



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

ESTUDIO POBLACIONAL DE *Nototropis minikoi* (AMPHIPODA:  
ATYLIDAE) EN LA BOCA CAMPECHEN, SIAN KA'AN, QUINTANA ROO.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A

*Xochitl García Delgado*

DIRECTOR DE TESIS  
DR. SERGIO CHÁZARO OLVERA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2017





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.

*«Nunca consideres el estudio como una  
obligación, sino como la oportunidad para penetrar en  
el bello y maravilloso mundo del saber»*

*Albert Einstein*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A mi Director de Tesis, el Dr. Sergio Cházaro, por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica, sus apreciados y relevantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo de esta investigación y quien se volvió un gran ejemplo a seguir no sólo como investigador sino como un gran ser humano quien me brindo un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.*

*A mi madre, por ser mi amiga y compañera que me ha ayudado a crecer y con la sabiduría de Dios me has enseñado a ser quien soy y darme la paciencia que he necesitado, los cuidados incondicionales y que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me has demostrado tu amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. Porque gracias a ti jamás necesité un padre y ahora que concluyo esta etapa no solo me titulo yo sino tu conmigo ya que hemos recorrido este camino juntas y superado todas las pruebas. Porque tú sabes que esta etapa fue tal vez la más difícil de nuestras vidas pero sin duda también los años más hermosos de nuestras vidas. Te amo Xochitl García D.*

*A la persona que marcó mi vida en la universidad, Gerardo Minutti quien de un amigo con quien comencé la carrera, después de un año se volvió parte de mi vida, con quien he evolucionado al paso de los años superando retos tanto personales como profesionales apoyándonos en los momentos más difíciles teniendo la paciencia que el amor necesita. Gracias por ser literalmente mi compañero, de carrera y de vida. Te amo.*

*A mi familia que al paso de esta gran etapa han sido uno de los pilares más fuertes en mi vida desde mi hermana Yan y mis hermosos sobrinos, que sin su inocencia no hubiera aprendido la virtud de la paciencia, hasta mi prima Keren que es otra hermana más. Sabes que eres mi mejor amiga, prima, hermana (BCF) y mis tíos Geno y José que me han brindado de sus sabios consejos y nos han apoyado a mi mamá y a mí en este trayecto.*

*A mi amiga Itzamar que cada quien en su profesión pero hemos recorrido este camino juntas y por ser la mejor psicóloga a quien pude contarle mis problemas existenciales. Te quiero.*

*A mis amigos de los pastos porque las horas libres de escuela no habrían sido tan divertidas sin ustedes y también las prácticas de campo no*

*habrían sido de tanto sufrir y gozar a la vez en especial a Aline (porque toda la vida fuimos el mejor equipo y mejores amigas), Viry (que gozamos del caribe juntas) Vic, Gaby, Ray que no solo hicimos una gran amistad sino que nos volvimos como familia, los quiero.*

*A la dirección General de Asuntos del personal Académico (DGAPA-UNAM), particularmente al PROGRAMA DE APOYO A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA- proyecto "ANALISIS TAXONÓMICO Y BIOECOLÓGICO DE LOS MACROCRUSTÁCEOS BENTÓNICOS ASOCIADOS A LOS PARQUES NACIONALES ARRECIFALES DEL CARIBE MEXICANO: UN ESTUDIO INTERINSTITUCIONAL" PAPIIT-IN220715, por el apoyo financiero en las actividades de campo en las áreas naturales protegidas del caribe mexicano, Quintana Roo. Numero de permiso PPF/DGOPA-051/15*

## ÍNDICE

1. Resumen .....	8
2. Introducción .....	9
2.1 Antecedentes .....	15
2.2 Justificación .....	17
2.3 Objetivos .....	17
2.4 Área de Estudio .....	18
3. Material y métodos .....	20
3.1 Trabajo de Campo .....	20
3.2 Trabajo de Laboratorio .....	20
4. Resultados .....	25
4.1 Parámetros ambientales .....	25
4.2 Taxonomía .....	25
4.3 Diagnósis de la especie.....	26
4.4 Distribución y abundancia .....	28
4.5 Tamaño de los individuos .....	28
4.6 Parámetros de crecimiento .....	30
4.7 Estructura Poblacional .....	31
4.8 Parámetros poblacionales y sobrevivencia .....	32
4.9 Proporción de sexos y fecundidad .....	32

5. Discusión .....	34
5.1 Parámetros ambientales .....	34
5.2 Tamaño de los individuos .....	34
5.3 Parámetros de crecimiento .....	34
5.4 Estructura Pobacional .....	35
5.5 Parámetros poblacionales .....	35
5.6 Sobrevivencia .....	36
5.7 Proporción de sexos y fecundidad .....	36
6. Conclusiones .....	38
7. Bibliografía .....	39



## 1. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue el de conocer la estructura poblacional, crecimiento relativo y fecundidad de *Nototropis minikoi* en la laguna Campeche, perteneciente a la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. Los organismos se recolectaron en junio de 2015 con una red de arrastre tipo golpeo. Se contabilizaron 1,538 individuos de *N. minikoi*, de los cuales 1,207 fueron juveniles, 120 eran hembras y 211 machos. Para el análisis poblacional se midió la longitud total y la longitud cefálica, obteniendo una relación alométrica significativa. La temperatura del agua fue  $26.98 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$  y la salinidad fue de  $25.06 \pm 0.01$  UPS. Con la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy se obtuvo una  $L_{\infty}=6.66 \pm 0.5$  mm,  $k= 0.67 \pm 0.02$  y  $t_0=0.18$ . El número promedio de huevos de las hembras ovígeras recolectadas fue de  $6 \pm 3.27$  con una longitud total promedio de  $5.21 \pm 0.57$  mm. Con la tabla de sobrevivencia-fecundidad se obtuvo una tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) de 4.97 hembras, tiempo generacional de 124.49 días, una tasa intrínseca de crecimiento ( $r_{\text{max}}$ ) de 0.0131 y la sobrevivencia fue del 15%. Este es el primer trabajo donde se presentan parámetros poblacionales de *N. minikoi*.

## 2. INTRODUCCIÓN

México es uno de los países más diversos del planeta desde el punto de vista biológico. Su compleja fisiografía, historia geológica y climática, han creado una variada gama de condiciones que hacen posible la coexistencia de especies de origen tropical y boreal, lo que al paso del tiempo, ha permitido una intensa diversificación de muchos grupos taxonómicos en las zonas continentales y a lo largo de sus zonas oceánicas y costeras (Espinosa y Ocegueda, 2008). Los arrecifes coralinos son claros ejemplos de ecosistemas costeros con alta biodiversidad en los que un componente importante son los crustáceos (Semarnat, 1996).

El Subfilo Crustacea Brünnich, 1772 es el tercero más extenso y diverso del Filo Arthropoda Latreille, 1829 con 73,141 especies que son parte de la fauna bentónica marina, de mares tropicales y subtropicales del mundo (Zhang, 2013).

Dentro del Subfilo Crustacea, la Clase Malacostraca Latreille, 1802 es muy diversa, ya que contienen casi el 75% de las especies del Subfilo. Específicamente, el Superorden Peracarida Calman, 1904 es uno de los grupos de crustáceos con mayor densidad y riqueza de especies (Winfield y Escobar-Briones, 2007). Constituyen aproximadamente el 40% de todos los malacostracos (Hayward y Ryland, 1990, 1995; Meglitsch y Schram, 1991). El Superorden Peracarida está representado por los órdenes: Amphipoda, Bochusacea, Cumacea, Isopoda, Lophogastrida, Mictacea, Mysida, Spelaeogriphacea, Stygiomysida, Tanaidacea y Thermosbaenacea, destacando los

anfípodos en orden de importancia y diversidad (Dexter, 1976; Moreira *et al.*, 2008; Schlacher *et al.*, 2008).

Los crustáceos peracáridos son relativamente pequeños, rara vez superan los 10 mm de longitud corporal, aunque hay ciertas especies de aguas profundas y en zonas polares dónde pueden alcanzar los 35cm. Son abundantes en una gran variedad de hábitats, principalmente en el ambiente marino y donde sus poblaciones pueden alcanzar abundancias altas. La presencia del marsupio en las hembras, bolsa incubadora formada por los oostegitos, es una característica común de los peracáridos (Thiel e Hinojosa, 2009).

El orden Amphipoda Latreille, 1816 es uno de los que tiene el mayor número en especies de crustáceos peracáridos, con 9,615 especies conocidas a nivel mundial (Brusca y Brusca, 2003; Vader, 2005; Mazé, 2015).

Los anfípodos asociados a los arrecifes de coral y sus fragmentos representan un grupo dominante de crustáceos en el intervalo de tallas pequeñas y pueden encontrarse asociados a sustratos duros, vegetación vascular acuática y algas (Barnes, 1987). Se ha registrado una alta diversidad y abundancia determinadas por el éxito reproductivo y los patrones gregarios (Thomas, 1993). Además, juegan un importante papel ecológico ya que están involucrados en la conversión de energía de los ecosistemas arrecifales, representan una fracción considerable en la biomasa animal (Wetzel, 1981). Son relevantes en las redes tróficas debido a que son consumidores primarios y a su vez, sirven de alimento para

distintas especies de peces (Winfield *et al.*, 2011). Son también ampliamente utilizados como bioindicadores de contaminación y en estudios toxicológicos, además, son excelentes modelos para estudios biogeográficos y evolutivos. (Spears y Abele, 1998; Watling, 1999; Spears *et al.*, 2005).

Los anfípodos del suborden Gammaridea Latreille, 1802 se caracterizan por ser los más numerosos con 4,154 especies descritas y agrupadas en 72 familias (De Broyer, 2012). En las costas del Golfo de México y Mar Caribe llega a constituir hasta un 16.8% de las especies registradas en México (Barnad y Karaman, 1991; Winfield y Escobar-Briones, 2007). Algunas adaptaciones morfológicas como: ausencia de caparazón, cuerpo comprimido, pereón bien desarrollado, telson libre y presencia de gnatópodos, les han permitido incursionar en los espacios intersticiales de restos de corales y algas (Thiel e Hinojosa, 2009). Asimismo son habitantes de fondos arenosos y algales, además, su alimentación consiste principalmente de detritus y materia orgánica (Barnes, 1987).

La familia Atylidae Lilljeborg, 1865 se divide en tres subfamilias: Anatyliinae Bulycheva, 1955 con los géneros *Anatylus* Bulycheva, 1955 y *Kamehatylus* Barnard, 1970; Atylinae Lilljeborg, 1865 con el género *Atylus* Leach, 1815; y Nototropiinae Bousfield & Kendall 1994 con los géneros *Aberratylus* Bousfield & Kendall, 1994 y *Nototropis* Costa, 1853, este último con 20 especies descritas (Horton T *et al.*, 2013).

La especie *Nototropis minikoi* fue descrita originalmente como *Paratylus minikoi* por Walker (1905) y fue encontrada en la laguna de la Isla Minikoi en el archipiélago de Laquedivas. Ha sido reportada en otras partes del mundo como en: Australia, Brasil, Colombia, Cuba, Costa Rica, Estados Unidos y Venezuela (Shoemaker, 1932; Martín y Díaz, 2003; Díaz y Martín, 2005; Ortíz y Lalana, 2010; Martín *et al.*, 2013). En el Atlántico mexicano se ha encontrado en: la Laguna de Términos, Campeche; en la boca del Río Soto la Marina y la Laguna Madre, Tamaulipas; en la Laguna Camaronera, Veracruz; y ampliamente en el Mar Caribe (Ledoyer, 1986; Cházaro-Olvera *et al.*, 2002; Ortiz *et al.*, 2007; Winfield y Escobar-Briones, 2007, Martín *et al.*, 2013).

*Nototropis minikoi* principalmente se encuentra en fondos arenosos, macroalgas y sargazo, y es ocasionalmente hiperbentónica (LeCroy, 2004; Ortiz *et al.*, 2007). Se caracteriza por tener una cabeza pequeña, con ojos compuestos de numerosas ommatidias, los dáctilos de los pereópodos 2 y 3 son pequeños, tienen fusionado el segundo y tercer segmentos urosomales y el telson es largo y hendido distalmente (Bynum y Fox, 1977).

Al igual que otros gamáridos las hembras cuentan con gónadas pareadas y tubulares, los oviductos desembocan en las coxas del sexto par de pereiópodos. Los machos poseen gonoporos masculinos que se abren en el extremo de los pereiópodos sobre el esternón (Winfield y Ortiz, 2003).

La reproducción de *N. minikoi* comienza al momento en el que los calinóforos (los receptores hormonales de los machos) y los cromatóforos, captan las hormonas que desprenden las hembras de los calceólos. El macho se acerca a la hembra de tal manera que los gonoporos queden cerca de los oviductos de las hembras (Winfield y Ortiz, 2003). El desarrollo es directo, se completa dentro del marsupio que ostenta cerdas marginales entrelazadas que ayudan a evitar la caída de los huevos (Barnes, 1987).

Los estudios sobre el crecimiento poblacional son importantes para conocer la historia natural y las relaciones de las especies con otros patrones que determinan tanto la estructura de la población como la supervivencia y la reproducción (Kim, 2005). El conocimiento de estos patrones contribuye a comprender mejor la dinámica de población (Simoes et al., 2013).

En particular el exoesqueleto rígido que cubre a los crustáceos conduce a un crecimiento discontinuo; sin embargo, la falta de estructuras rígidas persistentes que muestran signos de crecimiento tales como los otolitos en los peces, hace difícil calcular la edad de los crustáceos, pero la edad puede ser indirectamente determinada por la distribución de frecuencias acorde con su tamaño y el uso de modelos matemáticos, tales como los modelos de Bhattacharya (1967) y von Bertalanffy (Petriella y Boschi, 1997; Hartnoll, 2001). El modelo de crecimiento de Bertalanffy ha sido aplicado a otros crustáceos peracáridos, obteniendo resultados de acuerdo con las condiciones

ambientales donde se han encontrado las especies (Schnute y Fournier, 1980; Cuzin-Roudy et al, 1981; Astthorsson y Ralph, 1984; Mees et al., 1994; Winkler y Greve, 2002).

La Reserva de la Biósfera de Sian ka'an, Quintana Roo, resguarda diversos hábitats propicios para albergar anfípodos como las franjas rocosas expuestas; zonas calcáreas con sustrato duro, praderas de pastos marinos y algas en los márgenes de las bocas de las bahías (SEMARNAT, 2015).

Este santuario que alberga especies tanto terrestres como acuáticas, se encuentra resguardado bajo vigilancia de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2016).

## 2.1 ANTECEDENTES

Entre los numerosos trabajos que consideran los aspectos de la biología y reproducción de los anfípodos, está el de Quintero *et al.* (1992), donde describen el ciclo reproductivo de *Parhyale hawaiiensis* (Dana, 1853) en Colombia, observando que el periodo de fecundación se realiza en seis fases que corresponden a 16 días. En el desarrollo dentro del marsupio se establecieron cinco estados que caracterizaron el cambio de los huevos y embriones. La salida del marsupio fue asincrónica. Se produjeron un promedio de 13 crías por hembra. La diferenciación sexual ocurre a la cuarta semana de vida.

Maranhão y Marques (2002) realizaron pruebas para probar la influencia de la temperatura y salinidad durante el desarrollo embrionario, la fecundidad y el crecimiento del anfípodo *Echinogammarus marinus* (Leach, 1815), encontrando una correlación positiva entre la temperatura, el número de crías y la longitud total. Además determinaron que la especie presenta un crecimiento continuo a lo largo de su vida, donde las tasas intrínsecas de crecimiento fueron superiores a una temperatura de 20°C.

Días y Spring (2003) trabajaron con dinámica poblacional de *Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766) donde encontraron una reproducción continua que inicia cuando las hembras tienen entre 6 y 7 meses de edad, además éstas producen 17 huevos en promedio, cuyo número aumenta respecto al tamaño de la hembra. La mortalidad diaria fue alta (0.9%) con valores mayores en primavera-verano (1.8%) y menores en otoño-invierno (0.5%).



En el Mar Caribe se han realizado trabajos con enfoque básicamente taxonómico como el de Ortíz *et al.* (2007) quienes hicieron un listado de las especies de anfípodos gamáridos del Atlántico occidental tropical, reportando 478 especies agrupadas en 52 familias y 199 géneros, mencionan a la especie *Atylus minikoi* (= *Nototropis minikoi*) con distribución en la Florida, el Golfo de México y Mar Caribe.

Winfield y Escobar-Briones (2007) estudiaron la composición faunística y la distribución espacial de los anfípodos bentónicos del sistema arrecifal del sector norte del Mar Caribe, encontraron 23 especies distribuidas en 4 familias y 2 especies fueron nuevos registros para la zona.

Barca-Bravo *et al.* (2008) estudiaron aspectos de la biología del anfípodo gamárido *Talitrus saltator* (Montagu, 1808) Encontraron una proporción de sexos 1:1.7 favorable de las hembras y obtuvieron también una relación significativa entre la longitud total del organismo y la longitud cefálica.

Ortíz y Lalana (2010) realizaron un listado de distribución de anfípodos gamáridos, caprélidos e hipéridos en el archipiélago cubano. Encontraron 152 especies (37 familias y 83 géneros) de anfípodos gamáridos, 11 especies (5 familias y 10 géneros) de caprélidos, y 36 especies (14 familias y 22 géneros) de hipéridos.

Winfield et al. (2015) identificaron 39 especies de anfípodos bentónicos asociados a macroalgas en Puerto Progreso, Yucatán agrupadas en 21 géneros, 16 familias y 3 especies, además determinaron aquellas especies invasoras.

## 2.2 JUSTIFICACIÓN

Al igual que otros gammáridos la mayoría de trabajos existentes sobre este anfípodo se centran principalmente en la taxonomía alfa (realización de listados faunísticos y descripción de la especie) y se desconocen estudios sobre la dinámica poblacional.

## 2.3 OBJETIVOS

Objetivo general:

Obtener la estructura poblacional, crecimiento relativo y fecundidad de *N. minikoi* en la Laguna Campechen, Sian Ka'an, Quintana Roo.

Objetivos particulares:

- Conocer la estructura poblacional de *Nototropis minikoi*
- Obtener el crecimiento relativo de *Nototropis minikoi*
- Obtener la fecundidad de *Nototropis minikoi*.

#### 2.4 ÁREA DE ESTUDIO:

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an se localiza en las costas del Mar Caribe en el estado de Quintana Roo, en las coordenadas  $19^{\circ} 05' 13''$  ,  $20^{\circ} 07' 41''$  N y  $87^{\circ} 22' 27''$  ,  $88^{\circ} 02' 27''$  O; ocupa la porción oriental de la península de Yucatán. Su superficie terrestre abarca  $50,840 \text{ km}^2$ , representa el 10% desde el punto de vista biogeográfico de la provincia de la península de Yucatán, en la región Caribeña y dentro de la región Neotropical (Rzedowski, 1978).

El clima se clasifica como Aw, cálido sub-húmedo con lluvias en verano. La temperatura media mensual es superior a  $22^{\circ} \text{ C}$ , la media anual de  $26.5^{\circ} \text{ C}$ . Las temperaturas máximas y mínimas puntuales han sido  $44^{\circ} \text{ C}$  y  $4.5^{\circ} \text{ C}$  respectivamente. No se presentan heladas (CONANP, 2016).

Los tipos de vegetación más importantes de acuerdo con Miranda (1959) y Cabrera, et al. (1982) son: selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia. También existen asociaciones de menor extensión, de distribución irregular como manglar, sabana, tintal, chechenal, tasistal, carrizal-sabal-tular y dunas costeras (CONANP, 2016).

La barrera de arrecifes de Sian Ka'an, tiene cerca de 110 km de longitud, forma parte de la segunda cadena arrecifal más larga del mundo con una superficie de 528, 147 ha (CONANP, 2016). En ella han establecido tres zonas núcleo: Muyil con una superficie de

33,418 ha; Cayo Culebras con 6,105 ha; y Uaimil con 240,180 ha en el litoral central del estado, Municipios de Felipe Carrillo Puerto y Cozumel (SEMARNAT, 1996) (Fig. 1.).

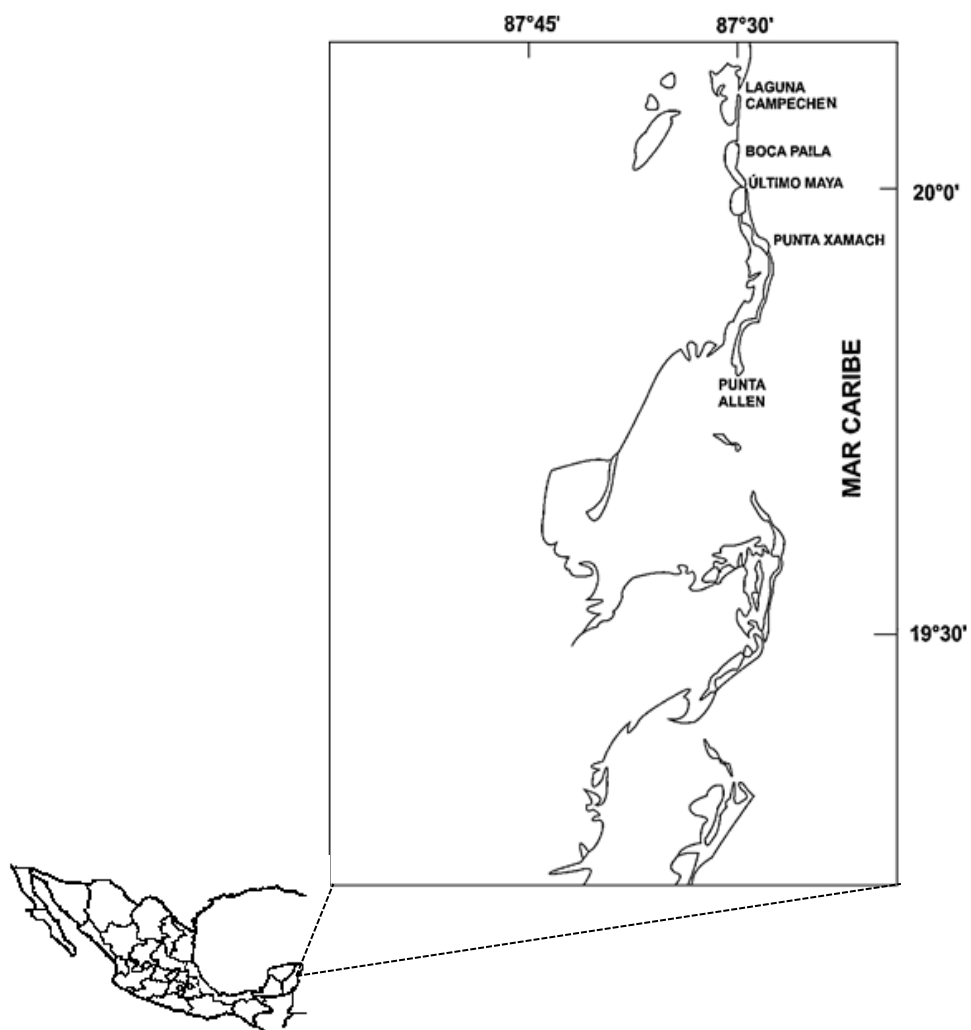


Figura 1. Área de estudio. Localización de las estaciones de muestreo, Sian ka'an, Quintana Roo.

### 3 MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 Trabajo de Campo:

Las muestras se recolectaron en el mes de junio de 2015 a las 11:30 am, en la parte sur de La Laguna Campechen (20°04'32"N 87°27'38.92"O) dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (Fig. 1), mediante una red de arrastre manual tipo golpeo (0.3 m de ancho, 0.48 m de largo, 330 µc de abertura y 0.77 m de longitud del copo). Se realizaron tres arrastres de 10 m de longitud paralelos a la línea de costa. Las muestras se colocaron en frascos de 500 ml y se fijaron con alcohol etílico al 70%. Con un miltiparamétrico Hanna HI 9828 se midieron *in situ* los siguientes parámetros ambientales: Oxígeno (mg l<sup>-1</sup>), pH, temperatura (°C) y salinidad (ups).

#### 3.2 Trabajo de laboratorio:

Con ayuda de microscopio estereoscópico marca Motic modelo SMZ-168 y óptico marca Leica modelo DME en el Laboratorio de Crustáceos de la FES-Iztacala-UNAM, se separaron los organismos morfológicamente. La determinación para la diagnosis de la especie se realizó mediante la observación de los caracteres morfológicos (e.g., antenas, mandíbulas, maxilas, gnatópodos, pereópodos, urópodos y telson) utilizando las claves de Barnad y Karaman (1991), Ortiz (1991), LeCroy (2000), Chapman (2007) y Ortiz et al. (2014) y las descripciones de Shoemaker (1932) y Bynum y Fox (1977).

Se diferenció entre machos y hembras recurriendo a la distinción de los caracteres anatómicos presentes en su dimorfismo sexual. El macho posee un ojo más

grande, coxas de los gnatópodos 1 y 2 pequeñas y el artejo 6 del gnatópodo 2 es menos de dos veces el largo que el artejo 5, en comparación con las hembras (Bynum y Fox, 1977). Los organismos que por su tamaño no fue posible establecer el sexo fueron considerados como juveniles.

La longitud total (LT) se consideró entre la distancia del rostro hasta la punta del telson, respetando la curvatura normal de cada ejemplar (machos y hembras). La longitud cefalotorácica (LC) comprendió la punta del rostro hasta la parte posterior del cefalón (Fig. 2). Las mediciones fueron dadas en mm ( $\pm 0.01\text{mm}$ ) y se realizaron con la ayuda de un microscopio Leica DM750 equipado con una cámara digital Omax 14MP USB 3.0 y el programa Toupview X86.

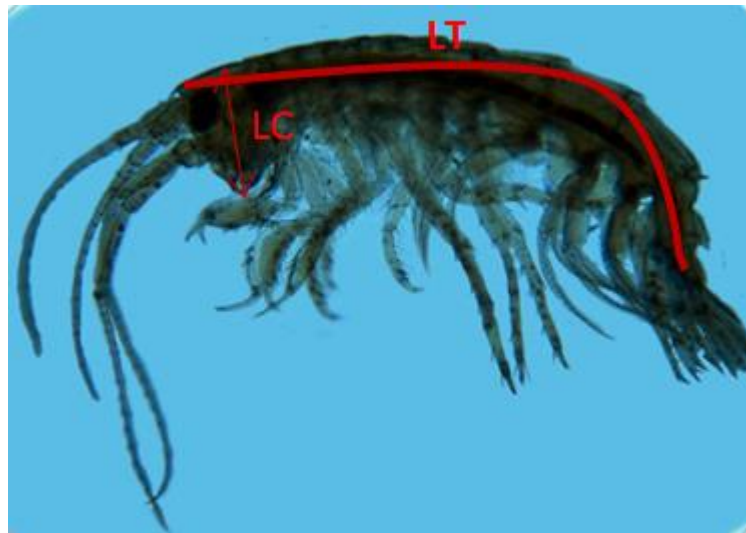


Figura 2.- Medidas tomadas para *N. minikoi*: Longitud Total (LT) y Longitud Cefálica (LC)

El análisis de crecimiento relativo se obtuvo mediante la ecuación de von Bertalanffy:

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Dónde:

$L_t$  es la Longitud total (LT) en el tiempo  $t$ ,

$L_{\infty}$  es la longitud máxima,

$K$  es el coeficiente de crecimiento y

$t_0$  es la edad teórica cuando la longitud es 0.

Estos parámetros se obtuvieron mediante el programa ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) en el sistema FISAT II versión 1.2.2.

Para obtener la fecundidad (F), se contabilizó el número de huevos de cada hembra y se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson entre la LT y el número de huevos. De éste último se obtuvo el promedio ( $\bar{X}$ )  $\pm$  la desviación estándar. Estos análisis se hicieron empleando el programa Excel 2010 versión 14.0.4760.1000.

La ecuación de la fecundidad es la siguiente:

$$N_h = aLH^b$$

Dónde:

$N_h$  = Número de huevos

$a$  = ordenada al origen

$b$  = pendiente

$LH$  = Longitud total de las hembras

Se aplicó la relación entre la  $LT$  y la  $LC$  mediante una regresión potencial:

$$LC = a LT^b$$

Dónde:

$LC$  es la longitud cefálica

$LT$  la longitud total

$a$  la intercepción y  $b$  la pendiente.

Se consideró un crecimiento alométrico positivo cuando  $b > 1.10$ , crecimiento alométrico negativo cuando  $b < 0.90$  e isométrico cuando el valor de  $b$  estuviese entre 0.9 y 1.10 (Hartnoll, 1978; Clayton, 1990; Moraes-Riodades y Valenti, 2002).



Para obtener los parámetros poblacionales: tasa neta de reproducción ( $R_0$ ), tiempo generacional (T) y tasa intrínseca de crecimiento máxima ( $r_{max}$ ) se utilizó una tabla de sobrevivencia-fecundidad (Rabinovich, 1980).

Para obtener la sobrevivencia se utilizó el modelo exponencial de Ricker (1975):

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

**Dónde:**

**$N_t$**  = Número de individuos de la clase de edad al tiempo t.

**$N_0$**  = Número inicial de individuos

**Z** = Mortalidad

**t** = Tiempo

**e** = Base de los logaritmos naturales (2.7182)

Donde la sobrevivencia en porcentaje se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$S (\%) = 100 * e^{-z}$$

**S (%)** = Sobrevivencia en porcentaje

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Parámetros ambientales

Los parámetros ambientales en la parte sur de la boca de la Laguna Campechen, durante el mes de junio, fueron: oxígeno de  $5.74 \pm 0.06$  mg l<sup>-1</sup>, pH  $6.93 \pm 0.02$ , temperatura  $26.98^{\circ}\text{C}$  y salinidad de  $21.06 \pm 0.10$  ups.

### 4.2 Taxonomía

Orden: Amphipoda Latreille, 1816

Suborden: Gammaridea Latreille, 1802

Familia: Atylidae Lilljeborg, 1865

Subfamilia: Nototropiinae Bousfield & Kendall, 1994

Género: *Nototropis* Costa, 1853

***Nototropis minikoi*** (Walker, 1905)

**Localidad:** Descrita originalmente como *Paratylus* de un espécimen recolectado en 1905 en la laguna de la Isla Minikoi del Archipiélago de Laquedivas. Walker repitió la identificación de esta especie de material recolectado en la costa de Copacabana, próximo al puerto de Río de Janeiro y lo transformó al género *Nototropis* (Shoemaker, 1932).

### 4.3 Diagnósis de la especie

*Nototropis minikoi* se caracteriza por tener ojos compuestos de numerosas ommatidias. El primer segmento del urosoma posee una depresi3n dorsal-transversal seguido de un fuerte diente medio, la hendidura del telson llega casi hasta la base y tiene dos espinas de cada lado; el segundo y tercer segmento urosomales est3n fusionados. En la maxila 1, los l3bulos internos tienen 4 y 5 setas respectivamente y los palpos, 6 y 8 dientes apicales. La antena 2, posee peque1os mechones de cerdas en la parte distal del tallo.

**Macho (4.7 mm):** La antena 1, es ligeramente m3s corta que la antena 2; el gnat3podo 1 tiene una coxa peque1a, con una anchura inferior a  $2/3$  de la altura; el artejo 5 del gnat3podo 2, es largo y de forma triangular; el artejo 6, es m3s largo que el artejo 5, el d3ctilo es corto. El artejo 2 de los pereio3podos 5–7 es m3s amplio en la porci3n proximal que en la distal y el primer segmento del urosoma tiene un diente posterior (Fig. 3A).

**Hembra (5.6 mm):** Ojo m3s peque1o que el macho; el gnat3podo 1 posee una coxa grande, el artejo 6 es m3s largo que el 5. El gnat3podo 2 tambi3n posee una coxa grande, m3s alta que ancha y los artejos 5 y 6 son casi iguales. El artejo 2 de los pereio3podos 5–7 carecen de l3bulo posterior y el telson puede ser relativamente m3s ancho en la base (Fig. 3B).

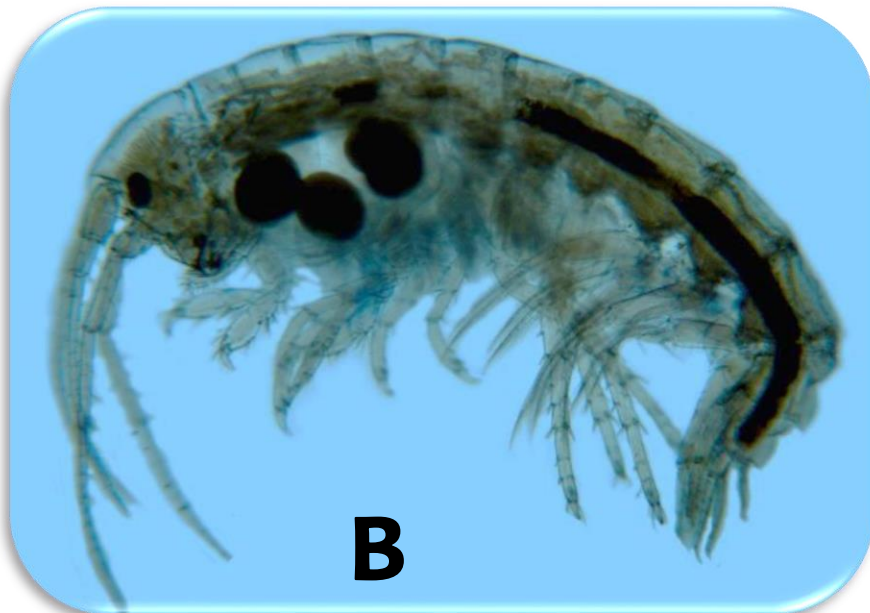
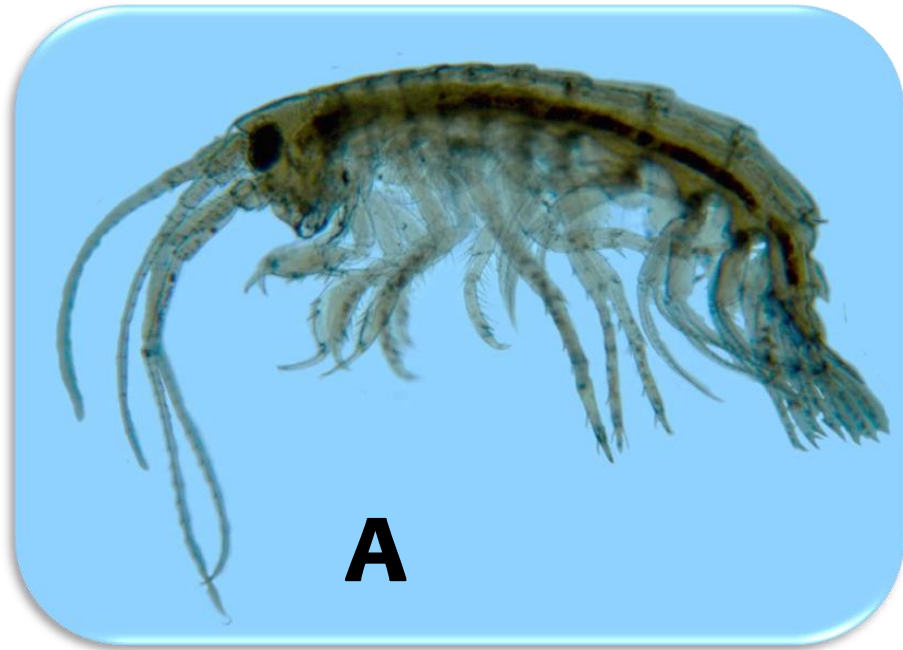


Figura 3.- *Nototropis minikoi* A.- Macho B.-Hembra

#### 4.4 DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA:

Se encontraron 1,538 organismos de *Nototropis minikoi* en la boca de La Laguna Campeche: 1,207 organismos fueron juveniles; 120 fueron hembras (de las cuales 85 fueron ovígeras) y 211 fueron machos.

#### 4.5 TAMAÑO DE LOS INDIVIDUOS:

La talla promedio de los juveniles fue de  $2.56 \pm 0.69$  mm, la de los machos de  $4.04 \pm 0.42$  mm (Fig. 4) y la de las hembras de  $5.12 \pm 0.59$  mm (Fig. 5).

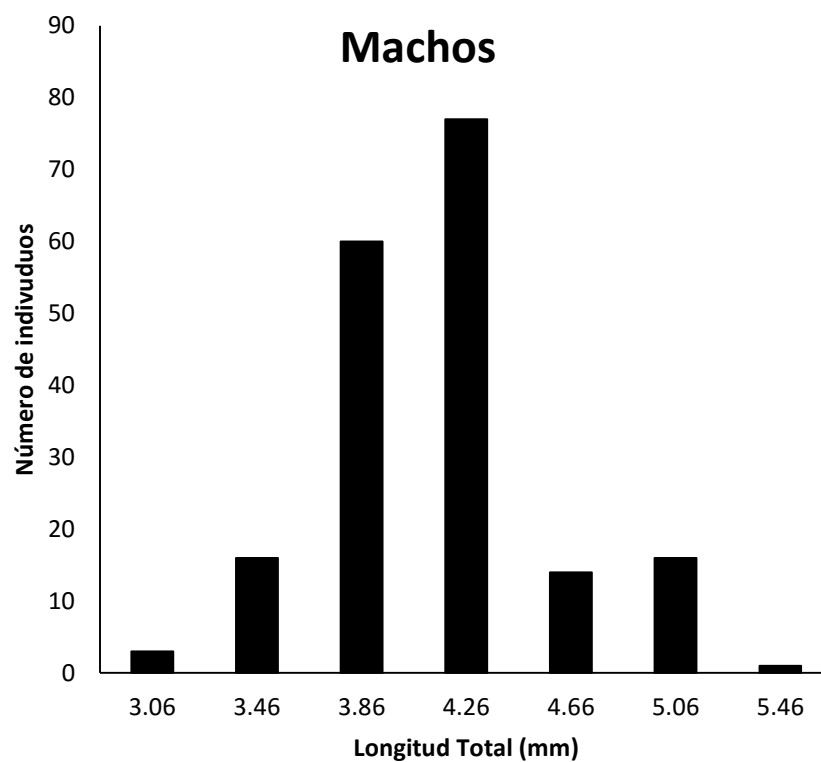


Figura 4. Distribución de la frecuencia de tallas de los machos de *N. minikoi*

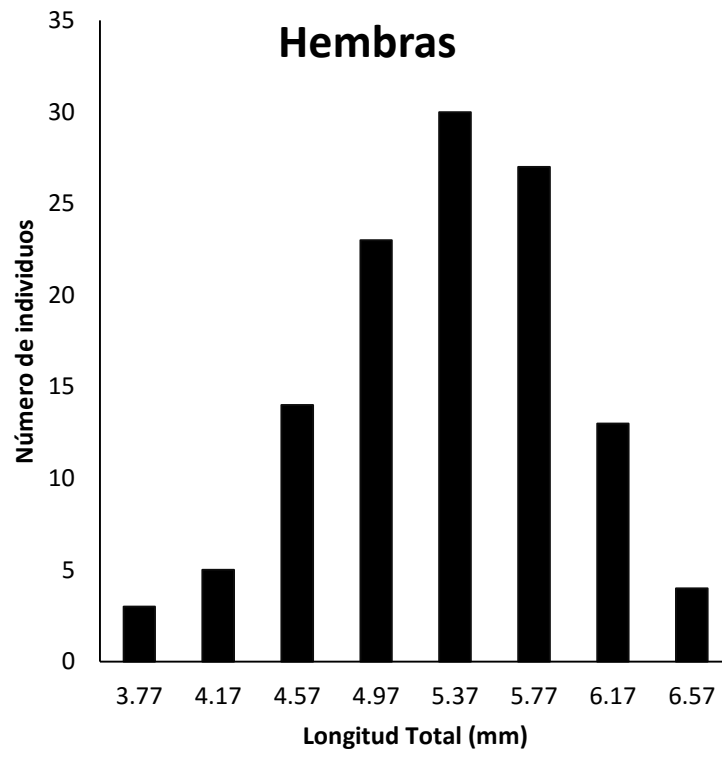


Figura 5. Distribución de la frecuencia de tallas de las hembras de *N. minikoi*.

La relación entre la longitud cefálica y la longitud total fue lineal y significativa ( $R^2 = 0.8577$ ,  $P=0.05$ ) (Fig. 6).

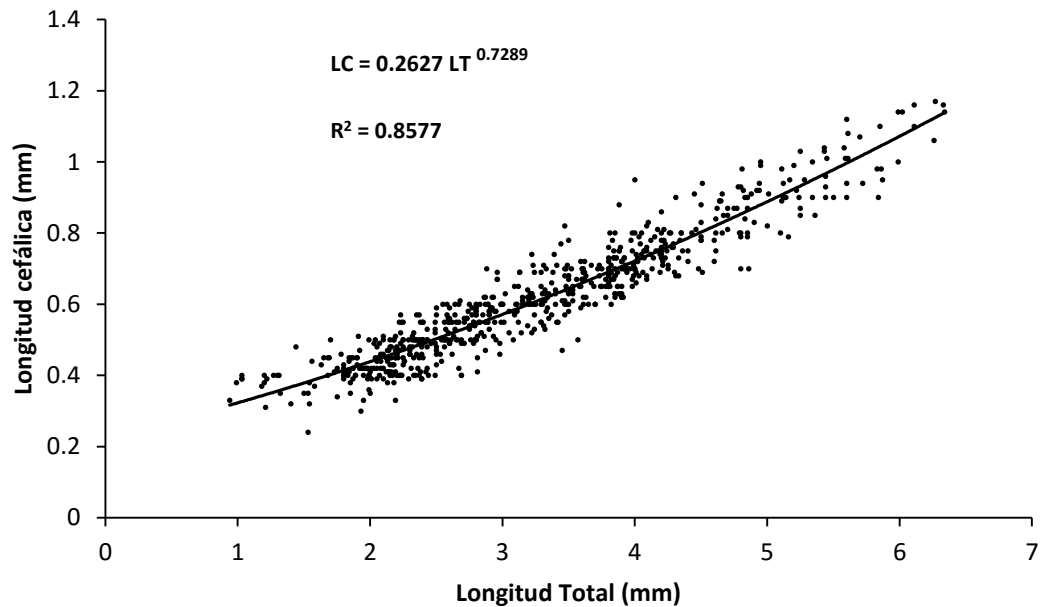


Figura 6. Relación entre la Longitud cefálica (LC) y la Longitud total (LT) de *Nototropis minikoi* en la Laguna Campechen, Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

#### 4.6 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO:

El modelo de crecimiento de von Bertalanffy obtenido fue:  $L_{max}=6.66 \pm 0.55$  mm,  $K=0.67 \pm 0.02$  y  $t_0= 0.18 \pm 0.17$ ,  $R^2= 0.0997$ . Quedando estructurado el modelo de la forma siguiente:  $L_t=6.66*(1-e^{-0.67*(t-0.18)})$  (Fig.7).

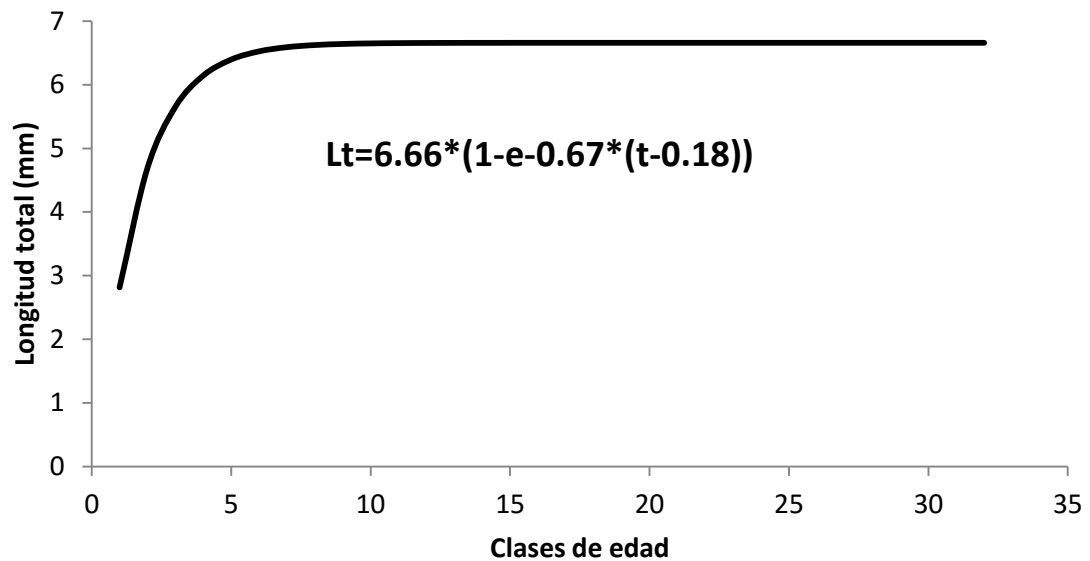


Figura 7. Modelo de von Bertalanffy obtenido para *Nototropis minikoi* en la Laguna Campechen, Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

#### 4.7 ESTRUCTURA POBLACIONAL:

Con la aplicación del modelo de Bhathacharya en el sistema FISAT II se obtuvieron cuatro clases de edad con longitudes promedio de  $2.83 \pm 0.725$ ,  $4.27 \pm 0.99$ ,  $5.59 \pm 0.50$  y  $6.3 \pm 0.52$  mm, de la primera a la cuarta clase modal respectivamente (Fig. 8).



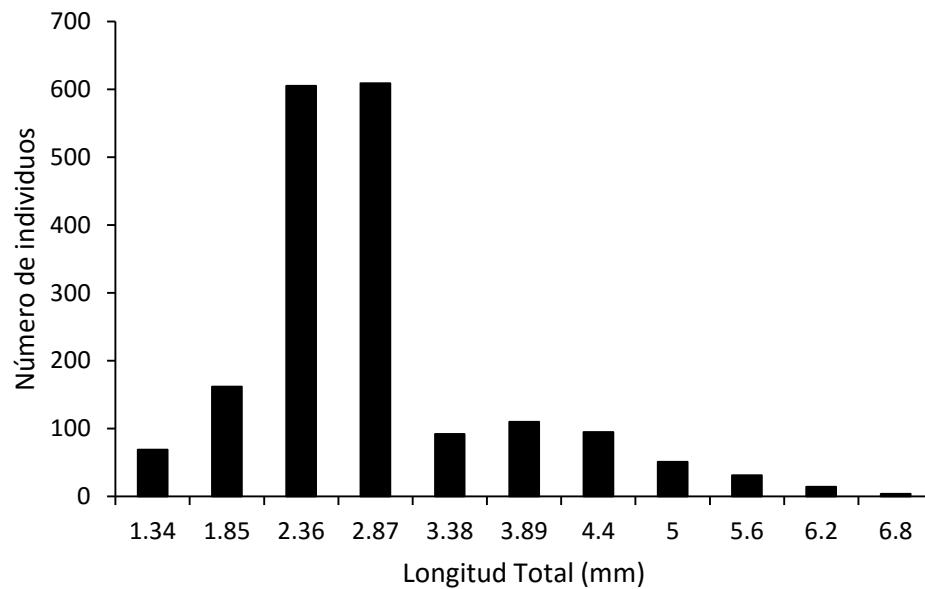


Figura 8.- Distribución de la frecuencia de tallas de *N. minikoi* en La Laguna Campechen, Sian ka'an.

#### 4.8 PARÁMETROS POBLACIONALES Y SOBREVIVENCIA:

Se obtuvo la tasa neta de reproducción con un valor de  $R_0=4.97$  hembras, tiempo generacional 124.49 días y  $r_{max}=0.0131$ . La sobrevivencia poblacional fue de 15%.

#### 4.9 PROPORCIÓN DE SEXOS Y FECUNDIDAD:

La proporción de sexos fue favorable a los machos con 1.7 por cada hembra. Se encontró una relación significativa entre la longitud total de hembras ovígeras y el número de huevos ( $R^2 = 0.43$ ,  $P=0.0008$ ). Se encontró un promedio de  $6 \pm 3.27$  huevos por hembras con una longitud total promedio de  $5.21 \pm 0.57$ mm (Fig. 9).



## 5 DISCUSIÓN:

### 5.3 Parámetros ambientales

La salinidad donde *N. minikoi* ha sido encontrada en el rango de 23.6-34.8 UPS y una temperatura en un rango de 19.7-29.7°C. En este estudio, el promedio de temperatura fue de  $26.98 \pm 0.01$  °C y la salinidad de  $25.06 \pm 0.10$  °C, que está dentro de los valores que han sido encontrados previamente en regiones donde *N. minikoi* está presente.

### 5.2 Tamaño de los individuos

La talla promedio de las hembras adultas ( $5.12 \pm 0.59$  mm) corresponde a la encontrada con otros autores, como Ledoyer (1986) quien obtuvo 5.4 mm en hembras de la misma especie en el estero Pargo en Términos, Campeche. Por otro lado, se obtuvo una relación significativa entre la longitud cefálica y la longitud total, Barca-Bravo *et al.* (2008) también encontraron una relación significativa entre estas longitudes en el anfípodo *Talitrus saltator* (Montagu, 1808), con un crecimiento alométrico negativo, lo que implica que el crecimiento proporcional de la longitud de la cabeza es menor al crecimiento de la longitud total.

### 5.3 Parámetros de crecimiento:

El valor de la tasa de crecimiento ( $k=0.67$ ) fue ligeramente superior a los obtenidos en *Bovallia gigantea* (Pfeffer, 1888) y *Gammarus wilkitzki* (Birula, 1987) con una constante de crecimiento de 0.2 y 0.48 (Bone, 1972; Polterman, 2000). Sin embargo, el

resultado es más similar a lo obtenido para *Waldeckia obesa* (Chevreux, 1905) donde la constante de crecimiento osciló de 0.5 a 0.6 según Bodil et al. (2001).

#### **5.4 Estructura poblacional**

Los juveniles representaron el 78.48% de la muestra y corresponden a la primera clase modal, los machos el 13.72.8% y las hembras el 7.8% que se integran en las tres clases modales restantes de acuerdo al método Bhattacharya. Xinquing et al. (2013) trabajaron con *Ampithoe valida* encontrando que los individuos en estadio juvenil representaban del 41.9% (febrero) a 78.4% (marzo) de la muestra total.

#### **5.5 Parámetros poblacionales**

Los resultados de la tasa neta de reproducción, tiempo generacional y tasa de crecimiento coinciden con lo obtenido por Collie (1985) en *Erichthonius fasciatus* (Stimpson, 1853), quienes obtuvieron cuatro clases modales y tasa de crecimiento similar a la encontrada en este trabajo.

Respecto al tiempo generacional de acuerdo a la tabla de fecundidad los organismos de *N. minikoi* eclosionan en junio, éstos comenzarían su reproducción entre octubre y noviembre. El mismo autor Collie (1985) menciona dos generaciones por año en *E. fasciatus* debido al reclutamiento de juveniles en primavera y otoño, además, estimaron que el tiempo de duración del embrión es de dos meses.

## 5.6 Sobrevivencia

Una sobrevivencia del 15% determina una tasa de mortalidad elevada y característica de una especie con estrategia “r”. Algunos trabajos relacionan significativamente mortalidad con la temperatura como el de Sainté-Marie (1991) y Xinquing (2013) que señalan en distintas especies de anfípodos gammáridos la vida media es mayor en temperaturas más frías. En este estudio la temperatura fue alta (27°C) que pudo afectar la sobrevivencia.

## 5.7 Proporción de sexos y Fecundidad

Dickson y Holsinger (1981) obtuvieron en las costas de Virginia predominan los machos de *Crangonyx antennatus* Cope y Packard, 1881. Mientras que Hiwatari y Kajihara (1984) en un estudio de la dinámica poblacional de *Hyale barbiconis* obtuvieron una mayor abundancia de hembras respecto a los machos, excepto en junio, octubre y noviembre, en este trabajo también se obtuvo menor número de hembras en junio.

El número promedio de huevos encontrado en este estudio ( $6 \pm 3.27$ ) es similar al obtenido por Naomi (1979) en la misma especie. El coeficiente de correlación de Pearson reveló una relación significativa entre la longitud total de la hembra respecto al número de huevos, esto es similar a lo obtenido en la mayoría de estudios encontrados donde la producción de huevos aumenta en las tallas más grandes (Hiwatari y Kajihara, 1984;

Quintero et al., 1992; Thiel, 1998; Barca-Bravo et al., 2008). Al respecto, Begon et al. (1997) menciona que hay relaciones costo-beneficio en la dinámica poblacional de las especies, donde la hembra divide la energía entre crecer y reproducirse, si se reproduce en tallas pequeñas crecerá menos.

## 6 CONCLUSIONES

- ❖ La estructura poblacional de *N. minikoi* está compuesta por un porcentaje mayor de Juveniles (78.48%), seguido por Machos (13.72%) y un menor porcentaje del total de la muestra por Hembras (7.8%).
- ❖ *N. minikoi* presenta una relación significativa entre la LT y LC con crecimiento alométrico.
- ❖ El modelo de von Bertalanffy para *N. minikoi* obtuvo  $L_{\infty}=6.66$  mm,  $K=0.67$  y  $t_0=0.179$
- ❖ *N. minikoi* obtuvo una tasa neta de reproducción con un valor de  $R_0=4.97$  hembras, tiempo generacional 124.49 días y  $r_{\max}=0.0131$  y una fecundidad de 6 huevos  $\pm 3.27$ .
- ❖ La sobrevivencia fue del 15%.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Astthorsson, O.S. y R. Ralph. 1984. Growth and moulting of *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea). *Marine Biology*. 79: 5562.
- Barca-Bravo, S., M. J. Servia y F. Cobo. 2008 Aspectos sobre la biología de *Talitrus saltator* (Montagu, 1808) (Amphipoda: Talidridae) en la costa gallega. *Nova acta Científica Compostelana (Biología)*. 17: 135-148.
- Barnad, J. L. y S. Karaman., 1991. *The families and genera of marine Gammaridean Amphipoda (except marine Gammaroids)*. *Records of the Australian Museum, Supplement 13*, parts I y II. 866 p.
- Barnes, R. D. 1987. *Zoología de los invertebrados*. Cuarta Edición. Editorial Interamericana. México D.F. pp: 827-838.
- Battacharya, C.G. 1997. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. In: Sparre et al. 1989. *Introduction to tropical fish stock assessment part. 1*. Manual FAO 337 p.
- Begon, M., J.L. Harper y C.R Townsend. 1997. *Ecología. Individuos, Poblaciones y Comunidades*. Ciclos Vitales. Ediciones Omega. Barcelona. Pp: 509-530.
- Bodil, A.B., T. Brey y M. Klafes. 2001 The autofluorescent age pigment lipofuscin: key to age, growth and productivity of the Antarctic amphipod *Waldeckia obesa* (Cheureux, 1905). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 258 (2): 215-235.
- Bone, D. G. 1972. Aspects of the Antarctic amphipod *Bovallia gigantea* Pfeffer at Singy Island. *British Antarctic Survey Bulletin*. 27: 105-122



- Brusca, R.C. y G.J. Brusca. 2003. *Invertebrates*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 936 pp.
- Bynum, H.K. y S.R. Fox. 1977. New and Noteworthy Amphipod Crustaceans from North Carolina. USA. *Chesapeake Science*. 18:1 33p.
- Cabrera, E.; M. Sousa y O. Tellez. 1982. *Imágenes de la flora quintanaroense*. CIQRO. Puerto Morelos, Quintana Roo. Pp: 3-10.
- Chapman, J.W. 2007. Gammaridea. In Carlton J T. (ed). *The Light and Smith Manual Interdual Invertebrates from Central California to Oregon*. Fourth Edition. Richmond, CA: The University of California press. pp 545-618.
- Cházaro-Olvera, S., I. Winfield, M. Ortíz y F. Álvarez. 2002. Peracarid crustaceans from three inlets in the southwestern Gulf of Mexico: new records and range extensions. *Zootaxa*. 123: 1-16.
- Clayton, D.A. 1990. Crustacean Allometric Growth: a Case for Caution. *Crustaceana*. 58 (3): 270-290.
- Collie, J.S. 1985. Life history and production of three amphipod species on Georges Bank. *Marine Ecology Progress-Series*. 22: 229-238.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas. Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. Consultado Junio 2016.
- Cuzin-Roudy, J., J. Berreur-Bonnenfant y M. C. Fried-Montaufier. 1981. Chronology of post-embrionic development in *Siriella armata* (Crustacea: Mysidacea) reared in the laboratory: growth and sexual differentiation. *International Journal of Reproductive BioMedicine* 4: 193-208.

- De Broyer, C. 2012. Gammaridea. In: Horton, T.; Lowry, J.; De Broyer, C.; Bellan-Santini, D.; Coleman, C.O.; Daneliya, M.; Dauvin, J-C.; Fišer, C.; Gasca, R.; Grabowski, M.; Guerra-García, J.M.; Hendrycks, E.; Holsinger, J.; Hughes, L.; Jaume, D.; Jazdzewski, K.; Just, J.; Kamaltynov, R.M.; Kim, Y.-H.; King, R.; Krapp-Schickel, T.; LeCroy, S.; Lörz, A.-N.; Senna, A.R.; Serejo, C.; Sket, B.; Tandberg, A.H.; Thomas, J.; Thurston, M.; Vader, W.; Väinölä, R.; Vonk, R.; White, K.; Zeidler, W. (2016). World Amphipoda Database. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1207> on 2016-09-13
- Dexter, D. 1976. The effect of exposure and seasonality on sandy-beach fauna of Mexico. *Southwestern Naturalist*, 20(4): 479-485.
- Días, N. y M. Spring. 2003. Population Dynamics and Production of the Amphipod *Orchestia gammarellus* (Talidridae) in a Rio Formosa Saltmarsh (Southern Portugal). *Crustaceana*. 76 (9): 1123-1141.
- Díaz, Y.J. y A. Martín. 2005. Crustáceos anfípodos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* del Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. In D. Bone (Ed.), *Estudio integral del sistema Parque Nacional Morrocoy con vías de desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación. Informe final*. Caracas: USB-UCV-UNEFM-INIA-FONACIT. pp 572 -612.
- Dickson, W. G. y R. J. Holsinger. 1981 Variation among Populations of the Troglobitic amphipod crustacean *Crangonyx antennatus* Packard (Crangonyctidae) living in different habitats, III Population Dynamics and Stability. *International Journal of Speleology*. 11: 33-48.

- Espinosa, D. y S. Ocegueda. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: Conabio. *Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Hartnoll, R.G. 1978. The determination of Relative Growth in Crustacea. *Crustaceana*. 34(3): 281-293.
- Hartnoll, R.G. 2001. Growth in Crustacea - twenty years on. *Hydrobiologia* 449: 111-122.
- Hayward, P.J. y J.S., Ryland. 1990. The marine fauna of the British Isles and North-West Europe: 2. Molluscs to chordates. Clarendon Press: Oxford, UK. 996 p.
- Hayward, P.J. y Ryland, J.S. 1995. Handbook of the marine fauna of North-West Europe. Oxford University Press/Oxford University: Oxford, UK. 800 p.
- Hiwatari, T. y T. Kajihara. 1984. Population dynamics and life cycle of *Hyale barbicornis* (Amphipoda, Crustacea) in a blue mussel zone. Ocean Research Institute. *Marine Ecology Progress-Series*. 20: 177-183.
- Horton, T.; J. Lowry y C. De Broyer. 2013. Atylidae Lilljeborg, 1865. In: Horton, T.; Lowry, J.; De Broyer, C.; Bellan-Santini, D.; Coleman, C. O.; Daneliya, M.; Dauvin, J-C.; Fišer, C.; Gasca, R.; Grabowski, M.; Guerra-García, J. M.; Hendrycks, E.; Holsinger, J.; Hughes, L.; Jaume, D.; Jazdzewski, K.; Just, J.; Kamaltynov, R. M.; Kim, Y.-H.; King, R.; Krapp-Schickel, T.; LeCroy, S.; Lörz, A.-N.; Senna, A. R.; Serejo, C.; Sket, B.; Tandberg, A.H.; Thomas, J.; Thurston, M.; Vader, W.; Väinölä, R.; Vonk, R.; White, K.; Zeidler, W. (2016). World Amphipoda Database. Accessed through: World Register

<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=146525> on 2016-09-13

- Kim, S. 2005. Population structure, growth, mortality, and size at sexual maturity of *Palaemon gravieri* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*. 25(2):226–232.
- LeCroy, S. 2000. *An Illustrated Identification Guide to the Nearshore Marine and Estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida. Volume 1. Families Gammaridae, Hadziidae, Isaeidae, Melitidae and Oedicerotidae*. Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, Annual report, Contract No. WM724: 195 pp.
- LeCroy, S. 2004. *An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine gammaridean Amphipoda of Florida, Volume 3, Families Bateidae, Biancolinidae, Cheluridae, Colomastigidae, Corophiidae, Cypropoideiae and Dexaminidae*. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection. 91 pp.
- Ledoyer, M. 1986. Faune mobile des herbiers de phanerogames marines (*Halodule* et *Thalassia*) de la Laguna de Términos (Mexique, Campeche). II Les Gammariens (Crustacea). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 13 (3): 171-200.
- Maranhão, P. y J.C. Marques. 2003. The influence of temperature and salinity on the duration of embryonic development, fecundity and growth of the amphipod *Echinogammarus marinus* Leach (Gammaridae). *Acta Oecologica*. 24 (1): 5-13.
- Martín, A. y Y.J. Díaz. 2003. La fauna de anfípodos (Crustácea: Amphipoda) de las aguas costeras de la región oriental de Venezuela. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. 19 (1-4): 327-344.

- Martín, A., Y. Díaz, P. Miloslavich, E. Escobar-briones, J.M. Guerra-García, M. Ortiz, B. Valencia, A. Galindo y E. Klein. 2013. Regional diversity of Amphipoda in the Caribbean. *Revista de Biología Tropical* 61(4): 1681 – 1720.
- Mazé, R.A. 2015. Clase Malacostraca, orden Anfípoda. *Revista IDE@ - Sea*. 82: 1-10.
- Mees, J., Abdulkerim, Z. and Hamerlynck, O. 1994. Life history, growth and production of *Neomysis integer* in the Westerschelde estuary (SW Netherlands). *Marine Ecology Progress Series* 109: 43–57.
- Meglitsch, P.A. y F.R. Schram. 1991. *Invertebrate Zoology*, Oxford University Press, Oxford.
- Miranda, F. 1959. "La vegetación de la península yucateca" en *Los Recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. II Parte: Estudios particulares. IMRNR, México, pp. 215- 271.
- Moraes-Riodades, M.C.P y W.C. Valenti. 2002. Relative growth of Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) in earthen ponds. *Revista Brasileira de Zoologia*. 19 (4)
- Moreira, J., Gestoso L. y J.S. Troncoso. 2008. Diversity and temporal variation of peracarid fauna (Crustacea: Peracarida) in the shallow subtidal of Sandy beach: Playa America (Galicia, NW Spain). *Marine Ecology* (Suppl. 1) 12-18.
- Naomi, TS. 1979. On a swarm of amphipods *Atylus minikoi* (Walker) in the shallow waters of the Karwar Bay. *Indian Journal of Fishers*. 26 (1 y 2): 227-228.
- Ortiz, M., 1991. Amphipoda Crustacea II. Family Bateidae. *Memoirs of the Hourglass Cruises* 7: 1-31.

- Ortiz, M., A. Martín y J.J. Díaz. 2007. Lista y referencias de los crustáceos anfípodos (Amphipoda: Gammaridea) del Atlántico occidental tropical. *Revista de Biología Tropical*. 55 (2): 479-498.
- Ortíz, T.M y R. Lalana. 2010. Distribución de los anfípodos (Crustacea, Malacostraca) de los subórdenes Gammaridea, Caprellidea E Hyperiidea, presentes en el archipiélago Cubano. *Revista de Investigaciones Marinas*. 31(2):75-90.
- Ortiz, T. M., I. Winfield, E.G Scheinvar. y S. Cházaro-Olvera. 2014. *Clave ilustrada de Anfípodos del Golfo de México y el Mar Caribe (Gammaridea y Caprellidea)*. Segunda Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. DF. pp 234.
- Petriella, A.M y E.E Boschi. 1997. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. *Investigaciones Marinas* 25: 135–157. <http://www.scielo.cl/pdf/imar/v25/art10.pdf>
- Polterman, M. 2000. Growth, production and productivity of the Artic sympagic amphipod *Gammarus wilkitzki*. *Marine Ecology Progress Series*. 193: 109-116
- Quintero, H., C. Vanin y P. Moreno. 1992. Seguimiento del ciclo reproductivo en el anfípodo marino *Parhyale hawaiensis* (Dana) (Gammaridea: Hyalidae). *Instituto de Investigación Marina. Punta Betin*. Colombia. 21: 85-93
- Rabinovich, J. E. 1980. *Introducción a la Ecología de Poblaciones animales*. Centro de Ecología. Instituto Venezolano de Investigaciones científicas. Caracas Venezuela. pp 310.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 191: 1-382.

- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F. 432 pp.
- Sainte-Marie, B. 1991. A review of the reproductive bionomics of aquatic gammaridean amphipods: variation of the life history traits with latitude, depth, salinity and superfamily. *Hidrobiológica*. 223: 189-227
- Schlacher, T.A. Schoeman, D.S. Dungan, J., Lastra, M., Jones, A., Scapini, F. y A. MacLachlan, 2008. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Marine Ecology*, 29(1): 70-90.
- Schnute, y D. Fournier. 1980. A new approach to length-frequency analysis: growth structure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 1337-1351.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 1996. Programa de manejo de Áreas Naturales Protegidas #3. Reserva de la Biósfera de Sian ka'an. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto de Ecología y Cambio Climático. México. 8op. Consultado en [http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv\\_pub=112&tipo\\_file=pdf&filenam e=112](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv_pub=112&tipo_file=pdf&filenam e=112)
- Shoemaker C.R. 1932. The amphipod *Nototropis minikoi* on the East Coast of the Unites States. *Biological Society of Washington*. 45: 199-200.
- Simões S. M., F. D'Incao, A. Fransozo, A. L. Castilho, y R. C. Costa. 2013. Sex ratio, growth and recruitment of the pelagic shrimp *Acetes americanus* on the southeastern coast of Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 33: 1-9.

- Spears T. y L.G Abele. 1998. Crustacean phylogeny inferred from 18S rDNA. pp. 169-187. In R. A. Fortey and R. H. Thomas, (Eds.) *Arthropod Relationships*. Systematics Association Special Volume Series 55. Chapman & Hall. London.
- Spears T, R.W. DeBry, L.G. Abele, y K. Chodyla. 2005. Peracarid monophyly and interordinal phylogeny inferred from nuclear small-subunit ribosomal DNA sequences (Crustacea: Malacostraca: Peracarida). *Biological Society of Washington*. 118: 117- 157.
- Thiel, M. e I. Hinojosa. 2009. *Peracarida: Anfípodos, Isópodos, Tanaidáceos y Cumáceos*. Fauna Marina Bentónica. Traducido del inglés por Alexandra Alemany Schmidt. 68pp.
- Thiel, M. 1998. Population biology of *Dyopodos monacanthus* (Crustacea: Amphipoda) on estuarine soft. bottoms; Importance of extended parental care and pelagic movements. *Marine Biology*. 132: 209-221.
- Thomas, J. D. 1993. *Identification manual for marine Amphipoda (Gammaridae): I. Common coral reef and rocks, bottom amphipods of South Florida*. Final Report DEP, contract number SP290. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Vader, W. 2005. How many amphipod species? Poster, VIth International Crustacean Congress, Glasgow, Scotland, 18-22 July 2005.
- Watling, L. 1999. Toward understanding the relationships of the peracaridan orders: The necessity of determining exact homologies. pp. 73-89, En FR. Schram & J.C. von Vaupel Klein (ed.). *Crustaceans and the Biodiversity Crisis*. Proceeding of the Fourth International Crustacean Congress, Amsterdam. Brill, Leiden, The Netherlands.



- Wetzel, G. 1981. *Limnología*. Omega, Barcelona. 767 pp.
- Winfield, I. y E. Escobar-Briones. 2007. Anfípodos (Crustacea: Gammaridea) del sector norte del Mar Caribe: listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78: 51-61.
- Winfield, I. y M. Ortíz 2003. *Anfípodos; un enfoque biológico*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. pp 29-32
- Winfield, I., S. Cházaro-Olvera, M. Ortiz, y U. Palomo-Aguayo, 2011. Lista actualizada de las especies de anfípodos (Peracarida: Gammaridea y Corophiidea) marinos invasores en México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 46: 349–361.
- Winfield, I., M.R. Muciño-Reyes, M. Ortiz, S. Cházaro-Olvera y M.A Lozano-Aburto. 2015. Biodiversidad de los anfípodos bentónicos (Peracarida: Amphipoda) asociados a macroalgas de Puerto Progreso, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 38: 7 613-619.
- Winkler, G. y W. Greve. 2002. Laboratory studies of the effect of temperature on growth, moulting and reproduction in the co-occurring mysids *Neomysis integer* and *Praunus flexuosus*. *Marine Ecology Progress Series*. 235: 177 – 188.
- Xinquing Z., H. Lingfeng, H. Bangquin y L. Yungqing. 2013. Factors regulating population dynamics of the amphipod *Ampithoe valida* in a eutrophic subtropical coastal Lagoon. *Acta Oceanologica*. 32 (6): 56-65.
- Zhang, Z. Q. 2013. Phylum Arthropoda. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic*. *Zootaxa*, 3703 (1): 17-26.

