



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

**ESTUDIO POBLACIONAL DE *Nototropis minikoi* y  
*Amphitoe longimana* (AMPHIPODA) EN LOS  
PARQUES NACIONALES COSTA OCCIDENTAL  
DE ISLA MUJERES E ISLA CONTOY, QUINTANA  
ROO, MÉXICO.**

**T E S I S**

Que para obtener el título de

**B I O L O G A**

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

Brizeida Viveros Villaseñor

**DIRECTOR DE TESIS**

DR. SERGIO CHÁZARO OLVERA



**LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## Índice

RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
ANTECEDENTES .....	9
JUSTIFICACION.....	13
OBJETIVOS .....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos Particulares .....	15
ZONA DE ESTUDIO .....	15
MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
Trabajo de campo.....	17
Trabajo de laboratorio.....	18
RESULTADOS.....	21
Parámetros fisicoquímicos .....	21
Taxonomía.....	24
Estructura Poblacional.....	28
Fecundidad .....	30
Crecimiento .....	32
Mortalidad.....	40
Discusión .....	44
Parámetros ambientales .....	44
Tamaño de los individuos.....	44
Parámetros de crecimiento .....	45
Estructura poblacional .....	46
Supervivencia .....	46
Parámetros poblacionales.....	47
Fecundidad .....	47
Conclusiones.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	52

## RESUMEN

El presente estudio presenta como objetivo el analizar la estructura poblacional y los parámetros de crecimiento, fecundidad y supervivencia de *Nototropis minikoi* y *Amphitoe longimana*, así como su relación con los factores ambientales en los Parques Nacionales Costa Occidental de Isla Mujeres e Isla Contoy, Quintana Roo, México. El muestreo se llevó a cabo en cinco puntos en Isla Mujeres y cinco puntos para Isla Contoy. Las colectas se realizaron sobre manchones de vegetación sumergida con una red de cuchara de 30 cm de ancho por 48 cm de largo, 330  $\mu$  de abertura y 77 cm de longitud del copo. La salinidad, pH, oxígeno disuelto y temperatura se midieron con un multiparamétrico HANNA HI 9828. Los transectos tuvieron una distancia a 20m de la línea de Costa hacia la zona nerítica. Las muestras se colocaron en frascos de 500 ml y se fijaron con alcohol etílico al 70%. Se obtuvo la longitud total considerando la distancia entre el rostro hasta la punta del telson. Para analizar la fecundidad, se obtuvo la longitud total y se contabilizó el número de huevos, se aplicó un modelo potencial entre estas variables. Para obtener la sobrevivencia se utilizó el modelo exponencial de Ricker. Los parámetros del crecimiento se obtuvieron mediante la ecuación de von Bertalanffy. Se encontró que la estructura poblacional de *N. minikoi* en Isla Contoy está representada por 65% de juveniles; *A. longimana* está representada por las hembras con 45%, seguida de juveniles con 34%. La estructura poblacional de *N. minikoi* en Isla Mujeres está representada por 35% de hembras, seguida de machos con 29%; *A. longimana* está representada por 42% de juveniles, seguida de machos con el 30%. Con el modelo de von Bertalanffy para *N. minikoi* en Isla Contoy se obtuvo una longitud máxima ( $L_{max}$ ) de 10.88 y una tasa de crecimiento (K) de 0.349 en hembras, así como una  $L_{max}$  de 5.494 y K= 0.633 en machos; en Isla Mujeres se obtuvo una  $L_{max}$  de 9.365 y K= 0.286 en hembras y  $L_{max}$  de 8.117 y K= 0.235 en machos. Para *A. longimana* en Isla Contoy se encontró una  $L_{max}$  de 14.537 y K= 0.242 en hembras y  $L_{max}$  de 13.666 y K= 0.209 en machos; en Isla Mujeres se obtuvo una  $L_{max}$  de 7.943 y K= 0.490 en hembras y  $L_{max}$  de 8.093 y K= 0.242 en machos. Estos parámetros evidencian una relación de costo beneficio, donde, a mayor tasa de crecimiento menor longitud máxima. El número promedio de huevos para *N. minikoi* en Isla Contoy es de  $8.55 \pm 5.22$  y en Isla Mujeres  $6.83 \pm 4.50$ ; el número promedio de huevos para *A. longimana* en Isla Contoy fue de  $5.55 \pm 7.82$  y en Isla Mujeres de  $8.33 \pm 3.79$ . La supervivencia en hembras de *N. minikoi* en Isla Contoy fue de 24.20%, mientras que en machos fue de 13.70%, en Isla Mujeres la supervivencia en hembras fue de 36.63% y en machos de 27.61% y para la especie *A. longimana* la supervivencia en hembras de Isla Contoy fue de 27.89% y para machos de 25.56%, en Isla Mujeres la supervivencia en hembras fue de 13.31% y en machos de 28.11%. Este es uno de los primeros trabajos en México donde se analiza la población de *A. longimana* y el segundo para *N. minikoi*.

## INTRODUCCIÓN

Por su posición geográfica México posee una gran riqueza natural en sus regiones oceánica y costera, por la extensión territorial y su diversidad biológica (Lara *et al.*, 2008). Uno de los ambientes importantes en el mundo son los arrecifes de coral que son reconocidos como biomas con enorme diversidad biológica y sitios de importancia económica, ya que ofrecen recursos pesqueros y atractivos turísticos (Calderón *et al.*, 2005). México cuenta con este tipo de ecosistemas en ambas costas (Carricart y Horta, 1993). Los arrecifes de coral son los ecosistemas marinos taxonómicamente más diversos, los cuales proveen un hábitat complejo para un sinnúmero de organismos, entre ellos los crustáceos (Vázquez-Domínguez, 2000)

Los crustáceos son un grupo de organismos que se reconocen dentro de los artrópodos por tener un cuerpo con una cabeza con 5 segmentos y un tronco postcefálico multisegmentado que puede estar dividido, con muchas variaciones, en tórax y abdomen, pueden presentar un caparazón, apéndices multiarticulados uni o birrámeos, con glándulas excretoras nefridiales en las antenas y las maxilas, mandíbulas multiarticuladas, respiración cutánea, como en algunas formas semiterrestres, sistema excretor nefridial, sistema digestivo con ciegos gástricos y presencia de una larva nauplio con los ojos nauplio fusionados (Brusca y Brusca, 2003).

Uno de los organismos pertenecientes a los crustáceos son los Peracáridos que son altamente diversos, Thomas (1993) considera que podrían conformar hasta el 50% de la riqueza mundial de los crustáceos, ya que constantemente se descubren nuevas especies (Gasca, 2005). Los crustáceos del superorden Peracarida comprenden un

grupo de órdenes que pueden encontrarse en los principales hábitats marinos (Thiel y Hinojosa, 2009). Se caracterizan por agrupar a crustáceos de tamaños pequeños caracterizados por la presencia de una bolsa incubadora o marsupio formado por oostegitos. En esta bolsa las hembras incuban a los embriones hasta las fases embrionarias tardías o las juveniles tempranas. La cabeza porta dos pares de antenas, un par de mandíbulas y dos pares de maxilas. Una de las características distintivas de los peracáridos es la lacinia mobilis, un proceso articulado y móvil en la mandíbula. Las mandíbulas, las maxilas y los maxilípedos son empleados para la alimentación y dependiendo de las fuentes alimenticias pueden ser notablemente modificados, en todas las especies de peracáridos al menos el primer tóracomero esta fusionado con el cefalón, dependiendo del número de tóracomeros fusionados a la cabeza pueden quedar siete o menos tóracomeros libres que portan los pereópodos, dependiendo de su función estos pueden estar modificados. El abdomen porta los pleópodos, el telson puede estar libre o fusionado con uno o más pleonitos. Las partes bucales son rasgos importantes en su taxonomía, empieza con el labio superior llamado labrum, mandíbulas, labio inferior labium, maxilas I, maxilas II y los maxilípedos (Winfield y Ortiz, 2011).

El Orden Amphipoda es el segundo grupo en importancia numérica y riqueza de especies con más de 9000 especies (Winfield y Ortiz, 2015). Presentan un cuerpo aplanado lateralmente, pereion bien desarrollado, abdomen con 3 pleonitos, 3 urosomitos y telson libre, cabeza generalmente con 1 par de ojos, 2 pares de antenas y partes bucales incluyendo un par de maxilípedos, los primeros dos pares de pereópodos modificados en gnatópodos, que a menudo son usados para aferrarse al sustrato, o para

luchar (en machos), gnatópodos y pereópodos con coxas bien desarrolladas, pleópodos en forma de remos; usados para nadar, urópodos generalmente robustos; con numero diverso de setas (Thiel y Hinojosa 2009).

En diversas investigaciones se ha documentado la importancia de los anfípodos bentónicos de los subórdenes Gammaridea y Corophiidea (Myers y Lowry, 2003) como un componente dominante en la estructura comunitaria, como un recurso alimenticio para algunos invertebrados y peces, como indicadores de estrés ambiental y en algunos casos, como especies invasoras y exóticas con efectos negativos para las comunidades bentónicas del arrecife de coral (Winfield et al., 2015). Algunas de las especies pertenecientes a estos subórdenes presentes en Isla Mujeres e Isla Contoy son *Nototropis minikoi* (A.O. Walker, 1905) y *Amphitoe longimana* (Smith, 1873).

La especie *Amphitoe longimana* (Smith, 1873) pertenece a la familia Amphitoidae, son herbívoros que construyen nidos de algas o madrigueras en estípites de algas marinas y comúnmente alcanzan el mismo color que las algas que habitan. El tercer urópodo es corto, con dos espinas gruesas (ocasionalmente una) robustas en la rama exterior. (Chapman, 2007). Esta especie se caracteriza por presentar las placas coxales relativamente poco profundas, un poco más profundas que anchas, y los bordes de las placas son lisos, carecen de setas. La coxa 1 es la más ancha. Las antenas 1 y 2 son alargadas, especialmente en el macho y están cerca de la longitud del cuerpo. Los pedúnculos de la antena son largos y delgados, pero menos en la hembra. El flagelo de la antena 1 es aproximadamente el triple de la longitud de la antena 2. El flagelo de la antena 2 tiene un verticilo erizado de setas. (Mills, 1964; Barnard, 1965; Bousfield, 1973).

La especie *Nototropis minikoi* (A.O. Walker, 1905) se encuentra en fondos arenosos, macroalgas y sargazo, (LeCroy, 2004; Ortiz et al., 2007). Tiene una cabeza pequeña, con ojos compuestos de numerosas ommatidias, los dactilos de los pereópodos 2 y 3 son pequeños, tienen fusionados el segundo y tercer segmento urosomal, el telson es largo y hendido distalmente (Bynum y Fox, 1977). La reproducción de *N. minikoi* comienza al momento en el que los calinoforos (receptores hormonales de los machos) y los cromatóforos, captan las hormonas que desprenden las hembras de los calceolos.

Después de la adecuada identificación de las especies, es de suma importancia conocer las características poblacionales en la historia de vida de las especies. El estudio de la biología, ecología y dinámica de las diferentes poblaciones marinas son de vital importancia para la sostenibilidad de los ecosistemas (Pauly, 1983). Entre estas características está la fecundidad que es un parámetro reproductivo muy importante relacionado con el número de huevos producidos por una hembra durante un período de reproducción. El estudio de la fecundidad utiliza herramientas para medir el potencial reproductivo de individuos de una población determinada y es un requisito previo para comprender la evolución de las estrategias reproductivas (Sastry, 1983; Hartnoll, 1982). Los anfípodos son un eslabón clave en la trama trófica de las poblaciones marinas ya que son principalmente consumidores, pero también sirven de alimento a varias especies de peces (Muskó, 1992; Giorgi y Tiraboschi, 1999). El interés por estos organismos se ha incrementado recientemente por la posibilidad de utilizarlos como bioindicadores de condiciones ambientales y de contaminación (Casset et al., 2001).



Los estudios sobre el crecimiento individual permiten conocer la historia natural y las relaciones de las especies con otros patrones que determinan tanto la estructura de la población (Kim, 2005) como la supervivencia y la reproducción. 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 y por la falta de estructuras rígidas persistentes es posible determinar clases modales (de edad) por metodologías indirectas, utilizando por la distribución de frecuencias de acuerdo con las tallas (Bhattacharya, 1967) y von Bertalanffy (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 especie (Schnute y Fournier, 1980; Cuzin-Roudy et al, 1981; Astthorsson y Ralph, 1984; Mees et al., 1994; Winkler y Greve, 2002).

## ANTECEDENTES

Entre los trabajos que han estudiado la biología y reproducción de Anfípodos se encuentra el de Quintero et al. (1992) realizaron un estudio en Colombia del anfípodo *Parhyale hawaiiensis* (Dana, 1853) en el que se describe las características del período de fecundación donde se definieron seis fases. El proceso de fecundación y desarrollo embrionario comprendió de 16 días, con un promedio de 13 crías por hembra, las cuales se desarrollan simultáneamente. Durante el desarrollo post-marsupial la diferenciación sexual se alcanzó a las 4 semanas de vida, evidenciada por el mayor tamaño y forma redondeada del gnatópodo 2, además del mayor número de artejos en las antenas 1 y 2 del macho.

Covi y kneib (1995) estudiaron la dinámica población del anfípodo *Uhlorchestia spartinophila* (Bousfield, 1986) en Georgia U.S.A encontraron que este organismo se reproduce todo el año, pero en los meses de enero a mayo tiene una mayor reproducción debido a que los adultos tienen la mayor masa específica para el tamaño de reproducción. La proporción de sexos indico que las hembras tienen un mayor tamaño que los machos. El tamaño mínimo de la hembra adulta fue de 5,4 mm de longitud total (LT). Las hembras ovígeras tuvieron de 1 a 28 huevos y aumentaron al aumentar el tamaño del cuerpo

Duarte *et al.* (2009) realizaron una investigación acerca de la abundancia y biología poblacional del anfípodo *Orchestoidea tuberculata* (Nicolet 1849) en distintos puntos de estudio en playas arenosas del centro sur de Chile encontrando que la abundancia total de anfípodos, abundancia de hembras, hembras ovígeras, machos y juveniles, y el

tamaño corporal fueron significativamente mayores en playas con mayor cantidad de macroalgas. La fecundidad no difirió significativamente entre ambos grupos de playas, aunque el número de huevos por hembra fue nueve veces mayor en playas con mayor cantidad de macroalgas.

Casset *et al.* (2001), estudiaron la dinámica poblacional de dos especies de anfípodos y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la cuenca del río Luján en Argentina, observaron que existe una correlación positiva entre las comunidades vegetales del arroyo con la abundancia de la especie *Hyaella curvispina* (Shoemaker, 1942) que es un anfípodo herbívoro que se alimenta principalmente de las algas del fitobentos.

Maranhão y Marques (2003) observaron los efectos de la salinidad y la temperatura sobre la duración del desarrollo embrionario, la fecundidad y el crecimiento del anfípodo *Echinogammarus marinus* (Leach, 1815) en Portugal, demostraron que la duración del desarrollo embrionario de *E. marinus*, se vio significativamente afectado solo por la temperatura. El análisis de varianza mostró que solo la temperatura afectaba significativamente el número de juveniles liberados por hembra. Los resultados mostraron que el crecimiento fue continuo a lo largo de la vida en todas las condiciones de laboratorio.

Días y Spring (2003) estudiaron la dinámica poblacional de *Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766) durante dos años en Portugal encontrando las densidades más altas en los depósitos de materia orgánica, las hembras vivieron durante 8-11 meses y alcanzaron hasta 14 mm de longitud corporal mientras que los machos vivieron 8- 12

meses y alcanzaron una longitud corporal de 17 mm. La reproducción fue continua y comenzó cuando las hembras tenían 6-7 meses de edad. Las hembras produjeron en promedio 17 huevos y la fecundidad aumentó con el tamaño.

Ortiz et al. (2007) Reportaron a la especie *Atylus minikoi* (*Notrotopis minikoi*) con distribución en el Golfo de México y Mar Caribe, realizaron un listado de especies de anfípodos gamáridos del Atlántico occidental tropical.

Winfield et al. (2015) realizaron un estudio de anfípodos bentónicos asociados a macroalgas en Puerto Progreso, Yucatán en el que reportan 39 especies agrupadas en 21 géneros, 16 familias y 2 subórdenes, entre ellas reportan a la especie *Ampithoe longimana*.

Jelassi et al. (2015) elaboraron un análisis de la dinámica de la población y estructura del anfípodo *Orchestia montagui* (Audouin 1826) en la laguna de Bizerte, Tunes. Encontraron hembras ovígeras durante todo el año. La proporción de sexos fue cambiando a lo largo del año pero, en general, la población estaba sesgada por machos. La frecuencia de tallas sugirió la presencia de seis cohortes. La esperanza de vida se estimó en 6-7 meses. Este estudio presenta hembras iteróparas que producen al menos dos crías, con un ciclo de vida bivoltina.

Medeiros y Weber (2016) realizaron un estudio sobre los aspectos de la biología reproductiva del anfípodo *Quadrivisio lutzi* (Shoemaker, 1933) el estudio situó a la especie dentro de las especies de alto potencial reproductivo ya que se caracteriza por

tener en las hembras un tamaño pequeño en la primera madurez, un pequeño diámetro del huevo, y un gran tamaño de cría que en gran medida se han considerado adaptaciones que permiten una recuperación rápida del tamaño de la población.

Castiglioni et al. (2016) trabajaron en un estudio que tuvo como objetivo caracterizar la dinámica poblacional de *Hyalella bonariensis* (Bond-Buckup, Araujo y Santos, 2008) en Brasil. Encontrando que los machos alcanzan un tamaño mayor que las hembras. La proporción total de sexos favoreció a las hembras, y éstas fueron más frecuentes en las clases de talla intermedia, mientras que los machos fueron más frecuentes en las clases de talla más grandes. Estos resultados mostraron que esta población de *H. bonariensis* tiene una dinámica similar a otras especies de *Hyalella*), pero presenta variaciones en comparación con otros anfípodos de agua dulce.

Bastos y Bueno (2016) investigaron la biología reproductiva de *Hyalella longistila* (Faxon, 1876), evaluando las relaciones de tamaño corporal entre machos y hembras, así como la etapa de huevos, la fecundidad, la relación entre el número de huevos y su etapa y el éxito reproductivo. Encontraron que la fecundidad media era  $12.88 \pm 2.00$  huevos por hembra, con picos en agosto de 2012 y septiembre de 2012, con 16.82 y 15.08 huevos por hembra, respectivamente. También concluyeron que la etapa de desarrollo y el número de huevos encontrados en la bolsa de cría se correlacionaron negativamente.

Alegretti et al. (2016) analizaron la dinámica poblacional de *Parahyale hawaiiensis* (Dana, 1853) encontrando dos picos reproductivos, uno más alto, de mayo a julio, y un segundo

durante los meses más cálidos, de octubre a enero. La reproducción continua da como resultado la superposición de generaciones. Se registró una proporción de sexos a favor de las hembras. La tasa reproductiva neta estimada era  $1.45 \pm 1.01$  joven por mujer, el tiempo de generación  $3.51 \pm 1.31$  meses, y la tasa de crecimiento de la población  $0.06 \pm 0.1$  per cápita por mes.

Cházaro-Olvera et al. (2017) analizaron la estructura de la población, el crecimiento y la fecundidad del anfípodo *Nototropis minikoi* frente a la Laguna de Campeche, Quintana Roo. La tasa de crecimiento fue de  $0,67 \pm 0,02$ , que es rápida y mayor a la encontrada en otros peracáridos. Hubo una relación significativa entre el tamaño de las hembras y el número de huevos, con un promedio de  $6 \pm 3,27$  huevos y una longitud total promedio de  $5,21 \pm 0,57$  mm. La tasa neta de reproducción fue de 4,98 tiempo generacional de 124,49 días, tasa máxima de crecimiento intrínseco de 0,0131 y supervivencia baja (15%).

## **JUSTIFICACION**

Los anfípodos tienen una gran influencia en la comunidad marina debido a la relación de materia y energía de esta misma, convirtiéndolos en un organismo clave en la cadena

trófica. Son promotores de la bioturbación y la estabilización sedimentaria, también se han identificado como elementos potenciales en la regeneración de nitrógeno en el sedimento debido a esto son organismos indicadores de condiciones ambientales. Debido a esta importancia, este estudio tiene por objetivo generar información que fortalezca el conocimiento sobre la biología poblacional de las especies *Nototropis minikoi* y *Amphitoe longimana* presentes en Isla Mujeres e Isla Contoy.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Analizar la estructura poblacional y los parámetros de crecimiento, fecundidad y supervivencia de *Nototropis minikoi* y *Amphitoe longimana*, así como su relación con los factores ambientales en los Parques Nacionales Costa Occidental de Isla Mujeres e Isla Contoy, Quintana Roo, México.

## Objetivos Particulares

- Calcular la estructura poblacional y parámetros de crecimiento de *Nototropis minikoi* y *Amphitoe longimana*
- Obtener la relación de la fecundidad con la talla de las hembras grávidas *Nototropis minikoi* y *Amphitoe longimana*
- Calcular la supervivencia de *Nototropis minikoi* y *Amphitoe longimana*
- Analizar la relación de los parámetros poblacionales de *Nototropis minikoi* y *Amphitoe longimana* con los factores ambientales.

## ZONA DE ESTUDIO

Isla Contoy es una isla pequeña cuya superficie total es de 238.18 ha, de las cuales 230.18 corresponden a tierra firme y pequeños islotes y 8 ha se componen de lagunas interiores. Presenta una forma alargada e irregular de norte a sur. Su longitud es de 8.75 km y su anchura varía de 20 m en su extremo norte, a 700 m en su zona centro, la mayor parte de la isla presenta una superficie topográfica casi plana, con alturas máximas de 12 m se localiza a 30 km de Isla Mujeres y a 12.8 km de la costa de la



península de Yucatán, sus coordenadas geográficas son: 21°27'40" y 21°32'10" de latitud norte y 86°46'40" y 86°47'50" de longitud oeste (SEMARNAP 1997). Es el punto terminal del sistema de arrecifes de la costa oriental de la Península de Yucatán. Predomina la corriente de Yucatán sobre la del Caribe y se presentan surgencias estacionales (Thiel y Hinojosa et al., 2009).

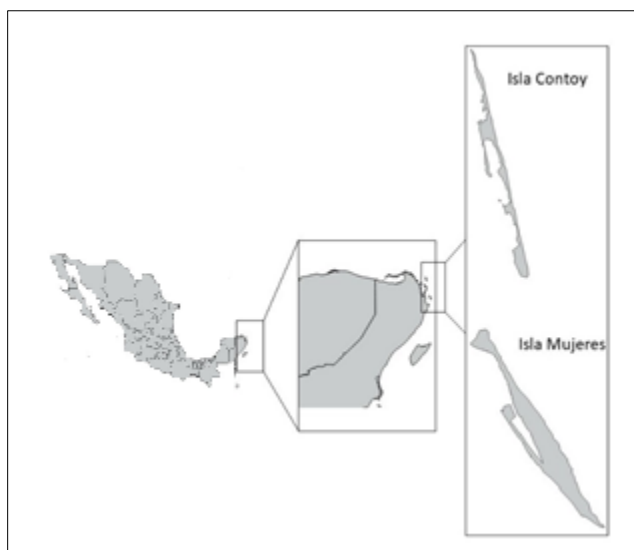


Figura 1. Área de estudio: Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México y Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

Isla Mujeres está situada a 5 kilómetros de la costa oriental de la península de Yucatán, en el estado de Quintana Roo, tiene 8 kilómetros de largo 800 metros de ancho y 3.44 kilómetros cuadrados de superficie; está orientada de sursureste a nornordeste, de acuerdo con el sistema climático de Koppen, el área de estudio cuenta con un clima cálido subhúmedo con lluvias de verano. Presenta estaciones bien definidas: la de lluvia, que comprende una temporada corta de mayo y junio y una larga de septiembre a enero y la de secas, que corresponde a los meses de febrero, marzo, abril, julio y agosto. La

precipitación media anual es de 980mm y su temperatura anual es de 27.7°C. La isla se encuentra bajo la influencia de la corriente marina del Caribe, la que se origina de la corriente Norecuatorial que nace entre África y Sudamérica; no existen corrientes de surgencia. La marea es mixta y de poca amplitud presentando un nivel medio del mar de 0.21 m, siendo la pleamar media superior de 0.40 m y la bajamar media de -0.61 m, con una variación menor de 0.30 m; la época de las mareas vivas es de noviembre a febrero, estas ocurren entre las 14 a las 19 horas (Mendoza-González y Mateo-Cid, 1992), sus coordenadas geográficas son 21°14'00" de latitud norte y 86°44'00" de longitud oeste. Ambas cuentan con una vegetación principalmente de selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia; en el litoral existen manglares y tulares (INAFED., 2016) y pertenecen al conjunto de islas, bancos y arrecifes de la plataforma continental del Caribe mexicano.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Trabajo de campo**

El muestreo se realizó en cinco puntos en Isla Mujeres y cinco puntos para Isla Contoy, ubicados sobre manchones de vegetación. Con ayuda de un multiparamétrico HANNA HI 9828 se midieron los valores de salinidad, pH, oxígeno disuelto y temperatura en cada punto de muestreo.

Se realizaron transectos con una red de golpeo de 30 cm de ancho por 48 cm de largo, 330  $\mu$  de abertura y 77 cm de longitud del copo. Los transectos tuvieron una distancia a

20m de la línea de Costa hacia la zona nerítica. Las muestras se colocaron en frascos de 500 ml y se fijaron con alcohol etílico al 70%.

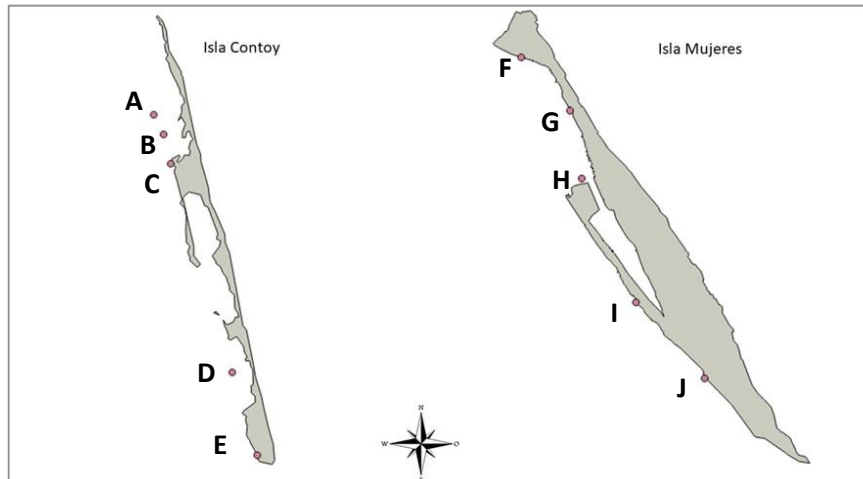


Figura 2. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo. Isla Contoy: A) Contoy zona N1 (campamento pescadores); B) Contoy manglar centro; C) Estación Biología Sur; D) Estación Sur-Punta Sur; E) Contoy Punta Sur. Isla Mujeres: F) La Carbonera; G) Isla Mujeres Zona Norte; H) Playa Indios; I) Vías Hiinaaka; J) Hacienda Gomar.

### Trabajo de laboratorio

En el laboratorio de Crustáceos de la FES-Iztacala-UNAM se separaron las muestras utilizando un microscopio estereoscópico, los organismos obtenidos se identificaron con las claves de Chapman (2007) y Ortiz et al. (2014).

De las muestras separadas se seleccionaron los organismos pertenecientes a la especie *Nototropis minikoi* y *Amphitoe longimana* de acuerdo a los caracteres morfológicos de cada especie, se diferenció entre macho y hembra siguiendo los caracteres presentes en su dimorfismo sexual. En la especie *N. minikoi* 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).

Para la especie *A. longimana* los gnatópodos tienen dimorfismo sexual, en los machos, los segmentos 5 y 6 del gnatópodo 1 son aproximadamente iguales y densamente cubiertos de setas en sus bordes posteriores, a palma del gnatópodo es corta y está excedida por el dácilo. En la hembra, los segmentos 5 y 6 son más cortos, pero más gruesos, mientras que la palma es más larga que el dácilo. El gnatópodo 2 es más pequeño en las hembras que en los machos (Mills, 1964; Barnard, 1965; Bousfield, 1973). En ambas especies los organismos que no fue posible establecer el sexo fueron considerados como juveniles.

Se obtuvo la longitud total (LT) considerando la distancia entre el rostro hasta la punta del telson, respetando la curvatura normal de cada ejemplar. Las mediciones fueron obtenidas en mm con ayuda de un microscopio estereoscópico equipado con una cámara digital OMAX 14MP USB 3.0 y el programa Toupview X86.

Los parámetros del crecimiento se obtuvieron 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

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

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

Para obtener la fecundidad se separó a las hembras ovígeras de cada especie, se midió la longitud total y se contabilizó el número de huevos. La relación se analizó con el modelo potencial entre la longitud total y el número de huevos.

Ecuación para obtener fecundidad

$$N_h = aL^b$$

Dónde:

**N<sub>h</sub>** es el número de huevos

**a** es la ordenada al origen

**b** es la pendiente

**L<sub>H</sub>** es la longitud total de las hembras

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

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

Dónde:

**N<sub>t</sub>** es el número de individuos de la clase de edad al tiempo t

**No** es el número inicial de individuos

**Z** es la mortalidad

**t** es el tiempo

**e** es la base de los logaritmos naturales (2.7182)

Y la sobrevivencia en porcentaje se obtendrá con la ecuación:

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

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

## RESULTADOS

### Parámetros fisicoquímicos

En Isla Contoy la temperatura presentó un valor promedio de  $27.06 \pm 0.56$  °C, mientras que en Isla Mujeres fue de  $26.436 \pm 0.60$  °C, al aplicar la prueba de t student entre las medias de los valores para los cinco sitios de cada Isla no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.127$ ). La salinidad en Isla Contoy presentó un valor promedio de  $35.35 \pm 0.88$ , mientras que Isla Mujeres presentó valores de  $35.34 \pm 0.41$ , al aplicar la prueba de t student entre las medias de los valores para los cinco sitios de cada Isla tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.986$ ). La concentración de oxígeno disuelto presentó una media de  $8.2 \pm 0.84$  mg/l en Isla

Contoy, mientras que en Isla Mujeres fue de  $6.72 \pm 0.34$  mg/l, para este parámetro al aplicar la prueba de t student se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.006$ ) (Tabla 1).

Lugar de investigación	Temperatura (°C)	Salinidad	Oxígeno disuelto mg/l
<b>Isla Contoy</b>			
Contoy manglar centro	27.68	35.88	8.89
Contoy zona N1(Pescadores)	26.28	35.61	7.20
Contoy Punta Sur	27.10	35.64	8.49
Estación Biología Sur	27.46	35.82	9.00
Estacion Sur-Punta Sur	26.78	33.78	7.42
Media	27.06	35.35	8.20
Desviación estándar	0.56	0.88	0.84
<b>Isla Mujeres</b>			
Playa Indios	26.02	35.48	6.63
Hacienda Gomar	25.88	35.07	6.33
Vias Hiinaaka	26.35	35.11	7.24
Isla mujeres Zona Norte	27.41	36.00	6.57
La Carbonera	26.52	35.03	6.83
Media	26.44	35.34	6.72
Desviación estándar	0.60	0.41	0.34

**Tabla 1. Valores de Temperatura, Salinidad y Oxígeno disuelto en los sitios de muestreo en los Parques Nacionales Isla Contoy e Isla Mujeres, Quintana Roo, México.**



## Taxonomía

Orden: Amphipoda Latreille, 1816

Suborden: Gammaridea Latreille, 1802

Familia: Atylidae Lilljeborg, 1865

Subfamilia: Nototropiinae Bousfield & Kendall, 1994

Género: *Nototropis* Costa, 1853

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

Suborden: Corophiidea Leach, 1814

Familia: Ampithoidae Boeck, 1871

Género: *Ampithoe* Leach, 1814

Especie: ***Ampithoe longimana*** (Smith, 1873)

### ***Nototropis minikoi***

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 Rio de Janeiro y lo transformo al género *Nototropis* (Shoemaker, 1932).

### **Diagnosis**

*Nototropis minikoi* se caracteriza por tener ojos compuestos de numerosas ommatidias. El primer segmento del urosoma posee una depresión 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 están fusionados. En la maxila

1, los lóbulos internos tienen 4 y 5 setas respectivamente y los palpos, 6 y 8 dientes apicales. La antena 2 posee pequeños mechones de setas en la parte distal del tallo.

**Machos (4.7mm):** La antena 1 es ligeramente más corta que la antena 2; el gnatópodo 1 tiene una coxa pequeña, con una anchura inferior a  $2/3$  de la altura; el artejo 5 del gnatópodo 2, es largo y de forma triangular; el artejo 6 es más largo que el artejo 5, el dáctilo es corto. El artejo 2 de los pereópodos 5-7 es más amplio en la porción proximal que en la distal y el primer segmento del urosoma tiene un diente posterior (Fig. 3)



Fig. 3. *Nototropis minikoi* macho.

**Hembra (5.6mm):** Ojo más pequeño que el macho; el gnatópodo 1 posee una coxa grande, el artejo 6 es más largo que el 5. El gnatópodo 2 también posee una coxa grande, más alta que ancha y los artejos 5 y 6 son casi iguales. El artejo 2 de los

pereópodos 5-7 carecen del lóbulo posterior y el telson puede ser relativamente más ancho en la base (Fig. 4)

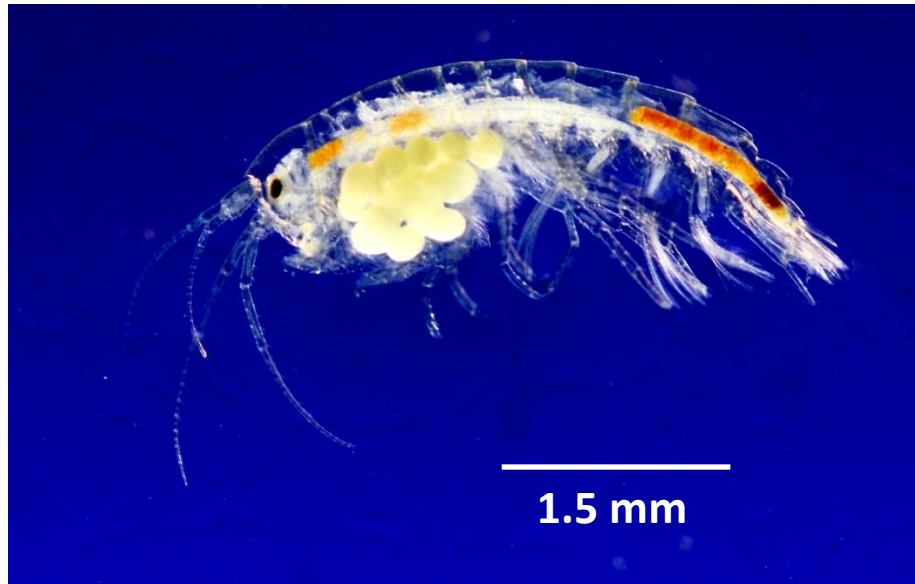


Fig. 3. *Nototropis minikoi* hembra.

### ***Ampithoe longimana***

Se describió en Vineyard Sound, Massachusetts, y es originaria de la costa este de América del Norte desde Veracruz, México hasta la Bahía de Fundy, Canadá, con una población aislada en el sur del golfo de St. Lawrence (Mills 1964b; Barnard 1965; Bousfield 1973; Winfield et al. 2011).

### **Diagnosis**

*Ampithoe longimana* tiene las placas coxales relativamente poco profundas, un poco más profundas que anchas, y los bordes de las placas son lisos y carecen de setas. La placa coxal 1 es la más ancha. Las antenas 1 y 2 son alargadas, especialmente en el

macho y están cerca de la longitud del cuerpo. Los pedúnculos de la antena son largos y delgados, pero menos en la hembra. El flagelo de la antena 1 es aproximadamente el triple de la longitud de la antena 2. El flagelo de la antena 2 tiene una espiral de setas.

**Machos:** Presenta dimorfismo sexual en los gnatópodos. En los machos, los segmentos 5 y 6 del gnatópodo 1 son casi iguales y están densamente cubiertos de setas en sus bordes posteriores. La palma del gnatópodo es corta y superada por el dactilo (Fig. 5).



Fig. 5. *Amphitoe longimana* macho.

**Hembra:** Los segmentos 5 y 6 del gnatópodo son más cortos, pero más robustos, mientras que la palma es más larga que el dactilo. El gnatópodo 2 es más pequeño en hembras que en machos. Además, el segmento 6 es más corto en hembras que en machos, con una palma convexa. Los segmentos 4 y 5 de los pereópodos 3 y 4 son

aproximadamente iguales, con bases ligeramente infladas. La base del pereópodo 5 es más profunda que ancha (Fig. 6).



Fig. 6. *Amphitoe longimana* hembra.

### Estructura Poblacional

Se recolectaron 2097 anfípodos de ambas especies: 1031 de *Nototropis minikoi* y 1066 de *Amphitoe longimana*.

En la estructura poblacional *N. minikoi* en Isla Contoy, los juveniles fueron los más abundantes con 350 anfípodos, seguidos de las hembras ovígeras con 100 anfípodos. En Isla Mujeres la mayor abundancia la presentaron las hembras con 179 anfípodos seguida de los machos con 148 anfípodos (Tabla 2).

Tabla 2. Estructura poblacional de *N. minikoi* en los Parques Nacionales Isla Contoy e Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

	<i>N. minikoi</i>	
	Isla Contoy	Isla Mujeres
Juveniles	350	100
Hembras	33	179
Hembras ovígeras	100	72
Machos	49	148
Total	532	499

En la estructura poblacional *A. longimana* en Isla Contoy, las hembras fueron las más abundantes con 217 anfípodos, seguidos de los juveniles con 166 anfípodos. En Isla Mujeres la mayor abundancia la presentaron los juveniles con 248 anfípodos seguida de los machos con 179 anfípodos (Tabla 3).

Tabla 3. Estructura poblacional de *N. minikoi* en los Parques Nacionales Isla Contoy e Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

	<i>A. longimana</i>	
	Isla Contoy	Isla Mujeres
Juveniles	166	248
Hembras	217	154
Hembras ovígeras	64	3
Machos	35	179
Total	482	584

## Fecundidad

El número de huevos promedio para las hembras de *Nototropis minikoi* en Isla Contoy fue de  $8.55 \pm 5.22$ , mientras que para Isla Mujeres fue de  $6.83 \pm 4.50$  huevos, la longitud total de las hembras ovígeras osciló entre 3.8 a 8.3 mm en Isla Contoy y de 2.6 a 6.7 mm en Isla Mujeres. La relación potencial entre la longitud total de las hembras y el número de huevos en ambas Islas fue significativa ( $p < 0.001$ ) (Figs. 7 y 8).

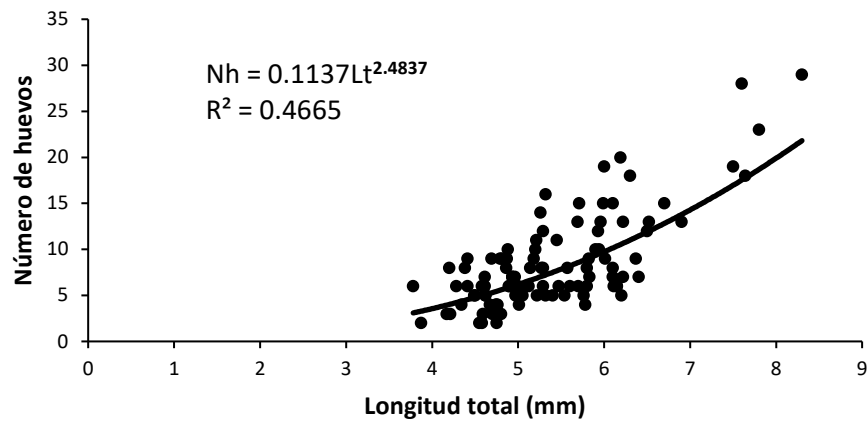


Fig. 7. Relación entre la talla de hembras ovígeras y el número de huevos de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

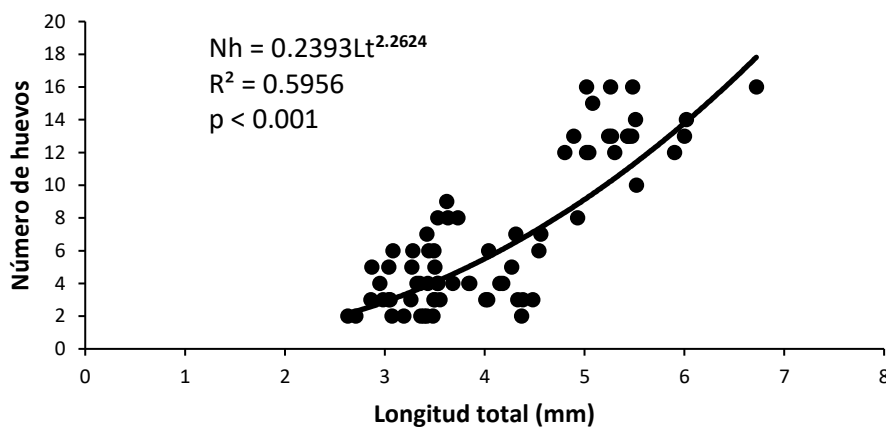


Fig. 8. Relación entre la talla de hembras ovígeras y el número de huevos de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

El número de huevos promedio para las hembras de *Amphitoe longimana* en Isla Contoy fue de  $7.55 \pm 7.82$ , mientras que para Isla Mujeres fue de  $8.33 \pm 3.79$  huevos, la longitud total de las hembras ovígeras osciló entre 2.9 a 9.4 mm en Isla Contoy y de 4.0 a 11.0 mm en Isla Mujeres. La relación potencial entre la longitud total de las hembras y el número de huevos en ambas Islas fue significativa ( $p < 0.001$ ) (Figs. 9 y 10).

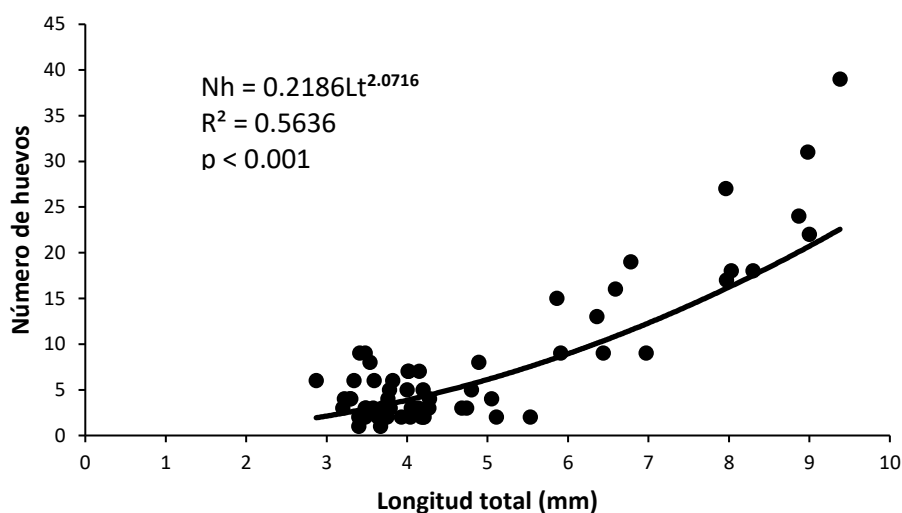


Fig. 9. Relación entre la talla de hembras ovígeras y el número de huevos de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

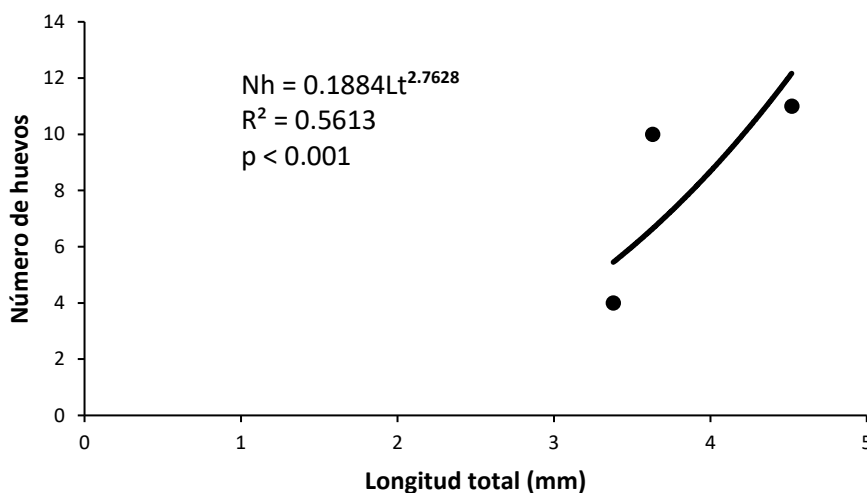


Fig. 10. Relación entre la talla de hembras ovígeras y el número de huevos de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.



## Crecimiento

El análisis del crecimiento de las hembras de *Nototropis minikoi* incluyendo los juveniles en Isla Contoy se realizó con un rango de tallas de 0.91 a 8.3 mm (Fig. ). Al aplicar el método de Battacharya se encontraron cuatro clases modales 2.405, 4.905, 6.655, 7.905 mm, posteriormente con el modelo de Von Bertalaffy se obtuvo una Lmax de 10.88 y k de 0.349 (Figs. 11 y 12).

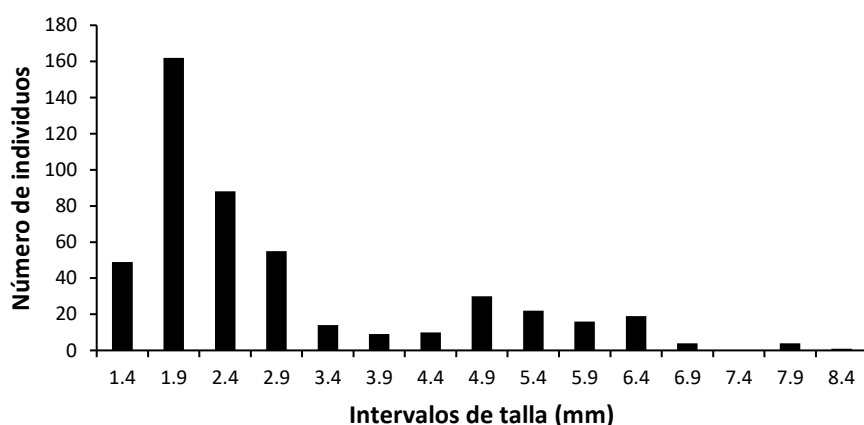


Fig. 11. Relación entre los intervalos de talla y el número de individuos en cada intervalo de las hembras de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

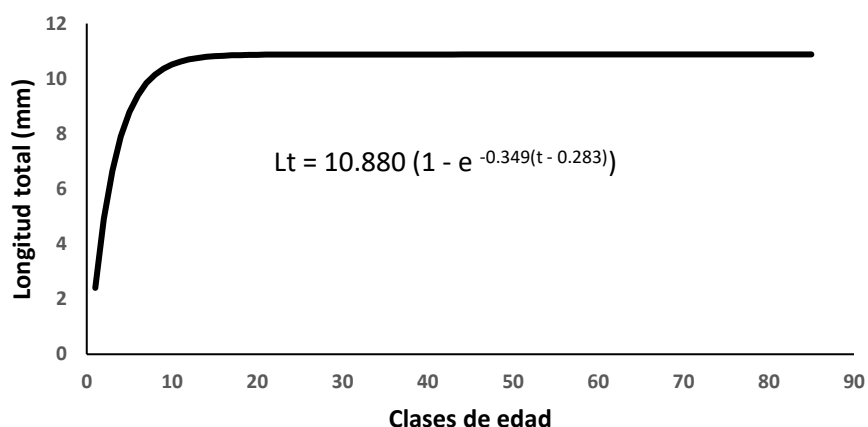


Fig. 12. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para las hembras de *Nototropis minikoi* de Isla Contoy, Quintana Roo, México.

El análisis del crecimiento de los machos de *Nototropis minikoi* incluyendo los juveniles en Isla Contoy se realizó con un rango de tallas de 0.91 a 4.3 mm (Fig. ). Al aplicar el método de Battacharya se encontraron cuatro clases modales 1.96, 3.61, 4.51, 4.96 mm, posteriormente con el modelo de Von Bertalffy se obtuvo una Lmax de 5.494 y k de 0.633 (Figs. 13 y 14).

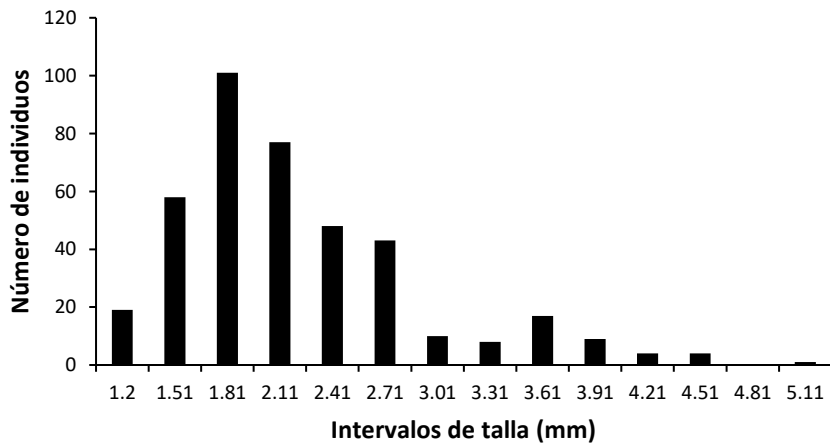


Fig. 13. Relación entre los intervalos de talla y el número de individuos en cada intervalo de los machos de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

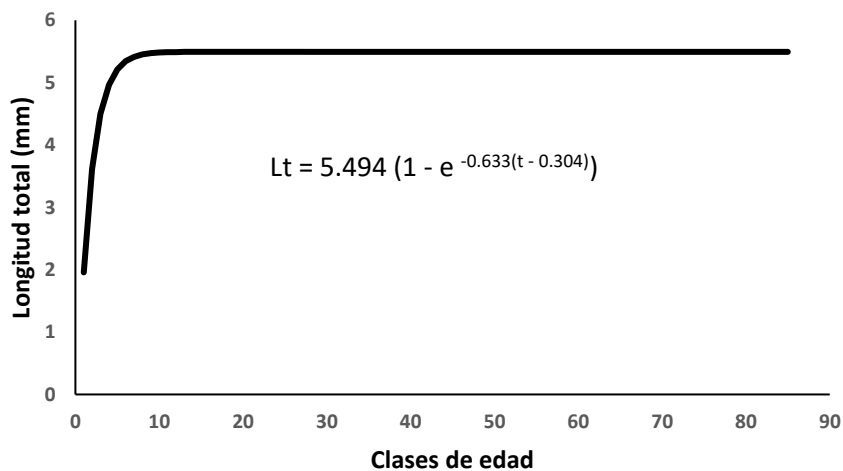


Fig. 14. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los machos de *Nototropis minikoi* de Isla Contoy, Quintana Roo, México.

El análisis del crecimiento de las hembras de *Nototropis minikoi* incluyendo los juveniles en Isla Mujeres se realizó con un rango de tallas de 1.7 a 6.48 mm (Fig. ). Al aplicar el método de Battacharya se encontraron cuatro clases modales 2.065, 3.865, 5.265, 6.265 mm, posteriormente con el modelo de Von Bertalffy se obtuvo una Lmax de 9.365 y k de 0.286 (Figs. 15 y 16)

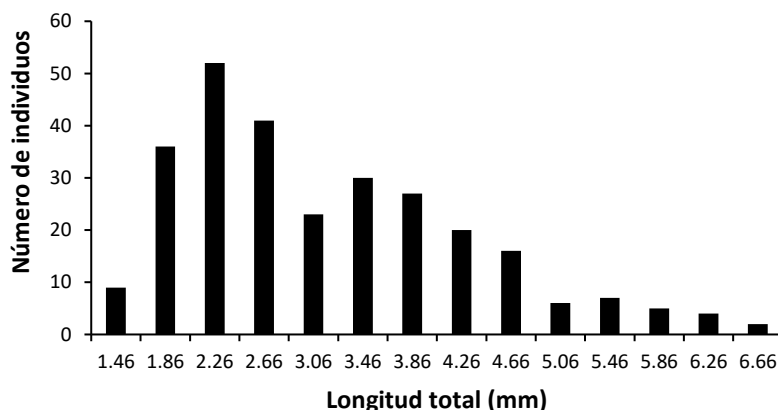


Fig. 15. Relación entre los intervalos de talla y el número de individuos en cada intervalo de las hembras de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

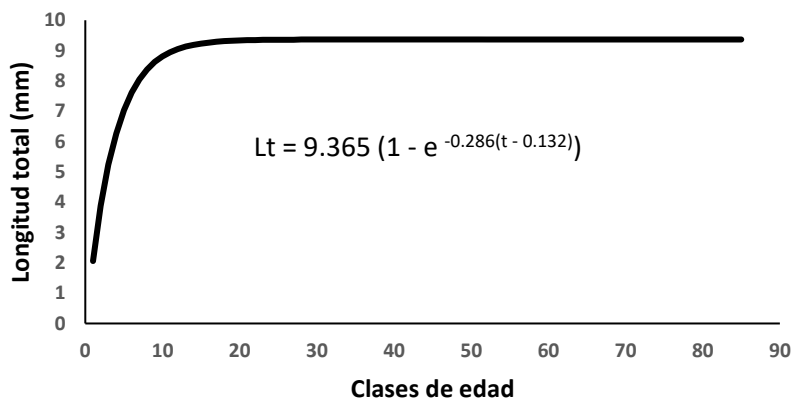


Fig. 16. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para las hembras de *Nototropis minikoi* de Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

El análisis del crecimiento de los machos de *Nototropis minikoi* incluyendo los juveniles en Isla Mujeres se realizó con un rango de tallas de 1.07 a 5.68 mm (Fig. ). Al aplicar el método de Battacharya se encontraron cinco clases modales 1.965, 3.315, 4.215, 5.115, 5.715 mm, posteriormente con el modelo de Von Bertalaffy se obtuvo una Lmax de 8.117 y k de 0.235 (Figs. 17 y 18).

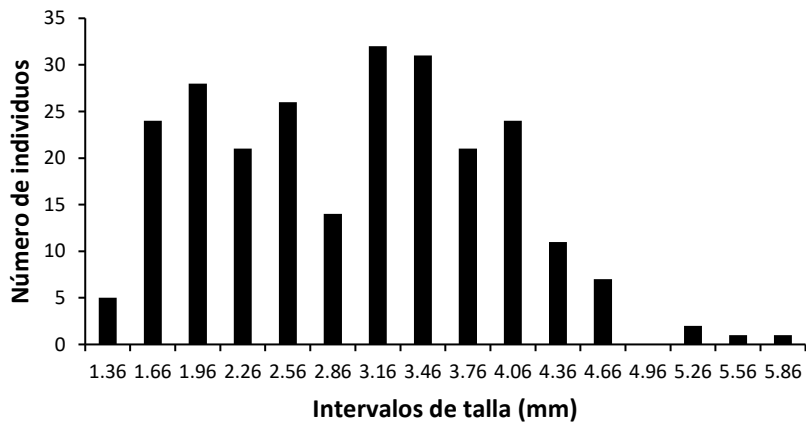


Fig. 17. Relación entre los intervalos de talla y el número de individuos en cada intervalo de los machos de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

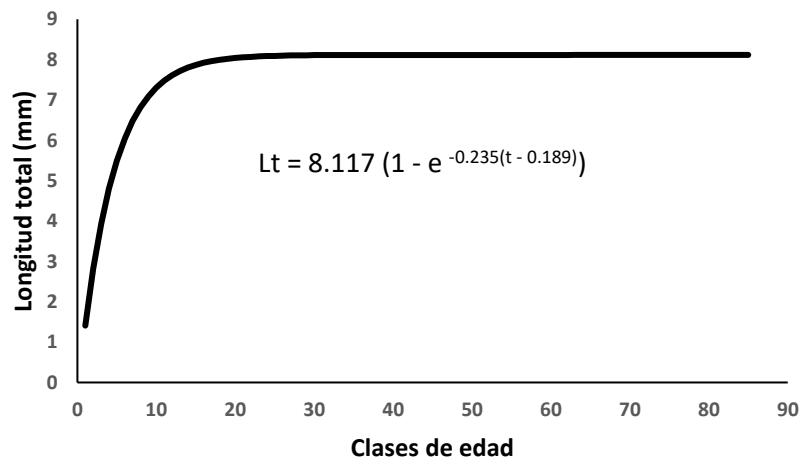


Fig. 18. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los machos de *Nototropis minikoi* de Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

El análisis del crecimiento de las hembras de *Amphitoe longimana* incluyendo los juveniles en Isla Contoy se realizó con un rango de tallas de 0.38 a 9.45 mm (Fig. ). Al aplicar el método de Battacharya se encontraron cinco clases modales 1.88, 4.58, 6.68, 8.48, 9.68 mm, posteriormente con el modelo de Von Bertalffy se obtuvo una Lmax de 14.537 y k de 0.242 (Figs. 19 y 20).

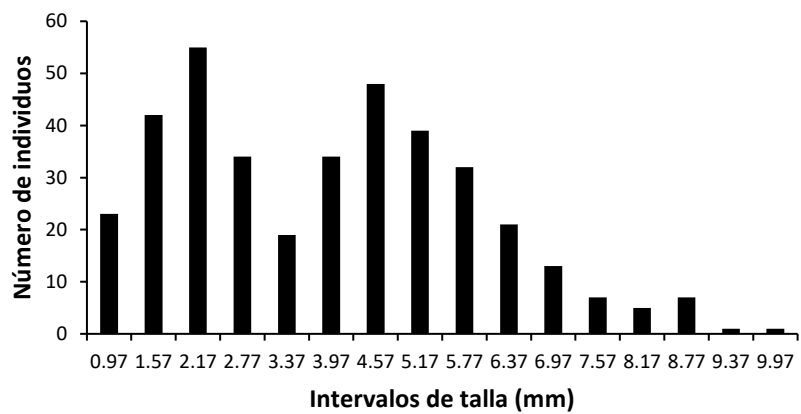


Fig. 19. Relación entre los intervalos de talla y el número de individuos en cada intervalo de las hembras de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

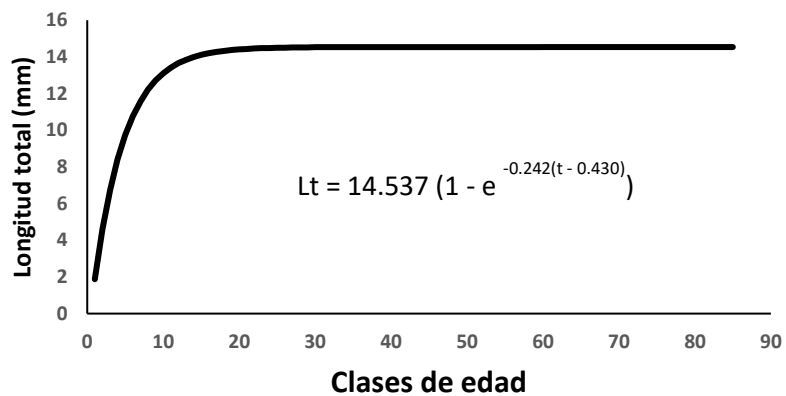


Fig. 20. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para las hembras de *Amphitoe longimana* de Isla Contoy, Quintana Roo, México.

El análisis del crecimiento de los machos de *Ampithoe longimana* incluyendo los juveniles en Isla Contoy se realizó con un rango de tallas de 0.38 a 7.4 mm (Fig. ). Al aplicar el método de Battacharya se encontraron cuatro clases modales, 1.875, 4.125, 5.875, 7.375 mm, posteriormente con el modelo de Von Bertalaffy se obtuvo una Lmax de 13.666 y k de 0.209 (Figs. 21 y 22).

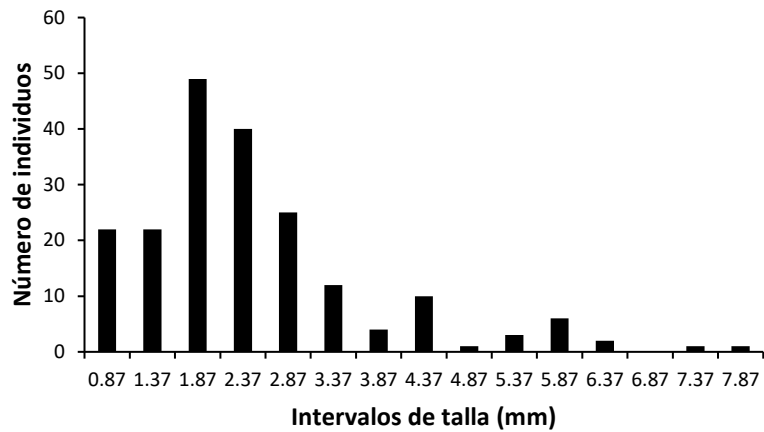


Fig. 21. Relación entre los intervalos de talla y el número de individuos en cada intervalo de los machos de *Ampithoe longimana* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

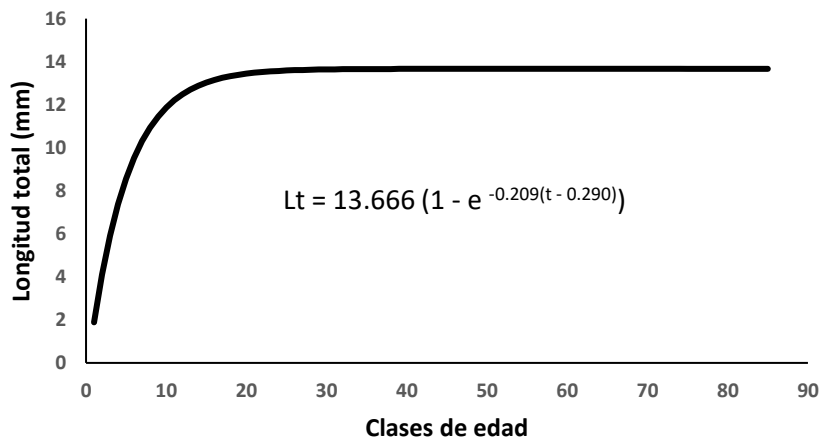


Fig. 22. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los machos de *Ampithoe longimana* de Isla Contoy, Quintana Roo, México.

El análisis del crecimiento de las hembras de *Ampithoe longimana* incluyendo los juveniles en Isla Mujeres se realizó con un rango de tallas de 1.02 a 6.81 mm (Fig. ). Al aplicar el método de Battacharya se encontraron cuatro clases modales 2.215, 4.415, 5.815, 6.615 mm, posteriormente con el modelo de Von Bertalaffy se obtuvo una Lmax de 7.943 y k de 0.490 (Figs. 23 y 24).

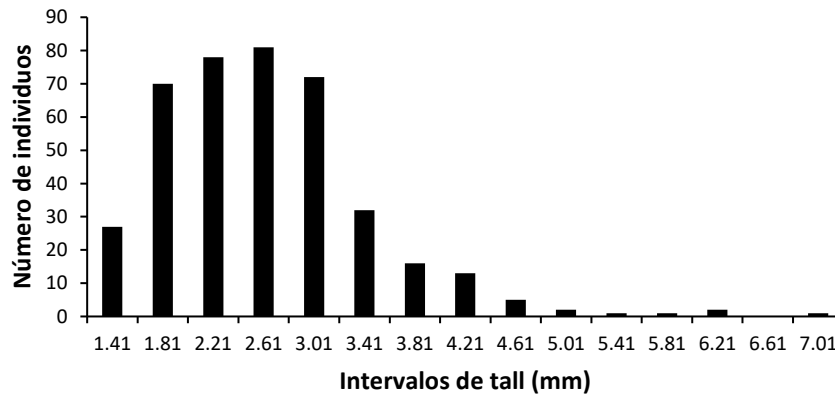


Fig. 23. Relación entre los intervalos de talla y el número de individuos en cada intervalo de las hembras de *Ampithoe longimana* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

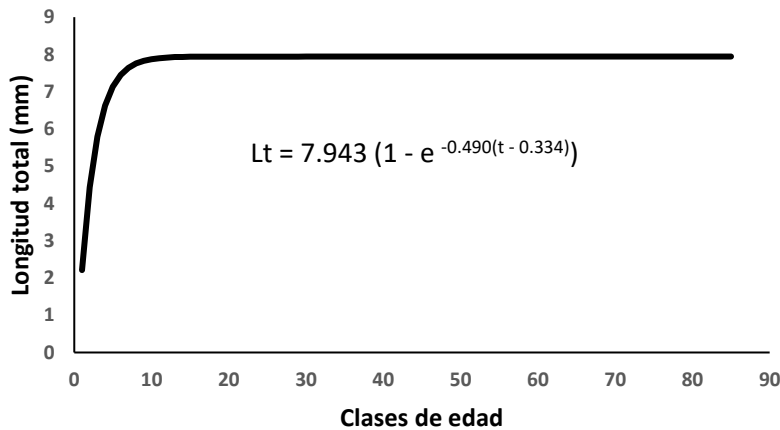


Fig. 24. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para las hembras de *Ampithoe longimana* de Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

El análisis del crecimiento de los machos de *Ampithoe longimana* incluyendo los juveniles en Isla Mujeres se realizó con un rango de tallas de 1.02 a 5.61 mm (Fig. ). Al aplicar el método de Battacharya se encontraron cinco clases modales, mm, posteriormente con el modelo de Von Bertalaffy se obtuvo una Lmax de 8.093 y k de 0.242 (Fig. 25 y 26).

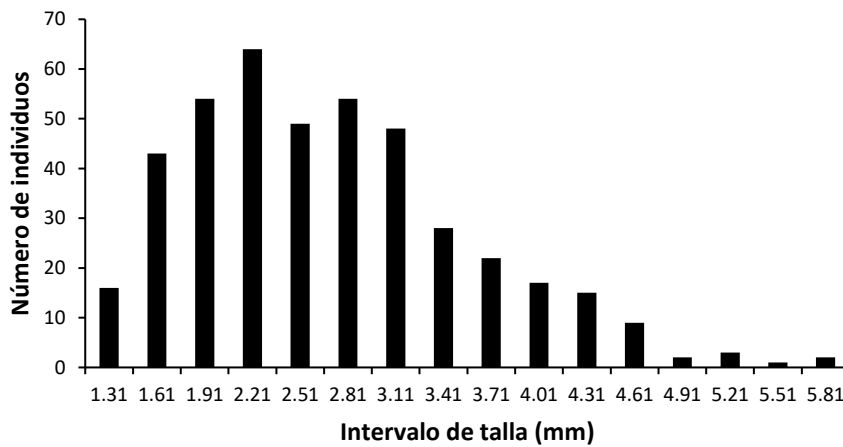


Fig. 25. Relación entre los intervalos de talla y el número de individuos en cada intervalo de los machos de *Ampithoe longimana* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

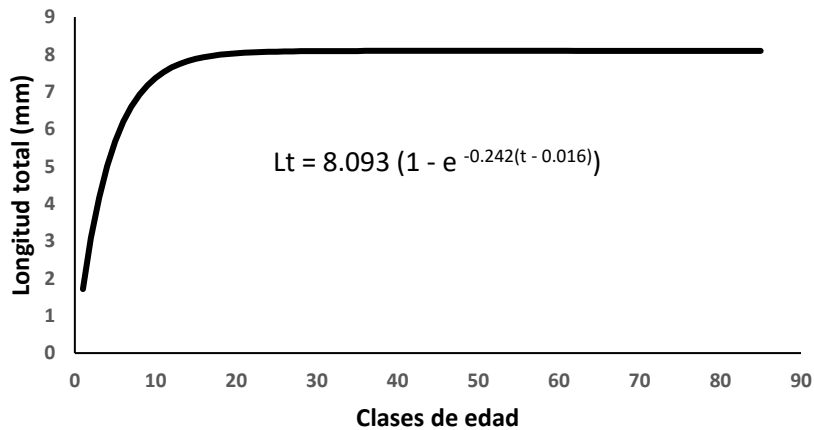


Fig. 26. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los machos de *Ampithoe longimana* de Isla Mujeres, Quintana Roo, México.



## Mortalidad

La mortalidad obtenida con el número de individuos de las clases modales en las hembras de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Contoy fue de -1.419, lo que representó el 24.20 % de supervivencia (Fig. 27).

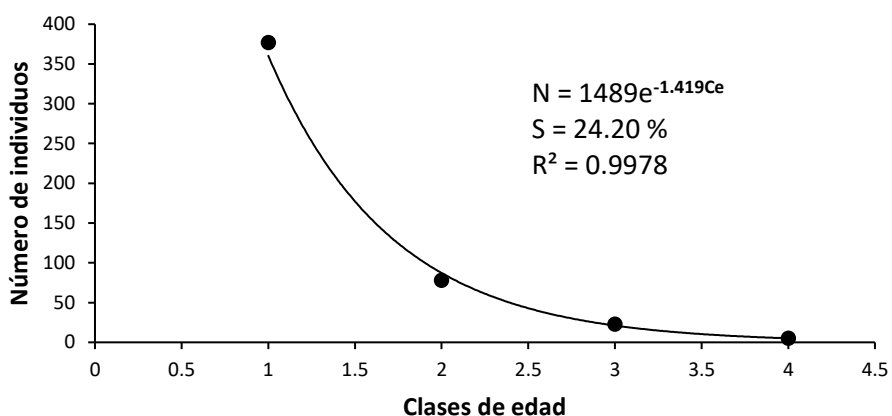


Fig. 27. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de las hembras de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

La mortalidad obtenida con el número de individuos de las clases modales en las hembras de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Mujeres fue de -1.151, lo que representó el 36.63 % de supervivencia (Fig. 28).

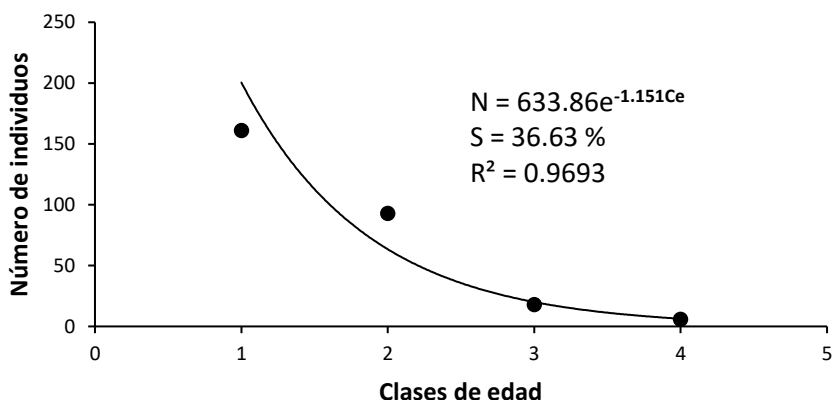


Fig. 28. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de las hembras de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

La mortalidad obtenida con el número de individuos de las clases modales en machos de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Contoy fue de -1.988, lo que representó el 13.70 % de supervivencia (Fig. 29).

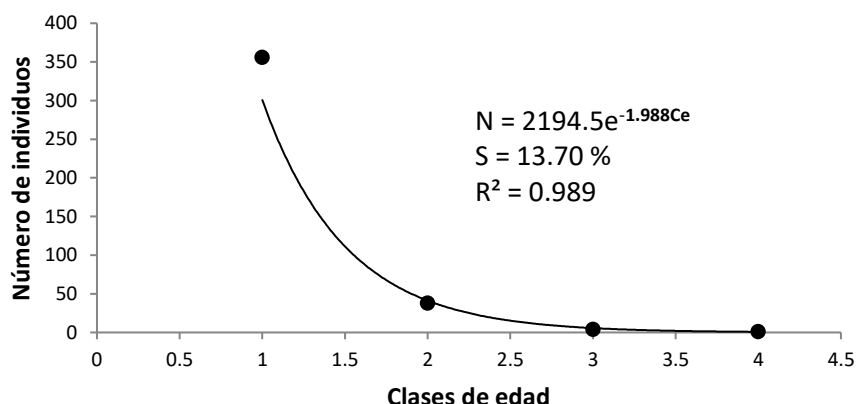


Fig. 29. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de los machos de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

La mortalidad obtenida con el número de individuos de las clases modales en machos de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Mujeres fue de -1.287, lo que representó el 27.61 % de supervivencia (Fig. 30).

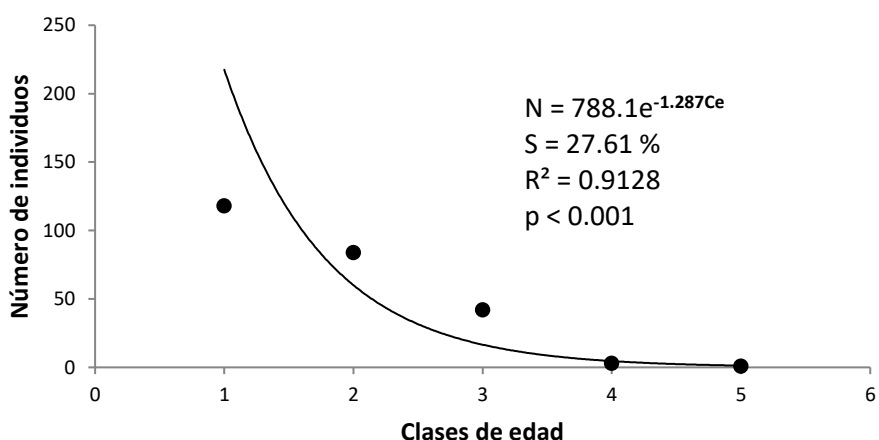


Fig. 30. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de los machos de *Nototropis minikoi* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

La mortalidad obtenida con el número de individuos de las clases modales en las hembras de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Contoy fue de -1.277, lo que representó el 27.89 % de supervivencia (Fig. 31).

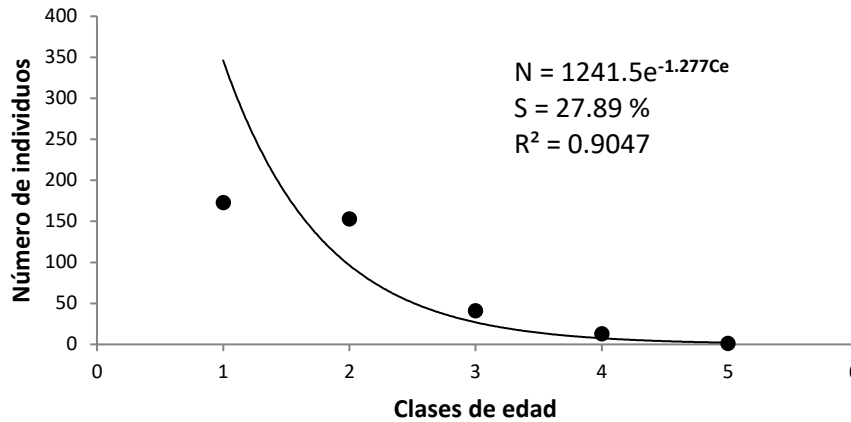


Fig. 31. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de las hembras de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

La mortalidad obtenida con el número de individuos de las clases modales en las hembras de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Mujeres fue de -2.017, lo que representó el 13.31 % de supervivencia (Fig. 32).

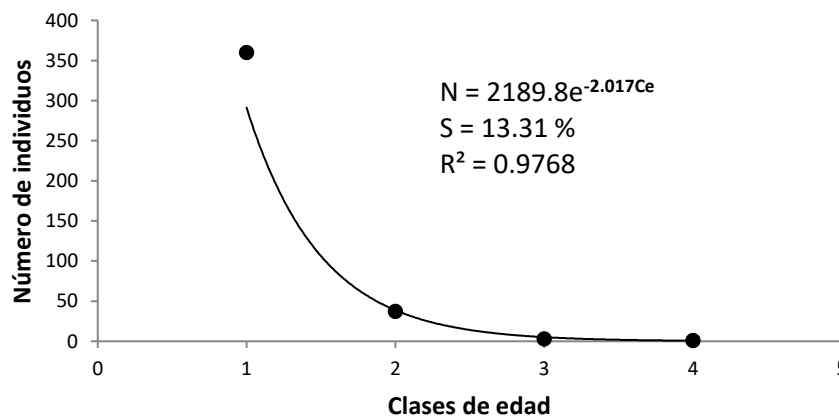


Fig. 32. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de las hembras de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

La mortalidad obtenida con el número de individuos de las clases modales en machos de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Contoy fue de -1.364, lo que representó el 25.56 % de supervivencia (Fig. 33).

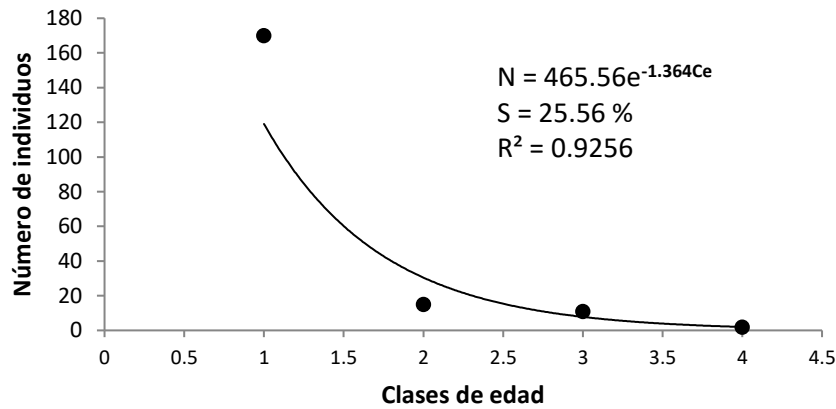


Fig. 33. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de los machos de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México.

La mortalidad obtenida con el número de individuos de las clases modales en machos de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Mujeres fue de -1.364, lo que representó el 25.56 % de supervivencia.

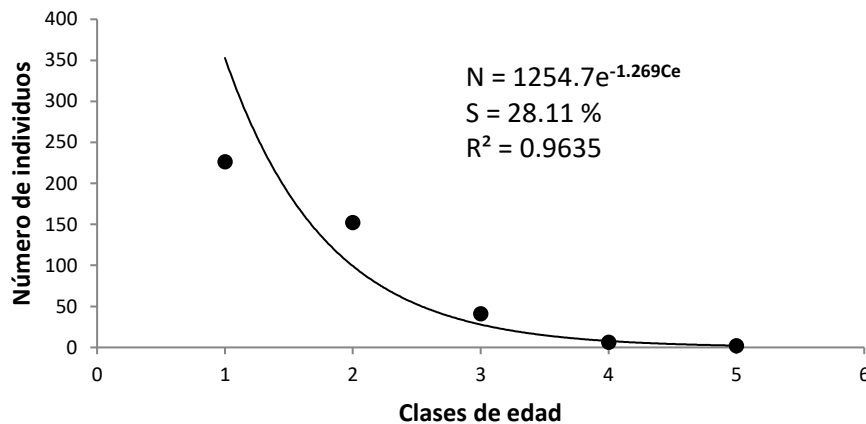


Fig. 34. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de los machos de *Amphitoe longimana* en el Parque Nacional Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

## Discusión

### Parámetros ambientales

La especie *N. minikoi* ha sido reportada en la parte sur de la boca de Laguna Campechen en donde se registró un promedio de temperatura de  $26.98 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$ , estos resultados son parecidos a los encontrados en este estudio en donde se registró en Isla Contoy una temperatura de  $27.06 \pm 0.56^{\circ}\text{C}$  y en Isla Mujeres  $26.436 \pm 0.60^{\circ}\text{C}$ .

La salinidad en donde ha sido reportada *N. minikoi* es de  $25.06 \pm 0.10^{\circ}\text{C}$  a diferencia de este estudio en donde se registró una salinidad de  $35.35 \pm 0.88$  en Isla Contoy y  $35.34 \pm 0.41$  en Isla Mujeres.

Los valores de oxígeno disuelto encontrados en Laguna Campechen donde se reportó *N. minikoi* fueron de  $5.74 \pm 0.06$  mg/l, en este estudio se obtuvieron valores mayores, con una media de  $8.2 \pm 0.84$  mg/l en Isla Contoy y  $6.72 \pm 0.34$  mg/l en Isla Mujeres.

La salinidad donde ha sido encontrada *A. longimana* es de un rango de 22-35 UPS parecida a la salinidad de este estudio en donde se reporta una salinidad de  $35.35 \pm 0.88$  en Isla Contoy y  $35.34 \pm 0.41$  en Isla Mujeres.

### Tamaño de los individuos

García (2017) reporta una talla promedio en hembras de  $5.12 \pm 0.59$  mm en organismos de la especie *N. minikoi* registrados en la Boca Campechen, Sian Ka'an, así mismo, Ledoyer (1986) reportó una talla de 5.4 mm en hembras de la misma especie en el estero Pargo en Términos en Campeche, estas tallas quedan comprendidas entre las

encontradas en este estudio donde el promedio para las hembras en Isla Contoy fue 8.3 mm y en Isla Mujeres fue de 6.48 mm.

Las tallas de los machos de *N. minikoi* fue menor, corresponde a lo encontrado García (2017) en donde reporta tallas para los machos de  $4.04 \pm 0.42$  mm, similares a las obtenidas en este estudio con tallas de 4.3 mm en Isla Contoy y 5.68 mm en Isla Mujeres.

En la especie *A. longimana* también las hembras fueron de mayor talla que los machos, en Isla Contoy las hembras midieron 9.4 mm y los machos 7.4 mm, mientras que en Isla mujeres las hembras midieron 6.81 mm y los machos 5.61 mm.

### **Parámetros de crecimiento**

El valor de la tasa de crecimiento de *N. minikoi* en Isla Mujeres se mantuvo en 0.2 en ambos sexos a diferencia de Isla Contoy que mostro diferencias en cuanto a hembras ( $K= 0.349$ ) y machos ( $K= 0.633$ ) parecida a la tasa de crecimiento que reporta García (2017) para esta misma especie ( $K= 0.67$ ) y en la especie *Waldeckia obesa* (Chevreux, 1095) también se reporta una constante de crecimiento de 0.5 a 0.6 según Bodil *et al.* (2001).

La tasa de crecimiento de la especie *A. longimana* se mantuvo en los valores de 0.2 a excepción de las hembras capturadas en Isla Mujeres en donde se obtuvo una constante de crecimiento de 0.490 este es un valor parecido 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).

### Estructura poblacional

La especie *N. minikoi* estuvo representada en Isla Mujeres por hembras con un 35.8% de la muestra seguida por los machos con 29.65% a diferencia de Isla Contoy en donde estuvo mayormente representada por juveniles teniendo el 65.7% de la muestra, seguida por las hembras ovigeras con el 18.7% al igual que un estudio realizado por Cházaro-Olvera, et al (2017) trabajaron con *N. minikoi* en Sian Ka'an en donde los juveniles representaron el 78.48% de la muestra, mientras que los machos representaron el 13,78% de la muestra y las hembras el 7,8%.

La especie *A. longimana* estuvo representada en Isla Contoy por hembras con un 45% de la muestra seguida por juveniles con 34.4% a diferencia de las muestras obtenidas en Isla Mujeres la cual estuvo representada por juveniles con un 42.4% seguido de machos con un 30.6%. Del mismo modo, Xinquin et al. (2013) realizaron un estudio con la especie *Ampithoe valida* (Smith, 1873), y también encontraron que los juveniles representaron el 41.9% del total Muestra en febrero y 78.4% en marzo.

### Supervivencia

La supervivencia poblacional en las hembras de la especie *N. minikoi* fue de 24.20% en Isla Contoy y en Isla mujeres 36.63% y de los machos 13.70% en Isla Contoy y en Isla Mujeres 27.61% presentando así una mortalidad elevada en Isla Contoy igual a la reportada por García (2017) reportando una supervivencia poblacional de 15% que 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 Xinquin et al. (2013) que señalan en distintas especies de anfípodos gamáridos la vida media es mayor en temperaturas más frías. En este estudio

la temperatura en Isla Contoy presentó un valor promedio de  $27.06 \pm 0.56$  °C, igual que lo reportado por García (2017) mientras que en Isla Mujeres fue de  $26.436$ °C. Por otra parte para la especie *A. longimana* se reportó en hembras una sobrevivencia más alta en Isla Contoy (27.89%) que en Isla Mujeres (13.31%).

### Parámetros poblacionales

La especie *N. minikoi* presento cuatro clases modales en un estudio realizado por García (2017) en donde 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 *N. minikoi*, parecido a lo reportado en este estudio encontrando solamente diferencia en los machos capturados en Isla mujeres en los cuales se obtuvieron cinco clases modales igual que los machos de la especie *A. longimana* y las hembras de esta especie capturadas en Isla Contoy.

### Fecundidad

Cházaro-Olvera et al. 2017 encontraron en *N. minikoi* un promedio de  $6 \pm 3.27$  huevos por hembras en Boca Campechen Sian Ka'an, parecido a los promedios obtenidos en este trabajo con las muestras provenientes de Isla Mujeres que fue de  $6.83 \pm 4.50$  huevos, a diferencia de las muestras de Isla Contoy en donde se reporta un mayor número de huevos promedio para las hembras de *N. minikoi* en donde el promedio fue de  $8.55 \pm 5.22$ . Parecido a lo reportado por Naomi (1979) en la misma especie un promedio de 8 a 9 huevos por hembra en un estudio realizado en aguas bajas de la bahía de Karwar, India.



García 2017 reporta una longitud total promedio de  $5.21 \pm 0.57$  mm en hembras ovígeras de *N. minikoi* a diferencia de este estudio en donde la longitud total de las hembras ovígeras osciló entre 3.8 a 8.3 mm en Isla Contoy y de 2.6 a 6.7 mm en Isla Mujeres.

La relación potencial entre la longitud total de las hembras y el número de huevos en ambas Islas fue significativa ( $p < 0.001$ ) parecido a lo registrado por Cházaro-Olvera et al. (2017) en donde encontraron una relación significativa entre la longitud total de la hembra y el número de huevos; esto es similar al obtenido en algunos estudios donde el número de huevos aumenta a medida que aumenta el tamaño (Hiwatari y Kajihara, 1984; Quintero et al., 1992; Thiel, 1998; Barca-Bravo et al., 2008). En este sentido, Begon et al. (1997) mencionan que hay una relación costo-beneficio en la dinámica poblacional de especies donde las hembras dividen su energía entre crecimiento y reproducción.

Jacobucci y Leite (2006) realizaron un estudio poblacional con especies pertenecientes a la familia Ampithoidae encontrando diferencia en el número promedio de huevos entre las especies *Anphitoe ramondi* con un promedio de  $20 \pm 12.38$  huevos por hembra y *Sunampithoe pelagica* con  $14.92 \pm 3.84$ , parecido a lo encontrado en el rango que se encontró en este trabajo, el número de huevos promedio para las hembras de *Amphitoe longimana* en Isla Mujeres fue de  $7.55 \pm 7.82$  y en Isla Mujeres fue de  $8.33 \pm 3.79$  huevos.

Bacela y Konopacka (2005) reportan para *Pontogammarus robustoides* que es un anfípodo grande con una longitud total entre 4.5 mm a 21 mm, una longitud total en hembras ovígeras mayores a 8.5 mm, entro otros anfípodos con alta fecundidad se reporta *Gammarus locusta* donde las hembras ovígeras miden entre 7 mm y 16 mm

(Costa y Costa 1999). Estas cifras son parecidas en lo reportado en este trabajo para *A. longimana*, la longitud total de las hembras ovígeras osciló entre 2.9 a 9.4 mm en Isla Contoy y de 4.0 a 11.0 mm en Isla Mujeres encontrando una relación potencial significativa entre la longitud total de las hembras y el número de huevos en ambas Islas.

## Conclusiones

La estructura poblacional de *N. minikoi* en Isla Contoy está representada en su mayoría por juveniles con un 65% y *A. longimana* está representada por hembras con un 45% seguida de juveniles con un 34%.

La estructura poblacional de *N. minikoi* en Isla Mujeres está representada por hembras con un 35% seguida de machos con un 29% y *A. longimana* está representada en su mayoría por juveniles con un 42% seguida de machos por un 30%.

El modelo de von Bertalanfy para *N. minikoi* en Isla Contoy obtuvo una  $L_{max}$  de 10.88 con una  $K= 0.349$  en hembras y  $L_{max}$  de 5.494 con una  $K= 0.633$  en machos y en Isla Mujeres se obtuvo una  $L_{max}$  de 9.365 con una  $K= 0.286$  en hembras y  $L_{max}$  de 8.117 con una  $K= 0.235$  en machos.

El modelo de von Bertalanfy para *A. longimana* en Isla Contoy obtuvo una  $L_{max}$  de 14.537 con una  $K= 0.242$  en hembras y  $L_{max}$  de 13.666 con una  $K= 0.209$  en machos y en Isla Mujeres se obtuvo una  $L_{max}$  de 7.943 con una  $K= 0.490$  en hembras y  $L_{max}$  de 8.093 con una  $K= 0.242$  en machos.

El número promedio de huevos para *N. minikoi* en Isla Contoy es de  $8.55 \pm 5.22$  y en Isla Mujeres  $6.83 \pm 4.50$  y el número promedio de huevos para *A. longimana* en Isla Contoy es de  $5.55 \pm 7.82$  y en Isla Mujeres de  $8.33 \pm 3.79$ .

La sobrevivencia en hembras de *N. minikoi* en Isla Contoy es de 24.20%, en machos es de 13.70%, en Isla Mujeres en hembras es de 36.63% y en machos es de 27.61% y para

la especie *A. longimana* la sobrevivencia en hembras de Isla Contoy es de 27.89%, machos 25.56%, en Isla Mujeres en hembras es de 13.31% y en machos es de 28.11%.

Este es uno de los primeros trabajos en México donde se analiza la población de *A. longimana* y el segundo de *N. minikoi*.

## BIBLIOGRAFIA

- Alegretti L., Umbuzeiro G. y Flynn M. 2016. Population Dynamics of *Parhyale Hawaiensis* () (Amphipoda: Hyalidae) Associated with an Intertidal Algal Belt in Southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. 36(6):785–791.
- Astthorsson, O.S. y R. Ralph. 1984. Growth and moulting of *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea). *Marine Biology*. 79: 5562.
- Bacela, K. y Konopacka, A. (2005). The life history of *Pontagammarus robustoides*, an alien amphipod species in polish. *Journal of Crustacean Biology* 25(2): 190-195.
- 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.
- Barnard, J. Laurens. 1965. Marine Amphipoda of the family Ampithoidae, *Proceedings of the U. S. National Museum* 118: 1-46.
- Bastos P. R. y Bueno A. A. P. 2016. Reproductive Biology and Egg Production of *Hyaella Longistila* () (Amphipoda: Hyaellidae), a Freshwater Amphipod in Southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 36(5): 724–730.
- Battacharya, C. G. 1967. 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 pp.
- Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend, 1997. *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades.* (Omega, Barcelona).
- Bodil, A. B., T. Brey & 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: 215-235.
- Bone, D. G., 1972. Aspects of the Antarctic amphipod *Bovallia gigantea* Pfeffer at Signy Island. *British Antarctic Survey Bulletin*. 27: 105-122.

- Bousfield, E.L. 1973. Shallow-water gammaridean Amphipoda of New England., Comstock Publishing Associates, Ithaca, NY.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 2003. Invertebrates. 2nd ed., Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Mass. 936 p.
- Bynum, H. k. y S. R. Fox. 1977. New and Noteworthy Amphipod Crustaceans from North Carolina. USA. Chesapeake Science. 18:1-33p.
- Calderón Aguilera, L.E., y H. Reyes Bonilla. 2005. Arrecifes, una interacción de bella complejidad. Ciencia y Desarrollo 30: 7-11.
- Carricart Ganivet, J.P., y G. Horta Puga. 1993. Arrecifes de coral en México, en S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (eds.), Biodiversidad marina y costera de México. Conabio-Ciqro, México, pp. 81-92.
- Casset M. A., F. R. Momo y D. N. Giorgi. 2001. Dinámica poblacional de dos especies de anfípodos y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la cuenca del río Luján (Argentina). Ecol. austral, Córdoba, v. 11(2):79-85.
- Castiglioni, D. S., A. V. Ozga, S. G. Rodrigues y A. P. Bueno. 2016. Population dynamics of a freshwater amphipod from South America (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae). Nauplius. 24.
- Chapman, J. W. 2017. Gammaride. 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. 545-618.
- Cházaro-Olvera, S., D. X. García, I. Winfield y M. Ortiz. 2017. Un estudio de población del anfípodo *Nototropis minikoi* (Gammaridea, Atylidae) en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Crustaceana. 90 (3) 337-348.
- Costa, F. O. y M. H. Costa. 1999. "Life history of the amphipod *Gammarus locusta* in the Sado estuary (Portugal)." Acta Oecologica. 20(4): 305-314.
- Covi, M. y R. Kneib. 1995. Intertidal distribution, population dynamics and production of the amphipod *Uhlorchestia spartinophila* in a Georgia, USA, salt marsh. Marine Biology. 121:447-455.

- Cuzin-Roudy, J., J. Berreur-Bonnenfant y M. C. Fried-Montaufier. 1981. Chronology of post-embryonic development in *Siriella armata* (Crustacea: Mysidacea) reared in the laboratory: growth and sexual differentiation. *International Journal of Reproductive BioMedicine*. 4: 193-208.
- Días, N.y M. Spring. 2003. Population Dynamics and Production of the Amphipod *Orchestia gammarellus* (Talitridae) in a Rio Formosa Saltmarsh (Southern Portugal). *Crustaceana*. 76(9): 1123-1141.
- Duarte, C., E. Jaramillo, H. Contreras, K. Acuña y J. M. Navarro. 2009. Importancia del subsidio de macroalgas sobre la abundancia y biología poblacional del anfípodo *Orchestoidea tuberculata* (Nicolet) en playas arenosas del centro sur de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 44(3): 691-702.
- Gasca, R. 2005. *Hyperoche shihi* sp. nov. (Crustacea: Peracarida: Amphipoda): a symbiont of a deepliving medusa in the Gulf of California. *Journal of Plankton Research*. 27(6): 617-621.
- García Delgado, X. 2017. *Estudio Poblacional de Nototropis minikoi* (Amphipoda: Atylidae) en la Boca Campechen, Sian Ka'an, Quintana Roo. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Giorgi, A. D. y B. Tiraboschi. 1999. Evaluación experimental del efecto de dos grupos de macroinvertebrados (anfípodos y gasterópodos) sobre algas epífitas. *Ecología Austral*. 9(1):35–44.
- Hartnoll, R. G. 1982. Growth. In: Bliss DE (ed) *The Biology of Crustacea*, 2. Embryology, Morphology and Genetics. Academic Press, New York, 111–196 pp.
- Hartnoll, R. G. 2001. Growth in Crustacea: twenty years on. *Hydrobiologia*. 449(1-3):111-122.
- Hiwaturi, T. y T. Kajihara. 1984. Population dynamics and life cycle of *Hyale barbicornis* (Amphipoda, Crustacea) in a blue mussel zone. *Marine Ecology Progress-Series*, 20: 177-183.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) 2016 H. Ayuntamiento Isla Mujeres. Disponible en

<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM23quintanaroo/municipios/23003a.html> Fecha de acceso: Agosto 2016.

- Jacobucci, Giuliano B., & Leite, Fosca P. P. 2006. Biología poblacional das espécies de Ampithoidae (Crustacea, Amphipoda) associadas a *Sargassum filipendula* (Phaeophyta, Fucales) na Praia da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 23(4): 1207-1216.
- Jelassie R. M., F. Bouslama, H. Khemaissia y K. Nasri-Ammar. 2015. Population structure and dynamics of *Orchestia montagui* (Crustacea: Amphipoda) in the Bizerte lagoon (northern Tunisia). *Italian Journal of Zoology*. 82(1): 101-111.
- 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.
- Lara-Lara, J.R., J. A. Arreola-Lizárraga, L. E. Calderón-Aguilera, V. F. Camacho-Ibar, G. de la Lanza-Espino, A. E. Giansone, M. I. Espejel-Carbajal, M. G. Arroyo, L. B. Ladah, M. L. Hernández, E. A. Meling-López, P. M. Casasola-Barceló, H. Reyes-Bonilla, E. Ríos-Jara, J. A. Zertuche-González. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, 109-134 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, Cypropoideidae and Dexaminidae. Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee. 91 pp.
- Ledoyer, M., 1986. Faune mobile des herbiers de phanerogames marines (Halodule et Thalassia) de la Laguna de Terminos (Mexique, Campeche). II. Les Gammariens (Crustacea). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 13: 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.
- Medeiros B. T. y Weber L. I. 2016. Aspects of the reproductive biology of the freshwater/brackish amphipod *Quadrivisio lutzi* (Crustacea, Amphipoda) from an unstable coastal lagoon of southeastern Brazil. *Nauplius*. Vol. 24:1-12
- 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.
- Mendoza-González, A. C. y L. E. Mateo-Cid. 1992. Algas marinas bentónicas de Isla Mujeres, Quintana Roo, México. *Acta Botánica Mexicana*. 19:37-61.
- Mills, E. L. 1964. Noteworthy amphipods in the collection of the Yale Peabody Museum, Postilla. 79: 1-41.
- Muskó, I. B. 1992. Amphipoda species found in Lake Balaton since 1897. *Miscellanea Zoologica Hungarica*. 7:59–64.
- Myers A. A y J. A. Lowry 2003. Phylogeny and a new classifications of the Corophiidea Leach 1814 (Amphipoda). *Journal of the Crustacean Biology*. 23: 443-485.
- Naomi, T. S. 1979. On a swarm of amphipods *Atylus minikoi* (Walker) in the Shallow waters of the Karwar bay. *Indian Journal of Fisheries*. 26 (1-2); 227-228.
- Ortiz M. y I. Winfield. 2015. A new amphipod species (Peracarida: Amphipoda: Ampithoidae) collected from Cenote Aerolito, Cozumel Island, Quintana Roo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86(2): 332–336.
- 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*.
- Ortiz, T. M., I. Winfield, E.G. Scheinvar y S. Chazáro-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. 234 p.

- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Documento Técnico. 234: 49 p.
- Polterman, M. 2000. Growth, production and productivity of the Arctic 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 hawaiiensis* (Gammaridea: Hyalidae). Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. 21(1): 85-93.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 191: 1-382.
- 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.
- Sastry, A. 1983. Ecological aspects of reproduction. *In*: Bliss, D. E. ed. The biology of Crustacea. New York, Academic Press. 179-269 pp.
- Schnute, J. y D. Fournier. 1980. A new approach to length-frequency analysis: growth structure. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 37: 1337-1351.
- Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) 1997. Programa de Manejo del Parque Nacional Isla Contoy México. 1 ed Instituto Nacional de Ecología 126 p.
- Secretaria de Relaciones Exteriores (SER). 2013. México: país megadiverso. Dirección General de Comunicación Social. Consultado en: <https://embamex.sre.gob.mx/dinamarca/images/pdf/meganota.pdf>
- 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.
- 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.

- Thiel M. y I. Hinojosa. 2009. Peracarida: Anfípodos, Isópodos, Tanaidáceos & Cumáceos. Fauna Marina Bentónica de la Patagonia Chilena. 671-738 pp.
- Thomas, J. D. 1993. Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: a critique with recommendations, and comments on the use of amphipods as bioindicators. *Journal of Natural History*. 27: 795-806.
- Vázquez-Domínguez, E. 2000. La importancia de la biodiversidad arrecifal. En O. Aburto Oropeza y C.A. Sánchez Ortiz (eds.). Recursos arrecifales del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 9-17 pp.
- Winfield, I., S. Cházaro-Olvera, M. Ortiz y U. Palomo-Aguayo. 2011. Lista de verificación actualizada de especies invasoras marinas de anfípodos (Peracarida: Gammaridea y Corophiidea) de México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 46: 349-361
- Winfield I. y M. Ortiz. 2011. Crustáceos con bolsa incubadora (Crustacea: Malacostraca: Peracarida) In: La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Vol. 2. Cruz A., F. G. Lorea H., J. E. Morales M. (eds.) Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. 277-286 p.
- Winfield I., M. R. Mucino-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.
- Xinquin Z., H. Lingfeng, H. Bangquin y L. Yungqing. 2013. Factors regulating population dynamics of the amphipod *Amphitoe valida* in eutrophic subtropical coastal Lagoon. *Acta Oceanologica*. 32 (6): 56-65