 2010				0.869	0.386	0.001
Noviembre 2010					0.250	0.000
Febrero 2011						0.003
Mayo 2011						

Tabla 18. Resultados del análisis de Mann-Whitney donde se indican en negritas aquellos meses donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ en la talla de las hembras.

	Marzo 2010	Mayo 2010	Agosto 2010	Noviembre 2010	Febrero 2011	Mayo 2011
Marzo 2010		0.000	0.249	0.000	0.031	0.032
Mayo 2010			0.000	0.005	0.000	0.000
Agosto 2010				0.013	0.453	0.001
Noviembre 2010					0.058	0.000
Febrero 2011						0.000
Mayo 2011						

Tabla 19. Resultados del análisis de Mann-Whitney donde se indican en negritas aquellos meses donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ en la talla de las hembras ovígeras.

	Marzo 2010	Mayo 2010	Agosto 2010	Noviembre 2010	Febrero 2011	Mayo 2011
Marzo 2010		0.100	0.251	0.766	0.697	0.001
Mayo 2010			0.003	0.068	0.028	0.000
Agosto 2010				0.049	0.436	0.001
Noviembre 2010					0.394	0.000
Febrero 2011						0.001
Mayo 2011						

Tabla 20. Resultados del análisis de Mann-Whitney donde se indican en negritas aquellas estaciones donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ en la talla de los juveniles.

	El Remolino	Desembocadura del río la Palma	Punta Levisa	Punta del Fraile	Desembocadura del río Basura	Desembocadura del río Chuniapan
El Remolino		0.002	0.000	0.000	0.001	0.090
Desembocadura del río la Palma			0.225	0.022	0.000	0.093
Punta Levisa				0.170	0.000	0.770
Punta del Fraile					0.000	0.233
Desembocadura del río Basura						0.000
Desembocadura del río Chuniapan						

Tabla 21. Resultados del análisis de Mann-Whitney donde se indican en negritas aquellas estaciones donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ en la talla de los machos.

	El Remolino	Desembocadura del río la Palma	Punta Levisa	Punta del Fraile	Desembocadura del río Basura	Desembocadura del río Chuniapan
El Remolino		0.000	0.061	0.000	0.000	0.002
Desembocadura del río la Palma			0.135	0.020	0.000	0.147
Punta Levisa				0.001	0.000	0.032
Punta del Fraile					0.005	0.903
Desembocadura del río Basura						0.109
Desembocadura del río Chuniapan						

Tabla 22. Resultados del análisis de Mann-Whitney donde se indican en negritas aquellas estaciones donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ en la talla de las hembras.

	El Remolino	Desembocadura del río la Palma	Punta Levisa	Punta del Fraile	Desembocadura del río Basura	Desembocadura del río Chuniapan
El Remolino		0.004	0.082	0.000	0.000	0.000
Desembocadura del río la Palma			0.283	0.001	0.000	0.000
Punta Levisa				0.000	0.000	0.000
Punta del Fraile					0.065	0.000
Desembocadura del río Basura						0.021
Desembocadura del río Chuniapan						

Tabla 23. Resultados del análisis de Mann-Whitney donde se indican en negritas aquellas estaciones donde existió diferencia significativa $p < 0.05$ en la talla de las hembras ovígeras.

	El Remolino	Desembocadura del río la Palma	Punta Levisa	Punta del Fraile	Desembocadura del río Basura	Desembocadura del río Chuniapan
El Remolino		0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Desembocadura del río la Palma			0.420	0.000	0.000	0.006
Punta Levisa				0.000	0.000	0.003
Punta del Fraile					0.029	0.456
Desembocadura del río Basura						0.747
Desembocadura del río Chuniapan						

6.4 Proporción sexual

De los individuos colectados de *D. mexicanus* se obtuvieron todas las etapas de desarrollo y se diferenció una variación en el porcentaje de cada etapa (Anexo I). Del total de individuos capturados, 1,002 (45%) fueron machos y 1,221 (55%) hembras de las cuales 576 fueron ovígeras. La proporción sexual (M:H) de la población fue de 1:1.4 favoreciendo a las hembras. En todos los muestreos el porcentaje de hembras fue mayor, en comparación con el porcentaje de machos (Fig. 11; Tabla 24).

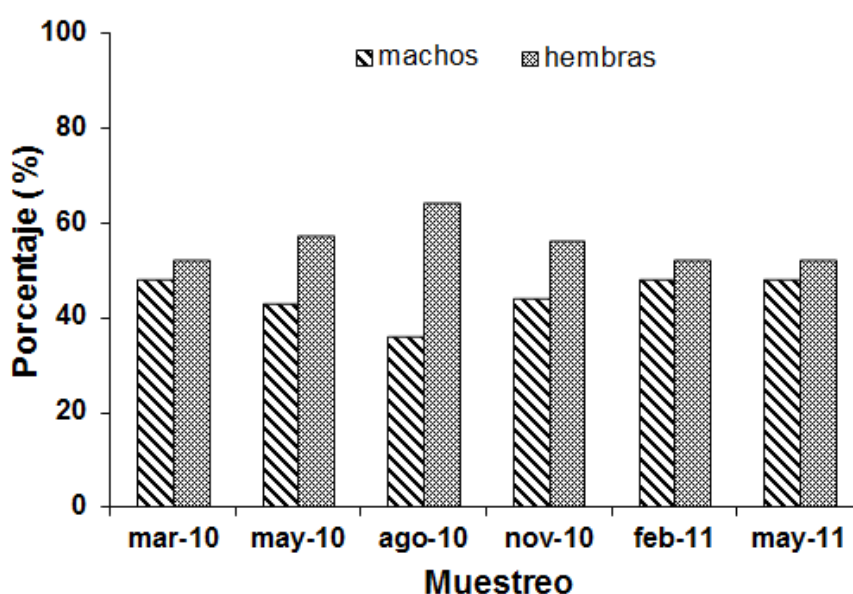


Figura 11. Porcentaje de machos y hembras de *D. mexicanus* por muestreo.

Tabla 24. Número de individuos y proporción de sexos por muestreo.

Muestreo	Machos	Hembras	Hembras ovígeras	Total	Proporción (M:H)
Marzo-10	158	99	71	328	1.2:1.3
Mayo-10	95	74	54	223	1:1.5
Agosto-10	119	82	127	328	1:1.6
Noviembre-10	183	125	106	414	1:1.5
Febrero-11	179	104	89	372	1.2:1.3
Mayo-11	268	161	129	558	1.2:1.3
Total	1,002	645	576	2,223	1:1.4

De los 657 individuos procedentes de la estación 1-REM, 254 (40%) fueron machos y 403 (60%) hembras, la proporción sexual en esta estación fue de 1:1.5 favoreciendo a las hembras. En la estación 2-DRP se obtuvieron 602 individuos de los cuales 254 (42%) fueron machos y 348 (58%) hembras, la proporción sexual fue de 1:1.5 favoreciendo a las hembras. En la estación 3-PL se obtuvieron 373 individuos de los cuales 176 (47%) fueron machos y 197 (53%) hembras, la proporción sexual fue de 1.2:1.3. En la estación 4-PF se colectaron 265 individuos, 144 (54%) fueron machos y 121 (46%) hembras, la proporción sexual fue de 1.4:1.2 favoreciendo a los machos. En la estación 5-DRB se capturaron 221 individuos, 127 fueron machos (57%) y 94 hembras (43%), la proporción sexual fue de 1.4:1 favoreciendo a los machos. Por último en la estación 6-DRC se colectaron 105 individuos de los cuales 47 (45%) fueron machos y 58 (55%) hembras, la proporción sexual fue de 1:1.4 favoreciendo a las hembras. En casi todas las estaciones de muestreo el porcentaje de hembras fue mayor, en comparación al porcentaje de machos (Fig. 12).

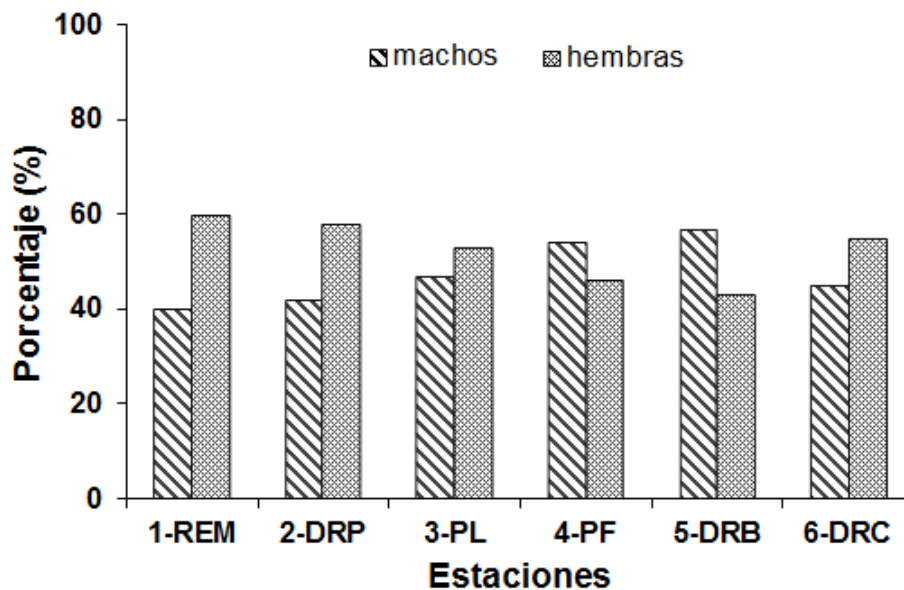


Figura 12. Porcentaje de machos y hembras de *D. mexicanus* por estaciones.

VII. DISCUSIÓN

7.1 Parámetros fisicoquímicos

La laguna de Sontecomapan presentó variación espacio-temporal en los parámetros fisicoquímicos de temperatura, OD, SDT, salinidad y pH (Fig. 6 a-e), diferenciándose tres temporadas climatológicas del ciclo anual (secas, lluvias y nortes) características de sistemas tropicales del Golfo de México (Ponce *et al.*, 1994; Toledo, 2005). El análisis en conjunto de todos los meses de estudio y los valores de los parámetros fisicoquímicos mostró diferencias significativas (Tabla 2-4) separando a los meses que corresponden a la temporada de secas de aquellos meses que corresponden a la temporada de lluvias y nortes.

La temporada de secas que comprendió los meses de marzo y mayo del 2010 y mayo del 2011, presentó un incremento significativo en la temperatura (Fig. 6a; Tabla 2), en los SDT (Fig. 6c; Tabla 4) y en salinidad presentando para esta temporada condiciones polihalinas y mesohalinas (Fig. 6d; Tabla 6). El OD para esta temporada fue menor (Fig. 6b; Tabla 3) debido a las casi nulas precipitaciones, al poco aporte de los ríos y al escaso efecto de los vientos.

La temporada de lluvias (agosto del 2010) y nortes (noviembre 2010 y febrero 2011) presentaron un descenso significativo en la temperatura, los SDT y salinidad (Fig. 6a, c y d; Tabla 4), el OD para estas temporadas presentó los valores más altos de todo el muestreo (Fig. 6b), todo esto debido a las precipitaciones, al aporte de los ríos circundantes y al efecto de los vientos que hubo durante estas temporadas presentando condiciones mesohalinas. Yañez-Arancibia (1986), menciona que la variación en la salinidad dentro de una laguna costera está en función de las precipitaciones dada la fuerte influencia que tiene el aporte de agua dulce proveniente de los ríos, por lo que particularmente el mes de febrero del 2011 fue el mes más frío y con más precipitación por lo tanto, se presentaron los valores más bajos de salinidad de todo el muestreo (Fig. 6d) presentando condiciones mesohalinas y oligohalinas.

Por otro lado, la variación espacial en la laguna debido a los parámetros fisicoquímicos presentó un gradiente desde la boca de la laguna hacia el interior de esta. Las estaciones 1-REM y 2-DRP ubicadas cerca de la boca de la laguna, presentaron los promedios más altos de SDT (26.2 g/l y 21.3 g/l), salinidad (26 ‰ y 20.7 ‰) y pH (8.5 y 8.3) presentando condiciones polihalinas (18 a 30 ‰), los valores promedio fueron disminuyendo en las estaciones 3-PL, 4-PF y 5-DRB ubicadas en la parte central de la laguna, presentando condiciones mesohalinas (5 a 18‰) y por último la estación 6-DRC presentó el promedio más bajo de SDT (5 g/l), salinidad (4.4 ‰) y pH (7.5) presentando condiciones oligohalinas (0.5 a 5 ‰).

Por lo tanto, *Discapseudes mexicanus* es una especie que soporta fluctuaciones de temperatura promedio de 27.2°C a 28°C, OD de 5.2 mg/l a 6.8 mg/l, SDT de 5 g/l a 26.2 g/l, salinidad de 4.4 ‰ a 26‰ y pH de 7.5 a 8.5, presentándose en aguas con condiciones oligohalinas, mesohalinas y polihalinas. Esto coincide con otras especies de tanaidáceos de lagunas costeras que tienen una amplia tolerancia a cambios en las condiciones físico-químicas, como los trabajos de Gardiner (1975) y Levings y Rafi (1975) quienes reportan a *Tanais stanfordi* como una especie eurihalina que soporta condiciones muy amplias de salinidad que van desde los 3.7‰ hasta los 52‰, tolerando un rango considerable de temperatura de -2°C a 23.5 °C. Kneib (1992) menciona que *Hargeria rapax* tolera un intervalo de temperatura de 9°C a 37.5°C y salinidades de 15.5‰ a 30‰. Fernández (1989) señala que la población de *D. holthuisi* (= *D. mexicanus*) de la laguna de Alvarado, Veracruz, soporta salinidades de 1.2‰ a 29‰ y temperaturas de 19°C hasta los 34°C. Winfield y Franco (1992) mencionan que *D. holthuisi* (= *D. mexicanus*) de la laguna de Sontecompan, Veracruz, tolera intervalos de temperatura entre 21 a 26°C y salinidades de 0 a 36.3‰, presentándose en aguas con condiciones oligo-mesohalinas y polihalinas, considerándola una especie eurihalina, lo cual concuerda con lo observado en este estudio y por lo que al parecer *D. mexicanus* es una especie que tolera amplios cambios en las condiciones fisicoquímicas presentes en la laguna costera de Sontecompan, Veracruz.

7.2 Variación en la densidad poblacional y la relación con los parámetros fisicoquímicos

En este estudio, se pudo observar que hubo variaciones espacio-temporal en la densidad poblacional de *D. mexicanus*, estas fluctuaciones son frecuentes en los peracáridos y las altas densidades indican períodos de intensa reproducción y reclutamiento (Kneib, 1992; Schmidt *et al.*, 2002; Pennafirme, 2009), la cual puede estar afectada por la influencia de factores fisicoquímicos ocasionadas por la dinámica en las diferentes temporadas del año o por la disponibilidad de alimento, sin embargo, estas condiciones particulares facilitan grandes densidades en especies con ciertas adaptaciones (Fernández, 1989; Winfield y Franco, 1992).

La mayor densidad promedio de *D. mexicanus* por muestreo fue de 60.3 ind/m², esta densidad estuvo por debajo de las reportadas en otros tanaidáceos de lagunas costeras como por ejemplo, Levings y Rafi (1978) quienes obtuvieron una densidad de 17,400 ind/0.25 m² para *Tanais stanfordi*; Kneib (1992) reportó para *Hargeria rapax* una densidad promedio máxima de 29,533 ind/m² y Pennafirme y Soares-Gomes (2009) obtuvieron una densidad promedio mayor de 30,000 ind/m² para *Kalliapseudes schubartii*. Por otra parte, en el plano espacial se obtuvo una densidad promedio de 250.2 ind/m², este resultado estuvo por debajo a lo reportado por Winfield (1999) quién encontró una densidad promedio para *D. holthuisi* de 1,759 ind/m² en la laguna de Alvarado, Veracruz.

Kneib (1992), Leite *et al.* (2003) y Pennafirme y Soares-Gomes (2009) señalan que en las temporadas con más precipitaciones y aportes epicontinentales, pueden desempeñar un papel importante en el aumento de las concentraciones de los nutrientes (materia orgánica) de las lagunas costeras, favoreciendo la densidad y biomasa de los crustáceos peracáridos, lo cual concuerda con lo observado en este estudio ya que en la temporada de nortes (noviembre del 2010 y febrero del 2011) se presentaron las condiciones propicias (aumento de las precipitaciones) para que la densidad de *D. mexicanus* se favoreciera a diferencia de la temporada de secas y lluvias (marzo, mayo y agosto del 2010) donde la densidad disminuyó.

Con respecto a la variación espacial de la densidad de *D. mexicanus*, nos indicó que esta población presentó mayores densidades en las estaciones ubicadas sobre el canal de conexión entre el mar y la laguna, estación 1-REM y 2-DRP; las estaciones ubicadas en la parte central y cerca del muelle de la laguna presentaron las menores densidades, 3-PL, 4-PF, 5-DRB y 6-DRC. Esta variación en la densidad de los tanaidáceos dentro de la laguna podría deberse a las corrientes de fondo (Reidenauer y Thistle, 1985; Lanza-Espino y Cáceres-Martínez, 1994) que se generan sobre el canal de conexión entre la laguna y el mar, atribuyéndose a la depositación, resuspensión y redistribución del material orgánico (detrito) resultado de la diferencia en las velocidades de sedimentación de la materia sobre el fondo (Lanza-Espino y Cáceres-Martínez, 1994; Hernández-Robles, 2002).

Otros factores que podrían relacionarse con la variación de la densidad poblacional de *D. mexicanus* en la laguna de Sontecomapan tanto espacial como temporal, es lo reportado por Winfield *et al.* (2007) quienes señalan que la vegetación acuática sumergida favorece la densidad de crustáceos peracáridos (anfípodos, isópodos y tanaidáceos). Mencionan que la densidad y biomasa de los peracáridos en la laguna de Alvarado, Veracruz se favorecieron al incrementarse la biomasa de *Ruppia maritima*, ya que se atribuyó a que este pasto marino proporciona hábitats para refugio, reproducción, crianza y alimentación.

Se pretendió asociar los cambios de la densidad poblacional de *D. mexicanus* con respecto a los parámetros fisicoquímicos (temperatura, OD, SDT, salinidad y pH) por muestreo y estaciones con la idea de determinar las posibles diferencias significativas ($p < 0.05$) y se obtuvo que ningún parámetro fisicoquímico influyó en la variación de la densidad poblacional ($p > 0.05$). Lo más probable es que otros factores además de los ya mencionados que solos o en combinación también pueden influir en la variación de la densidad poblacional de *D. mexicanus*, lo cual es motivo de estudios adicionales.

Aunque la densidad de *D. mexicanus* sea baja comparada con la de otras especies de tanaidáceos de lagunas costeras (Levings y Rafi, 1978; Kneib, 1992; Pennafirme y Soares-Gomes, 2009), es una de las fuentes importantes de alimento para muchas especies de crustáceos y peces de la laguna de Sontecomapan,

aportando con un 40-50% en los hábitos alimenticios de los Gérridos, Escianidos con 15-20% y Clupeidos con 10-15%, que son parcial o totalmente dependientes estuarinas y dependiendo de sus estrategias alimenticias y reproductivas emplean los ambientes lagunar-estuarinos como áreas de alimentación, reproducción, crianza y protección (Yáñez-Arancibia, 1986; Kneib, 1992; Winfield y Franco, 1992).

7.3 Estructura de tallas

Las tallas de *D. mexicanus* de la laguna de Sontecomapan fluctuaron entre 1.2 a 12 mm de longitud total (LT). Los juveniles presentaron una talla promedio de 3.5 mm, los machos de 6.7 mm, las hembras de 6.9 mm y las hembras ovígeras de 7.1 mm. Este resultado es diferente al registrado por Winfield (1987), quién estudió la misma zona, encontró tallas de mayor tamaño entre 1 a 16.9 mm LT. Los juveniles presentaron una talla promedio de 5.7 mm, los machos de 9.4 mm, las hembras de 8.4 mm y las hembras ovígeras de 9.3 mm.

Las hembras de *D. mexicanus* presentaron tallas más grandes que los machos (Mann-Whitney $Z = -7.48$, $p < 0.001$), esto coincide con lo registrado por Leite *et al.* (2003) y Pennafirme y Soares-Gomes (2009) para *K. schubartii* en una laguna costera de Brasil, quienes encontraron que las hembras son más grandes que los machos. Por otra parte, las hembras ovígeras (7.1 ± 0.9 mm) fueron más grandes que las hembras (Mann-Whitney $Z = 17.83$, $p < 0.001$), este resultado es similar al reportado por Leite *et al.* (2003) para *K. schubartii*, quién encontró que las hembras ovígeras (7.2 ± 0.9 mm) fueron más grandes que las hembras no ovígeras.

Sastry (1983) considera que en las especies que se reproducen a lo largo del todo el año (en aguas costeras y estuarinas tropicales o templadas), el tamaño de la progenie y el desarrollo ovárico son afectadas principalmente por el suministro del alimento. Por otra parte, Winfield y Franco (1992) señala que en la primavera hay una estabilidad del sistema lagunar, caracterizado por un descenso en la concentración de oxígeno y una disminución en el tipo de sedimentos lodosos, esto trae como consecuencia que la población de *D. holthuisi* canalice su fisiología hacia actividades alimenticias y de crecimiento como una estrategia en lugar de reproducirse dadas las limitaciones del área, lo cual concuerda con lo observado en

este estudio en el cual las tallas grandes se presentaron en la temporada de secas (marzo y mayo del 2010 y mayo del 2011) y las tallas chicas en la temporada de lluvias y nortes (agosto y noviembre del 2010 y febrero del 2011). Por otra parte, las estaciones que se encuentran cerca del muelle (4-PF, 5-DRB y 6-DRC) presentaron tallas grandes y las estaciones que se encuentran cerca de la desembocadura al mar (1-REM, 2-DRP y 3-PL) presentaron tallas chicas.

Debido a lo anterior, y a que al parecer no existe una relación entre los parámetros fisicoquímicos estudiados, se propone que sea la disponibilidad de alimento sea el factor de mayor influencia sobre la densidad y estructura de tallas de *D. mexicanus*, sin embargo esta variable no se consideró en el presente trabajo.

7.4 Proporción sexual

La proporción sexual es uno de los factores importantes dentro las poblaciones (Santamaría *et al.*, 2003), se encontró que las hembras siempre fueron más abundantes en comparación con los machos para los muestreos y las estaciones. Del total de individuos capturados las hembras fueron más abundantes (55%) que los machos (45%), la proporción sexual promedio encontrada en la población fue de 1 M:1.4 H, lo cual es similar a lo registrado por Mendoza (1982), Kneib (1992), Leite *et al.* (2003) y Pennafirme y Soares-Gomes (2009), lo que parece ser una regla entre las especies de tanaidáceos tubícolas.

La marcada dominancia de hembras se puede atribuir al comportamiento reproductivo de los machos, debido a que estos organismos son tubícolas y presentan desplazamientos cortos fuera de su tubo para alimentarse (Johnson y Attramadal, 1982a; Sieg, 1986), el movimiento de los machos fuera de su tubo en busca de hembras y alimento es mayor que el de las hembras ya que éstas solamente emergen de su tubo para alimentarse (Johnson y Attramadal, 1982a; Borowsky, 1983). Durante este desplazamiento podrían ser fácilmente consumidos por depredadores, lo que resulta en un menor número de machos en la población (Leite *et al.*, 2003).

VIII. CONCLUSIONES

- *Discapseudes mexicanus* es una especie que tolera amplios cambios de temperatura, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales y salinidad presentándose en aguas con condiciones oligohalinas, mesohalinas y polihalinas, considerándosele una especie eurihalina.
- La densidad promedio por muestreo fluctuó de 25.3 ind/m² en mayo del 2010 a 60.3 ind/m² en noviembre del 2011; para las estaciones la densidad promedio varió de 10.8 ind/m² para la estación Desembocadura del río Chuniapan a 81.2 ind/m² para la estación El Remolino.
- En la temporada de nortes se presentaron las condiciones propicias (aumento de las precipitaciones y de materia orgánica) para que la densidad de *D. mexicanus* aumentará.
- En las estaciones El Remolino y Desembocadura del río la Palma ubicadas sobre el canal de conexión entre el mar y la laguna se presentaron las mayores densidades, se propone que podría deberse a las corrientes de fondo que se generan entre la boca de la laguna, aumentando la materia orgánica (detrito).
- Ninguno de los parámetros fisicoquímicos tuvieron un papel importante en la variación de la densidad poblacional de *D. mexicanus*. Se sugiere que el alimento (detrito) y la depredación son algunos de los factores que influye en la densidad de esta especie.
- La estructura de tallas en la población de la especie varió en los muestreos y en las estaciones, presentando una talla promedio para las mancas de 1.8 mm LT, juveniles 3.5 mm LT, machos 6.7 mm LT, hembras 6.9 mm LT, hembras ovígeras 7.1 mm LT e indeterminados 6.2 mm LT.
- Las hembras presentaron tallas más grandes que los machos y las hembras ovígeras fueron más grandes que las hembras no ovígeras.
- La población de *D. mexicanus* presentó una mayor proporción de hembras que machos 1:1.4 (M:H).

LITERATURA CITADA

- Anderson, G. 2013. Tanaidacea Classification, Febrero 21, 2013. <http://peracarida.usm.edu/TanaidaceaTaxa.pdf>
- Borowsky, B. 1983. Reproductive behavior of three tube-building peracarid crustaceans: the amphipods *Jassa falcata* and *Ampithoe valida* and the tanaid *Tanais cavolinii*. *Marine Biology* 77:257-263.
- Blazewicz-Paszkwycz M., R. Bamber y G. Anderson. 2012. Diversity of Tanaidacea (Crustacea: Peracarida) in the World's Oceans- How Far Have We Come?. *Plos One* 7(4): e33068.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 2005. *Invertebrados*. 2ª ed. McGraw-Hill. 1005 p.
- Dojiri, M. y J. Sieg. 1997. Chap.3 The Tanaidacea: 181-268. *In*: J. A. Blake y P. H. Scott (eds.), *Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria basin and Western Santa Barbara Channel*. Vol. 11. The Crustacea Part 2. The Isopoda, Cumacea and Tanaidacea. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barba, California.
- Escobar-Briones, E., F. Álvarez y G. Salgado. 1999. *Discapseudes holthuisi* (Crustacea: Tanaidacea) as an intermediate host of *Caballerorhynchus lamothei* (Acanthocephala: Fessisentidae). *Journal of Parasitology* 85(1): 134-137.
- Escobar-Briones, E. 2004. Tanaidacea: 497-511. *In*: J. Llorente Bousquets, J.J. Morrone, O. Yañez-Ordóñez, I. Vargas-Fernández (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. vol. IV. Facultad de Ciencias, Instituto de Biología/Conabio, México.

- Feller, R. J. 1978. Predation on meiofauna established with immunological methods (Abstract). *American Zoologist* 18: 662.
- Fernández, N. 1989. Variación poblacional de *Discapseudes holthuisi* (Bacescu y Gutu, 1975) (Tanaidacea) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 75 p.
- Gardiner, L. F. 1975. A fresh and Brackish-water tanaidacean, *Tanais stanfordi* Richardson, 1901, from a hypersaline lake in the Galapagos Archipelago, with a report on west Indian specimens. *Crustaceana* 29 (2):127-140.
- Guțu, M. 2006. New Apseudomorph Taxa (Crustacea, Tanaidacea) of the World Ocean. Curtea Veche, Bucharest, Romania. 318 p.
- Hassack, E. y D. M. Holdich. 1987. The tubiculus habitat amongst the Tanaidacea (Crustacea, Peracarida) with particular reference to deep-sea species. *Zoologica Scripta* 16(3): 223-233.
- Herard, R. W., T. Hansknecht, y K. Larsen. 2003. An illustrated identification guide to Florida Tanaidacea (Crustacea: Peracarida) occurring in depths of less than 200 m. Gulf Coast Research Institute, University of Southern Mississippi: 1-92.
- Heard, R. y G. Anderson. 2009. Tanaidacea (Crustacea) of the Gulf of Mexico: 987-1000. *In*: D. L. Felder y D. K. Camp (eds.), *Gulf of Mexico: Origin, Waters and Biota. Biodiversity*. Vol. 1. Texas A y M. University Press, Collage Station. 1393 p.
- Hernández-Robles, D. R. 2002. Riqueza de familias, patrones de distribución y variabilidad genética de los Tanaidáceos (Crustacea: Peracarida) del mar profundo del oeste del Golfo de México. Tesis de maestría. Posgrado del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México. 84 p.

- Hernández-Robles, D. y E. Escobar-Briones. 2008. Distribución de los tanaidáceos (Malacostraca: Peracarida) del mar profundo en el sector oeste del Golfo de México: 33-52. *In*: F. Alvarez. y G. Rodríguez (eds.), Crustáceos de México: Estado actual de su conocimiento. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 522 p.
- Holdich, D. M. y J. A. Jones. 1983. Tanaids. Keys and Notes for the Identification of the Species. No. 27. *In*: D. M. Kermack y R. S. K. Barnes (eds.), Synopses of the British Fauna. Cambridge University Press. London. 95 p.
- Johnson, S. B. y Y. G. Attramadal. 1982a. Reproductive behavior and larval development of *Tanais cavolinii* (Crustacea: Tanaidacea). *Marine Biology* 71: 11-16.
- Johnson, S. B. y Y. G. Attramadal. 1982b. A functional-morphological model of *Tanais cavolinii* Milne-Edwards (Crustacea: Tanaidacea) adapted to a tubicolous life-strategy. *Sarsia* 67: 29-42.
- Kneib, R. T. 1984. Patterns of invertebrate distribution and abundance in the intertidal salt marsh: causes and questions. *Estuaries* 7: 392-412.
- Kneib, R. T. 1992. Population dynamics of the tanaid *Hargeria rapax* (Crustacea: Peracarida) in a tidal marsh. *Marine Biology* 113: 437-445.
- Lanza-Espino, Guadalupe de la y C. Cáceres-Martínez. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 525 p.
- Larsen, K. 2001. Morphological and molecular investigation of polymorphism and cryptic species in tanaid crustaceans: implications for tanaid systematics and biodiversity estimates. *Zoological Journal of the Linnean Society* 131: 353-379.

- Leite, F. P., A. Turra y E. C. F. Souza. 2003. Population biology and distribution of the tanaid *Kalliapseudes schubartii* Mañe-Garzón, 1949, in an intertidal flat in southeastern Brazil. *Brazilian Journal Biology* 63(3):469-479.
- Levings, C. D. y F. Rafi. 1978. *Tanais stanfordi* Richardson 1901 (Crustacea, Tanaidacea) from the Fraser River Estuary, British Columbia 11:51-53.
- Mendoza, J. 1982. Some aspects of the autoecology of *Leptochelia dubia* (Krøyer, 1842) (Tanaidacea). *Crustaceana* 43(3): 225-240.
- Modlin, R. F. y P. A. Harris. 1989. Observations on the natural history and experiments on the reproductive strategy of *Hargeria rapax* (Tanaidacea). *Journal Crustacean Biology* 9(4): 578-586.
- Ogle, J.T., R.W. Heard y J. Sieg 1982. Tanaidacea (Crustacea: Peracarida) of the Gulf of Mexico. I. Introduction and an annotated bibliography of Tanaidacea previously reported from the Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports* 7(2): 101-104.
- Pennafirme, S. y A. Soares-Gomes. 2009. Population Biology and reproduction of *Kalliapseudes schubartii* Mañe-Garzón, 1949 (Peracarida: Tanaidacea) in a tropical coastal lagoon, Itaipu, southeastern Brazil. *Crustaceana* 82 (12): 1509-1526.
- Ponce, G., A. González y L. Calva. 1994. Evaluación del Impacto Ambiental de la Laguna de Sontecomapan, Veracruz. Serie Grandes Temas de la Hidrobiología: Los Sistemas Litorales, UAMI, UNAM (2): 115-125.
- Reidenauer, J. A. y D. Thistle. 1985. The tanaid fauna from a region of the deep North Atlantic where near-bottom current velocities are high. *Oceanology Acta* 8(3):355-360.

- Reséndez, A. 1983. Hidrología e ictiofauna de la Laguna Sontecomapan, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 53(1): 385-417.
- Ruppert, E. E. y Barnes R. D. 1996. *Zoología de los invertebrados (6ª Edición)*. MacGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. México.
- Santamaría, M. A., E. Garay, V. Fuerte y E. Herrera. 2003. Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical* 51:489-502.
- Sastry, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction: 179-270. *In: W. B. Vernberg (ed.). The Biology of Crustacea: Environment Adaptations 8*, New York: Academic Press.
- Sieg, J. 1982. Tanaidacea: 245-249. *In: S. P. Parker (ed.), Synopsis and classification of living organism. vol. 2*. McGraw-Hill.
- Sieg, J. 1983. Parte 6: Tanaidacea: 1-552. *In: H. E. Gruner y L. B. Holthuis, Crustaceorum Catalogus*. W. Junk Publishers, The Hage.
- Sieg, J. 1986. Distribution of the Tanaidacea: Synopsis of the known data and suggestions on possible distribution patterns. *Crustacean* 4: 165-194.
- Sieg, J. 1988. Tanaidacea: 402-408. *In: R. P. Higgins y H. Thiel (eds.), Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Inst. Press, Washington, DC.
- Soto, M. y L. Gama. 1997. Climas: 7-23 *In: E. González, R. Dirzo, y R. C. Vogt (eds.). Historia Natural de los Tuxtlas*. Instituto de Biología, Instituto de Ecología, CONABIO. México, D.F. 647 p.
- Suárez-Morales, E., R. Heard, S. García-Madrugal, J. J. Oliva y E. Escobar. 2004. Catálogo de los tanaidáceos (Crustacea: Peracarida) del Caribe Mexicano. CONACYT/ SEMARNAT/El Colegio de la Frontera Sur. México. 121 p.

- Schmidt, A., V. Siegel y A. Brandt. 2002. Postembryonic development of *Apseudes heroeae* and *Allotanaïs hirsutus* (Tanaidacea: Crustacea) in Magellanic and sub-Antarctic waters. *Antarctic Science* 14(3):201-211.
- Toledo-Ocampo, A. 2005. Marco conceptual: caracterización ambiental del Golfo de México: 25-52. *In*: A. V. Botello, J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (eds.). *Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*, 2da edición. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Winfield, I. C. 1987. Abundancia, distribución y estacionalidad del orden Tanaidacea (Hansen, 1895) (Crustacea: Peracarida) de la Laguna Sontecomapan, Veracruz. Tesis de profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. 34 p.
- Winfield, I. C. 1999. Peracáridos (Crustacea) asociados a praderas de pastos marinos (*Ruppia maritima*) del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz: Un análisis ecológico espacio-temporal. Tesis de maestría. Posgrado del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 79 p.
- Winfield, I. C. y J. Franco. 1992. Algunas consideraciones ecológicas de *Discapseudes holthuisi* (Bacescu y Gutu, 1975) (Orden: Tanaidacea). *Revista de Investigaciones Marinas* 13(3): 254-262.
- Winfield, I., E. Escobar-Briones y F. Álvarez. 2001. Crustáceos peracáridos asociados a praderas de *Ruppia marítima* (Ruppiaceae) en la laguna de Alvarado, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 72(1): 29-41.
- Winfield, I., S. Cházaro Olvera y F. Álvarez. 2007. ¿Controla la biomasa de pastos marinos la densidad de los peracáridos (Crustacea: Peracarida) en lagunas tropicales?. *Revista de Biología Tropical* 55(1): 43-53.

Winfield, I., M. Abarca-Ávila, M. Ortiz, y M. A. Lozano-Aburto. 2013. Tanaidáceos (Peracarida: Tanaidacea) del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: listado faunístico y registros nuevos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:471-479.

Yáñez-Arancibia, A. 1986. *Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos.* A.G.T. Editor, México, 189 p.

ANEXO I

Variación en el porcentaje de cada etapa de desarrollo por muestreo y estación en relación con los parámetros fisicoquímicos.

Muestreo	Estación*	Parámetros fisicoquímicos				Porcentaje (%)						
		Temp. (°C)	SDT (g/l)	Sal. (‰)	OD (mg/l)	mancas	Juv.	Indet.	♂	♀	Ov.	Total
M A R Z O	1	24	34	34	7	1	29	11	25	19	16	94
	2	24	33	33	7	2	26	11.5	31	19.5	10	261
	3	26	24	24	6	0	32	5	30	14	18	99
	4	26	25	24	4	0	0	0	50	33	17	6
	5	26	15	14	5	0	13	15	36	15	21	39
	6	26	6	5	8	0	20	4	32	32	12	25
M A Y O	1	29	35	36	—	0	48	2	20	19	11	280
	2	30	24	23	—	0	42	2	16	19	21	43
	3	31	24	23	—	0	56	3	22	16	3	32
	4	32	17	16	—	0	53	5	25	7	10	60
	5	34	18	17	—	0	25	25	50	0	0	4
	6	31	14	13	—	0	35	15	20	12.5	17.5	40
A G O S T O	1	29	14	13	7	10	19	5	17	19	30	150
	2	29	15	14	7	2	24	4	30	18	23	130
	3	29	8	7	6	1	32	2	27	15	24	127
	4	28	4	4	5	1.5	35	1.5	20	14	28	65
	5	27	0.4	0.3	5	0	7	7	47	13	27	15
	6	27	0.2	0.1	4	33	50	0	0	17	0	6

*SDT= sólidos disueltos totales; OD= oxígeno disuelto

Parámetros fisicoquímicos						Porcentaje (%)						
Mes	Estación*	Temp. (°C)	SDT (g/l)	Sal. (‰)	OD (mg/l)	mancas	Juv.	Indet.	♂	♀	Ov.	Total
N O V I E M B R E	1	28	32	33	8	5	49	5	14	18	10	296
	2	27	25.4	24.45	6.31	3	60	4	13	8	12	369
	3	27.96	17.67	16.6	7.63	4	52	3	21	11	10	187
	4	28.36	13.5	12.46	4.4	0	21	6	30	24	18	33
	5	28.44	10.73	9.64	9.5	11	49	8	24	6	4	196
	6	25.62	3.4	2.8	4.5	0	20	20	20	20	20	5
F E B R E R O	1	20.41	18.17	16.8	7.78	6	67	2	12	7	7	364
	2	21.03	12.5	11.5	9.3	7	38	5.2	22	17	11	231
	3	20.7	6.15	5.32	9.15	2	34	4	31	11	18	109
	4	20.36	3.07	2.54	8.1	4	42	11	23	12	8	143
	5	20.87	0.99	0.77	6.77	12	56	3	15	11	3	66
	6	22.17	0.23	0.17	6.3	7	47	5	20	10	10	41
M A Y O	1	29.57	23.6	23.11	3.54	10	32	5	23	15	15	279
	2	31.74	18.17	17.06	3.85	13	39	3	16	10	19	201
	3	32.32	17.49	16.34	4.05	0	24	13	29	28	6	114
	4	32.79	15.7	14.5	5.12	0	17	22	40	15	7	176
	5	31.2	13.28	12.1	3.83	1	27	6	33	14	19	145
	6	31.02	5.17	4.48	5.28	3	20	18	29	29	3	77

*Estación: 1. El Remolino, 2. Desembocadura del río La Palma, 3. Punta Levisa, 4. Punta del Fraile, 5. Desembocadura del río Basura y 6. Desembocadura del río Chuniapan