

ARTÍCULO

# Parámetros poblacionales de *Nototropis minikoi* y *Ampithoe longimana* (Crustacea: Amphipoda) en dos Islas del Mar Caribe mexicano

Population parameters of *Nototropis minikoi* and *Ampithoe longimana* (Crustacea: Amphipoda) in two Mexican Caribbean Sea Islands

Sergio Cházaro-Olvera<sup>1</sup>\*, Manuel Ortiz<sup>1</sup>, Ignacio Winfield<sup>1</sup> y Brizeida Viveros-Villaseñor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Crustáceos, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios No.1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepanitla, Código Postal 54090, Estado de México, México

\*Autor corresponsal: [schazaro@gmail.com](mailto:schazaro@gmail.com)

**Abstract.**— The population structure, growth, fertility and survival of *Nototropis minikoi* and *Ampithoe longimana* in Isla Contoy and Isla Mujeres from Mexican Caribbean were analyzed. A total of 2,815 amphipods of both species were collected: 1,407 of *Nototropis minikoi* and 1,408 of *Ampithoe longimana*. The temperature showed values of 26 to 27 °C, salinity of 35 to 36 units and dissolved oxygen of 6 to 9 mg L<sup>-1</sup>. The juveniles represented the highest percentage with 55 to 73% in *N. minikoi* and 57 to 67% in *A. longimana*. With the Bhattacharya method, 4 to 5 modal classes were found. With the von Bertalanffy model, the greatest maximum length of 10.88 mm (k= 0.35) and 14.54 mm (k= 0.24) in the females of *N. minikoi* and *A. longimana* were found, respectively. The average number of eggs was 6.83 ± 4.50 to 8.55 ± 5.22 in *N. minikoi* and 7.55 ± 4.82 to 8.33 ± 3.79 in *A. longimana*. Survival was 13.70 and 36.63% for *N. minikoi* and 13.31 and 28.11% for *A. longimana*, which corresponds to species with “r” strategy. The results showed a trade-off between the population parameters, since at a slow growth rate and a greater number of modal classes greater maximum sizes are reached.

**Key words:** Population dynamics, Amphipoda, growth, fertility, survival

**Resumen.**— Se analizó la estructura de la población, el crecimiento, la fecundidad y la supervivencia de *Nototropis minikoi* y *Ampithoe longimana* en Isla Contoy e Isla Mujeres del caribe mexicano. Se midieron la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto *in situ*. Se recolectaron un total de 2.815 anfípodos de ambas especies: 1.407 de *Nototropis minikoi* y 1.408 de *Ampithoe longimana*. La temperatura presentó valores de 26 a 27 °C, salinidad de 35 a 36 unidades y oxígeno disuelto de 6 a 9 mg L<sup>-1</sup>. Los juveniles representaron el mayor porcentaje con 55 a 73% en *N. minikoi* y del 57 a 67% en *A. longimana*. Con el método de Bhattacharya se encontraron de 4 a 5 clases modales. Con el modelo de von Bertalanffy se encontró que las hembras presentaron la mayor longitud máxima con 10,88 mm (k= 0,35) y 14,54 mm (k= 0,24) en *N. minikoi* y *A. longimana*, respectivamente. El promedio de huevos fue de 6,83 ± 4,50 a 8,55 ± 5,22 en *N. minikoi* y 7,55 ± 4,82 a 8,33 ± 3,79 en *A. longimana*. La supervivencia fue de 13,70 y 36,63% para *N. minikoi* y de 13,31 y 28,11% para *A. longimana*, lo cual corresponde a especies con estrategia “r”. Los resultados evidenciaron una relación costo-beneficio entre los parámetros poblacionales, dado que a una tasa de crecimiento lenta y un mayor número de clases modales se alcanzan tamaños máximos mayores.

**Palabras clave:** Dinámica poblacional, Amphipoda, crecimiento, fecundidad, supervivencia

## INTRODUCCIÓN

El número de especies del superorden Peracarida representa aproximadamente el 35,95% de la riqueza específica de los crustáceos (WoRMS 2020), además, constantemente se descubren nuevas especies que incrementan este número (Gasca 2005). Esta riqueza específica se relaciona con la gran diversidad de hábitats marinos donde se encuentran los peracáridos (Thiel & Hinojosa 2009), (*e.g.*, pedacaría de coral, algas, restos de madera, materiales de plástico, esponjas, cnidarios, balanos y fondos blandos) (Cházaro-Olvera *et al.* 2018).

Los peracáridos del orden Amphipoda han sido agrupados en 6 subórdenes (Lowry & Myers 2017). Dentro del superorden Peracarida, el orden Amphipoda es el más numeroso con 8.097 especies (WoRMS 2020). Desde el punto de vista ecológico, los anfípodos de los infraórdenes Gammarida y Corophiida (Lowry & Mayers 2017) son dominantes en la estructura comunitaria, ya que pueden ser utilizados como recurso alimenticio por otros invertebrados y peces (Dauby *et al.* 2003), como indicadores de estrés ambiental (Gomez-Gesteiras & Dauvin 2000) y en algunos casos, considerados especies exóticas invasoras, con efectos negativos para las comunidades bentónicas de los arrecifes de coral (Winfield *et al.* 2015).

*Ampithoe longimana* Smith, 1873, se encuentra distribuida en Florida (Barnard 1965, Bousfield 1973, Camp *et al.* 1998), Golfo de México (Christmas & Langley 1973, Escobar-Briones *et al.* 2002) y Mar Caribe (Martín & Díaz 2003), es herbívora y habita entre algas de los géneros *Asparagopsis*, *Caulerpa*, *Codium*, *Dyctiopteris*, *Dictyota*, *Gracilaria*, *Halimeda*, *Halymenia*, *Neomeris* y *Padina* (Winfield *et al.* 2020), donde puede construir madrigueras (Mills 1964, Barnard 1965, Bousfield 1973, LeCroy 2004, Ortiz *et al.* 2007, Winfield *et al.* 2011). *Nototropis minikoi* (Walker, 1905), también es clasificada como una especie marina que se distribuye en Florida (Camp *et al.* 1998), Golfo de México (Escobar-Briones *et al.* 2002) y Mar Caribe (Ortiz & Lemaitre 1994, Díaz 2001), habita en fondos arenosos, asociado a algas, o incluso en estadio adulto puede formar parte del plancton (Cházaro-Olvera *et al.* 2002, LeCroy 2004, Ortiz *et al.* 2007).

Por otro lado, el estudio de la dinámica de poblaciones marinas es de vital importancia, debido a que fundamenta el conocimiento sobre la protección de las poblaciones fuente que determinan la sostenibilidad de dichos ecosistemas (Figueroa-Fábrega *et al.* 2018). El conocimiento de la fecundidad de las especies permite determinar el potencial reproductivo de los individuos de una población, siendo un requisito previo para comprender la evolución de las estrategias reproductivas (Hartnoll 1982, Sastry 1983). Las evaluaciones del patrón de crecimiento individual muestran la historia natural de las poblaciones, que determinan a su vez la estructura de la población (Kim 2005), la supervivencia y la reproducción (Simões *et al.* 2013).

El crecimiento individual en los crustáceos es discontinuo, dada la conformación rígida de su exoesqueleto (Scarfe & Steele 2019). Así mismo, no se presentan estructuras calcificadas persistentes, como las escamas, otolitos o vértebras en los peces, por lo que las clases de edad deben ser obtenidas por metodologías indirectas, utilizando la distribución de frecuencias a través de las tallas (Bhattacharya 1967, Cházaro-Olvera *et al.* 2017). Después de obtener las clases modales, se pueden calcular la talla máxima y velocidad de crecimiento con modelos matemáticos como el de von Bertalanffy (Hartnoll 2001). Este modelo, ha sido aplicado a otras especies de peracáridos y sus resultados se relacionan con las condiciones ambientales como la

temperatura (Jelassi *et al.* 2014, Alegretti *et al.* 2016, Bastos-Pereira & Bueno 2016, Castiglioni *et al.* 2016, Medeiros & Weber 2016, Cházaro-Olvera *et al.* 2017), la salinidad y el oxígeno disuelto (Cházaro-Olvera & Peterson 2004). Sin embargo, los estudios sobre peracáridos en su mayoría siguen enfocándose principalmente a aspectos taxonómicos, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar la dinámica poblacional de *Nototropis minikoi* y *Ampithoe longimana*, así como determinar los valores de temperatura, salinidad y oxígeno en el hábitat en que se encuentran ambas especies respectivos a los Parques Nacionales Costa Occidental de Isla Mujeres e Isla Contoy, Quintana Roo, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ZONAS DE ESTUDIO

La Isla Contoy se declaró Parque Nacional “por considerar que reunía condiciones naturales excepcionales, por ser el punto terminal del sistema de arrecifes que bordea la costa oriental de la Península de Yucatán; por ser una de las pocas islas caribeñas que conserva prácticamente intactos sus ecosistemas terrestres y tiene una excelente representación de vegetación de duna costera y de manglar; es, asimismo, una de las principales zonas de refugio y anidación de aves marinas” (Diario Oficial de la Federación 1998)<sup>1</sup>. La Isla Contoy (21°27'40"-21°32'10"N; 86°46'40"-86°47'50"O) es una isla pequeña, con una superficie total de 2.382 km<sup>2</sup>, con 8,75 km de largo y 20 m de ancho en la zona norte y 700 m en su zona centro (SEMARNAP 1997). La Isla Mujeres “se decretó como Parque Nacional tomando como fundamento que los estudios y evaluaciones realizados, demostraron que se requería conservar el ambiente natural de la Costa Occidental, a fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de sus procesos ecológicos, salvaguardar la diversidad genética de las especies existentes y asegurar el aprovechamiento racional de los recursos, incluyendo las actividades pesqueras que se permitirían en la zona” (Diario Oficial de la Federación 1996)<sup>2</sup>. La Isla Mujeres (21°14'00"N; 86°44'00"O) está situada a 5 km de la costa oriental de la península de Yucatán, en el estado de Quintana Roo, México; tiene 8 km de largo, 800 m de ancho y 3,4 km<sup>2</sup> de superficie. La precipitación media anual

<sup>1</sup>Diario Oficial de la Federación. 1998a. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de parque nacional, la región denominada Isla Contoy y la porción marina que la circunda, con una superficie total de 5,126-25-95 hectáreas. Secretaría de Gobernación, Ciudad de México. <[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4864489&fecha=02/02/1998](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4864489&fecha=02/02/1998)>

<sup>2</sup>Diario Oficial de la Federación. 1996. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, ubicada frente a las costas de los Municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 8,673-06-00 hectáreas. Secretaría de Gobernación, Ciudad de México. <[http://diariooficial.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4892808&fecha=19/07/1996](http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4892808&fecha=19/07/1996)>

es de 980 a 1100 mm y su temperatura anual fluctúa de 26 a 28 °C (Mendoza-González & Mateo-Cid 1992, CONABIO 2020<sup>3</sup>). Ambas islas tienen clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, presentan vegetación principalmente de selva mediana subperennifolia y selva baja caducifolia; en el litoral existen manglares y tulares (INAFED 2016)<sup>4</sup>; pertenecen al conjunto de islas, bancos y arrecifes de la plataforma continental del Caribe mexicano.

#### TRABAJO DE CAMPO

El muestreo se realizó sobre vegetación sumergida en la zona submareal de Isla Mujeres e Isla Contoy. Con ayuda de un multiparamétrico HANNA HI 9828 se midieron *in situ* los valores de temperatura (precisión ± 0,15 °C), salinidad (precisión ± 0,01) y oxígeno disuelto (precisión ± 0,1 mg L<sup>-1</sup>). Se calcularon los valores promedio de cada parámetro ± la desviación estándar (±DE). Los arrastres se realizaron paralelos a la costa a 10 m de distancia con una red de Golpeo de 0,30 m de ancho por 0,48 m de largo, 330 micras de abertura y 0,77 m de longitud del copo. Las muestras se colocaron en frascos de plástico de 500 mL y se fijaron con alcohol etílico al 70%.

#### TRABAJO DE LABORATORIO

En el laboratorio de Crustáceos de la FES-Iztacala-UNAM, México se separaron de las muestras los anfípodos con pinzas y agujas entomológicas, auxiliados con un microscopio estereoscópico Motic SMZ-168. La identificación se realizó siguiendo los criterios de Chapman (2007) y Ortiz *et al.* (2014).

De las muestras se seleccionaron los organismos pertenecientes a las especies *Nototropis minikoi* y *Ampithoe longimana*. La diferenciación de machos se realizó por la presencia de las papilas penianas (Winfield *et al.* 2013), además, en *N. minikoi* el macho posee ojos de mayor tamaño, las coxas de los gnatópodos 1 y 2 son pequeñas y el artejo 6 del gnatópodo 2 es menos de dos veces el largo que el artejo 5 (Bynum & Fox 1977). Para la especie *A. longimana*, los gnatópodos de los machos tienen dimorfismo sexual, en los segmentos 5 y 6 del gnatópodo 1 son aproximadamente iguales y están densamente cubiertos de setas en el borde posterior, la palma del gnatópodo es más corta que el dactilo.

En la hembra, los segmentos 5 y 6 son más cortos, pero más gruesos, mientras que la palma es más larga que el dactilo. El gnatópodo 2 es más pequeño en las hembras que en los machos (Mills 1964, Barnard 1965, Bousfield 1973). En ambas especies, los ejemplares de tallas menores y que no fue posible establecer el sexo, fueron considerados como juveniles (Cházaro-Olvera *et al.* 2017).

Se obtuvo la longitud total de los anfípodos considerando la distancia del rostro y la punta del telson, considerando la curvatura normal de cada ejemplar. Las mediciones fueron obtenidas en mm con ayuda de un microscopio estereoscópico equipado con una cámara digital Omax® 14 mp usb 3.0 y el programa Toupview X86 (Toup Tek 2020)<sup>5</sup>.

El número de clases modales se obtuvo con el método de Bhattacharya (1967). Los parámetros del crecimiento (longitud máxima “Lmax” y tasa de crecimiento “k”) se obtuvieron mediante la ecuación de von Bertalanffy. Para ambas evaluaciones se utilizó el programa ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) (Brey & Pauly 1986) en el sistema FISAT II versión 1.2.2 (Gayaniilo *et al.* 1994).

Se separaron las hembras ovígeras por especie y se calculó la fecundidad. Para ello, se contó el número de huevos (Nh) de cada hembra y se midió su longitud total (LHO), la relación estas dos variables se llevó a cabo con un modelo potencial:

$$Nh = aLHO^b$$

Donde a y b son constantes.

Para obtener la supervivencia (S) se utilizó el modelo exponencial de Ricker (1975) que relaciona el número de individuos de la clase modal (N) con el tiempo que representa a cada clase modal (t):

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

Donde N<sub>0</sub> es el número teórico inicial de anfípodos, -z es la tasa de mortalidad. La supervivencia (S) en porcentaje se obtiene como: S % = 100 (e<sup>-z</sup>).

<sup>3</sup>CONABIO. 2020. Documentos, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Ciudad de México. <[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_104.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_104.html)>

<sup>4</sup>INAFED. 2016. H. Ayuntamiento Isla Mujeres. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México, Estado de Quintana Roo. Secretaría de Gobernación, Ciudad de México. <<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM23quintanaroo/municipios/23003a.html>>

<sup>5</sup>Toup Tek Photonic. 2020. <<http://www.touptek.com/product/showproduct.php?lang=en&id=213>>

## RESULTADOS

### PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

En Isla Contoy se obtuvo un promedio de temperatura  $27,06 \pm 0,56$  °C y en Isla Mujeres de  $26,44 \pm 0,60$  °C. La salinidad promedio en Isla Contoy fue de  $35,35 \pm 0,88$  y en Isla Mujeres de  $35,34 \pm 0,41$ . El promedio de oxígeno disuelto fue de  $8,2 \pm 0,84$  mg L<sup>-1</sup> para Isla Contoy y de  $6,72 \pm 0,34$  mg L<sup>-1</sup> para Isla Mujeres.

### ESTRUCTURA POBLACIONAL

Se recolectaron un total de 2.815 anfípodos: 1.407 de *Nototropis minikoi* y 1.408 de *Ampithoe longimana*. La estructura poblacional *N. minikoi* en Isla Contoy, estuvo representada por 496 (73%) juveniles, seguidos de las hembras con 132 (20%) (100 de las cuales fueron ovígeras) y 49 (7%) machos. En Isla Mujeres, la mayor abundancia también fue para los juveniles con 404 anfípodos (55%) seguidos de las hembras con 179 (25%) (73 de las cuales fueron ovígeras) y 148 (20%) machos.

La estructura poblacional de *A. longimana* en Isla Contoy fue de 327 (57%) juveniles seguidos de las hembras con 217 (38%) (68 de las cuales fueron ovígeras) y los machos con 35 (6%). En Isla Mujeres se encontraron 495 (60%) juveniles, seguida de los machos con 179 (21%) y las hembras con 154 (19%) (3 de las cuales fueron ovígeras).

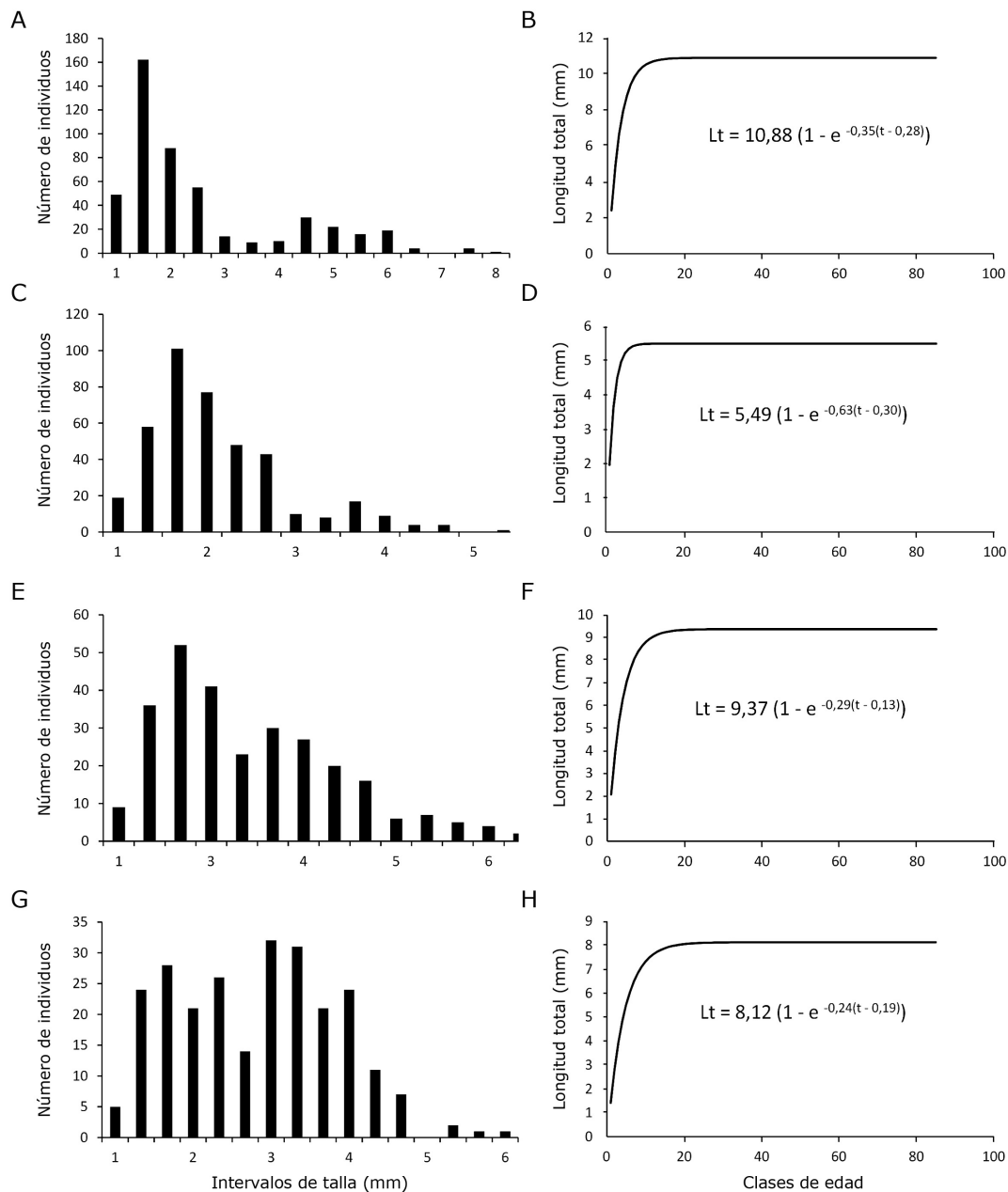
### PARÁMETROS POBLACIONALES Y CRECIMIENTO

Las hembras de *N. minikoi* en ambas islas y los machos en Isla Contoy estuvieron estructurados por cuatro clases modales, mientras que los machos en Isla Mujeres estuvieron formados por cinco clases modales (Tabla 1). Con el modelo de crecimiento el valor más alto de Lmax (10,88 mm) se encontró en las hembras y la tasa de crecimiento más alta (k= 0,63) en los machos de Isla Contoy (Fig. 1A-H).

**Tabla 1. *Nototropis minikoi* y *Ampithoe longimana*. Parámetros poblacionales en Isla Contoy e Isla Mujeres, México / *Nototropis minikoi* and *Ampithoe longimana*. Population parameters in Isla Contoy and Isla Mujeres, Mexico**

|                                | <i>N. minikoi</i> |              | <i>A. longimana</i> |              |
|--------------------------------|-------------------|--------------|---------------------|--------------|
|                                | Isla Contoy       | Isla Mujeres | Isla Contoy         | Isla Mujeres |
| Clase de edad de hembras (mm)  |                   |              |                     |              |
| I                              | 2,41              | 2,07         | 1,88                | 2,22         |
| II                             | 4,91              | 3,87         | 4,58                | 4,42         |
| III                            | 6,66              | 5,27         | 6,68                | 5,82         |
| IV                             | 7,91              | 6,27         | 8,48                | 6,62         |
| V                              |                   |              | 9,68                |              |
| Lmax (mm)                      | 10,88             | 9,37         | 14,54               | 7,94         |
| K                              | 0,35              | 0,29         | 0,24                | 0,49         |
| Clase de edad de machos (mm)   |                   |              |                     |              |
| I                              | 1,96              | 1,97         | 1,88                | 1,71         |
| II                             | 3,61              | 3,32         | 4,13                | 3,09         |
| III                            | 4,51              | 4,22         | 5,88                | 4,16         |
| IV                             | 4,96              | 5,12         | 7,38                | 5,01         |
| V                              |                   | 5,72         |                     | 5,67         |
| Lmax (mm)                      | 5,49              | 8,12         | 13,67               | 8,09         |
| K                              | 0,63              | 0,24         | 0,21                | 0,24         |
| Número de huevos (±DE)         | 8,55 ± 5,22       | 6,83 ± 4,50  | 7,55 ± 5,82         | 8,33 ± 3,79  |
| Longitud hembras ovígeras (mm) | 3,8-8,3           | 2,6-6,7      | 2,9-9,4             | 4,0-11,0     |
| Mortalidad (hembras)           | -1,419            | -1,151       | -1,277              | -2,017       |
| Supervivencia (%)              | 24,20             | 36,63        | 27,89               | 13,31        |
| Mortalidad (machos)            | -1,988            | -1,287       | -1,364              | -1,270       |
| Supervivencia (%)              | 13,70             | 27,61        | 25,56               | 28,11        |

DE, desviación estándar; k, tasa de crecimiento; Lmax, longitud máxima

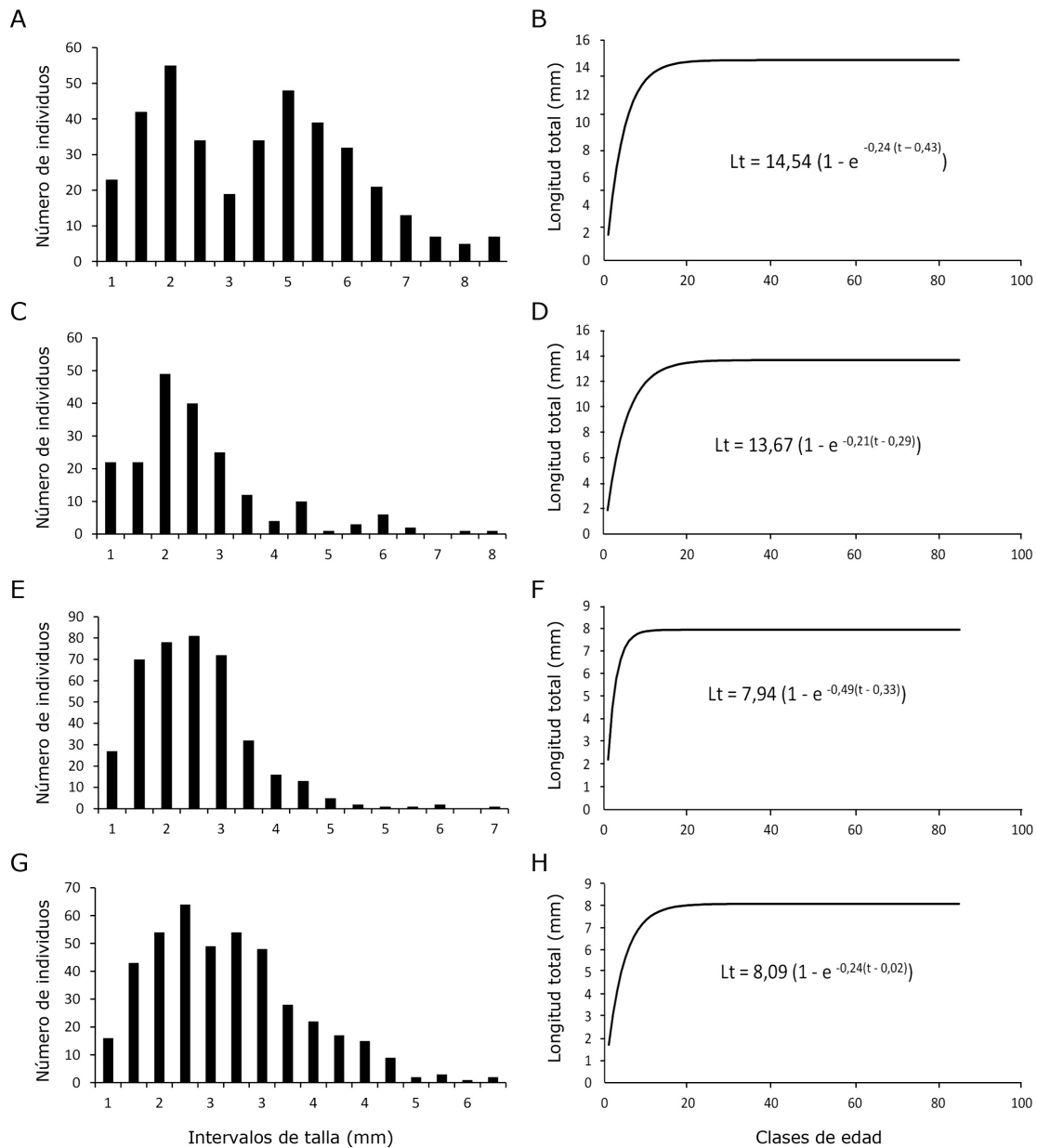


**Figura 1. *Nototropis minikoi*. Relación entre los intervalos de talla con el número de individuos en cada intervalo y modelo de crecimiento de von Bertalanffy. Isla Contoy, A-B) hembras, C-D) machos; Isla Mujeres, E-F) hembras y G-H) machos. Lt: Longitud total, t: tiempo / Relationship between size intervals with the number of individuals in each interval and von Bertalanffy growth model. Isla Contoy, A-B) females, C-D) males; Isla Mujeres, E-F) females and G-H) males. Lt: Total length, t: time**

Para *A. longimana* se determinaron 5 clases modales en las hembras y 4 clases en los machos de Isla Contoy. En Isla Mujeres las hembras estuvieron estructuradas por 4 clases modales y los machos por 5 clases (Tabla 1). Con el modelo de crecimiento se encontró el valor más alto de  $L_{max}$  (14,54 mm) para las hembras de Isla Contoy y la tasa de crecimiento más alta ( $k= 0,49$ ) para las hembras de Isla Mujeres (Fig. 2A-H).

#### FECUNDIDAD

El número promedio de huevos ( $8,55 \pm 5,22$ ) y la talla de las hembras ovígeras (3,8 a 8,3 mm) de *N. minikoi* de Isla Contoy fue mayor a los encontrados en Isla Mujeres. La relación potencial entre la longitud total y el número de huevos en ambas islas fue significativa ( $P < 0,001$ ) (Tabla 1) (Fig. 3A y B).

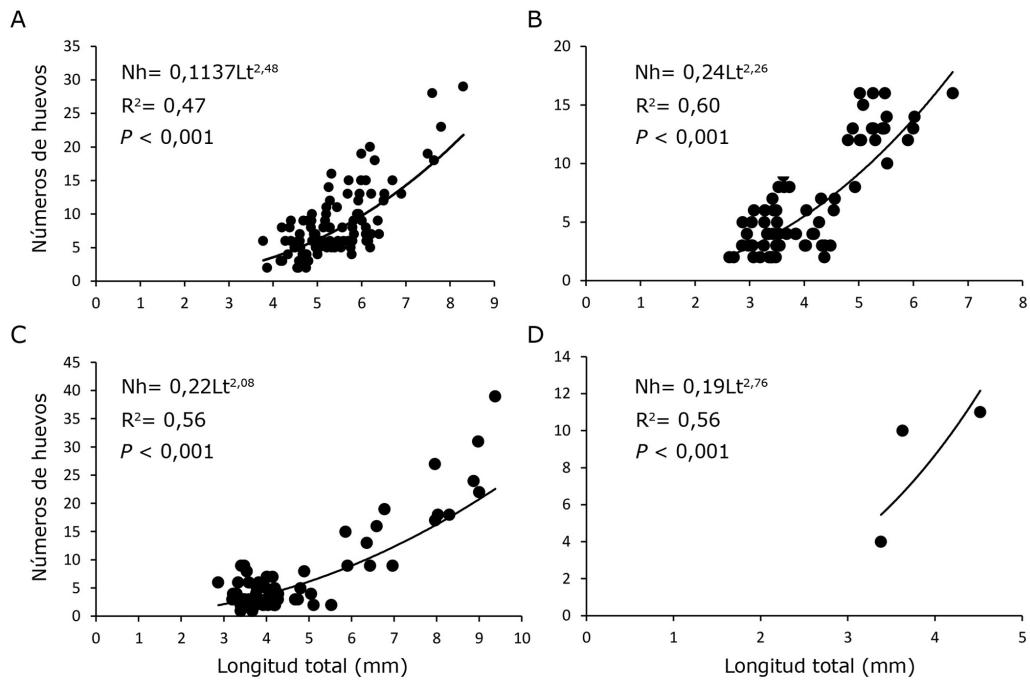


**Figura 2. *Ampithoe longimana*. Relación entre los intervalos de talla con el número de individuos en cada intervalo y modelo de crecimiento de von Bertalanffy. Isla Contoy, A-B) hembras, C-D) machos; Isla Mujeres, E-F) hembras y G-H) machos. Lt: Longitud total, t: tiempo / Relationship between size intervals with the number of individuals in each interval and von Bertalanffy growth model. Isla Contoy, A-B) females, C-D) males; Isla Mujeres, E-F) females and G-H) males. Lt: Total length, t: time**

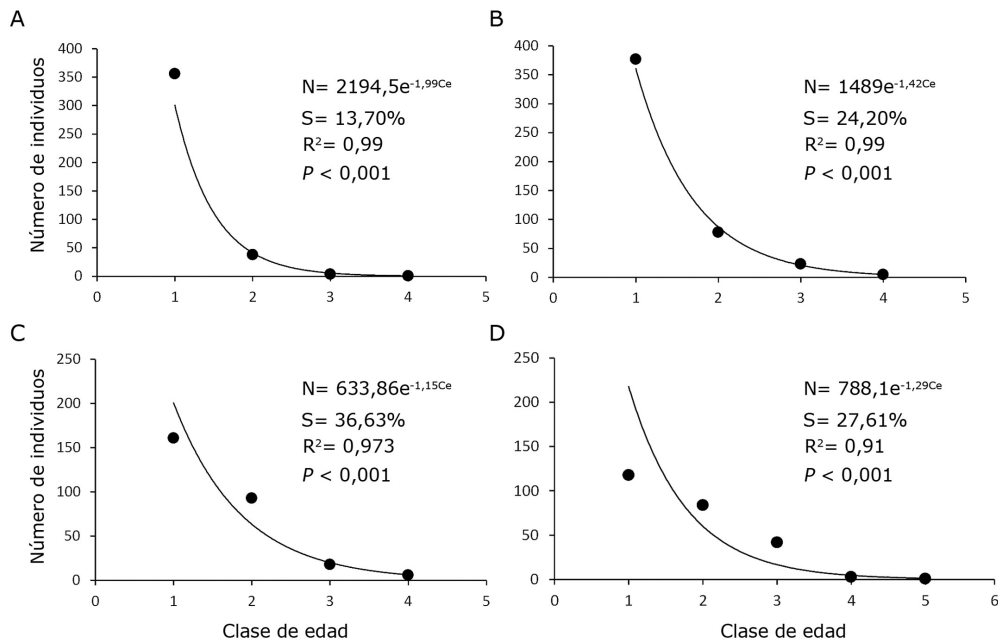
El número promedio de huevos ( $8,33 \pm 3,79$ ) y la talla (4,0-11,0 mm) de *A. longimana* de Isla Mujeres fue mayor que en Isla Contoy (Tabla 1). La relación potencial entre la longitud total de las hembras y el número de huevos en ambas islas fue significativa ( $P < 0,001$ ) (Fig. 3C y D).

#### SUPERVIVENCIA

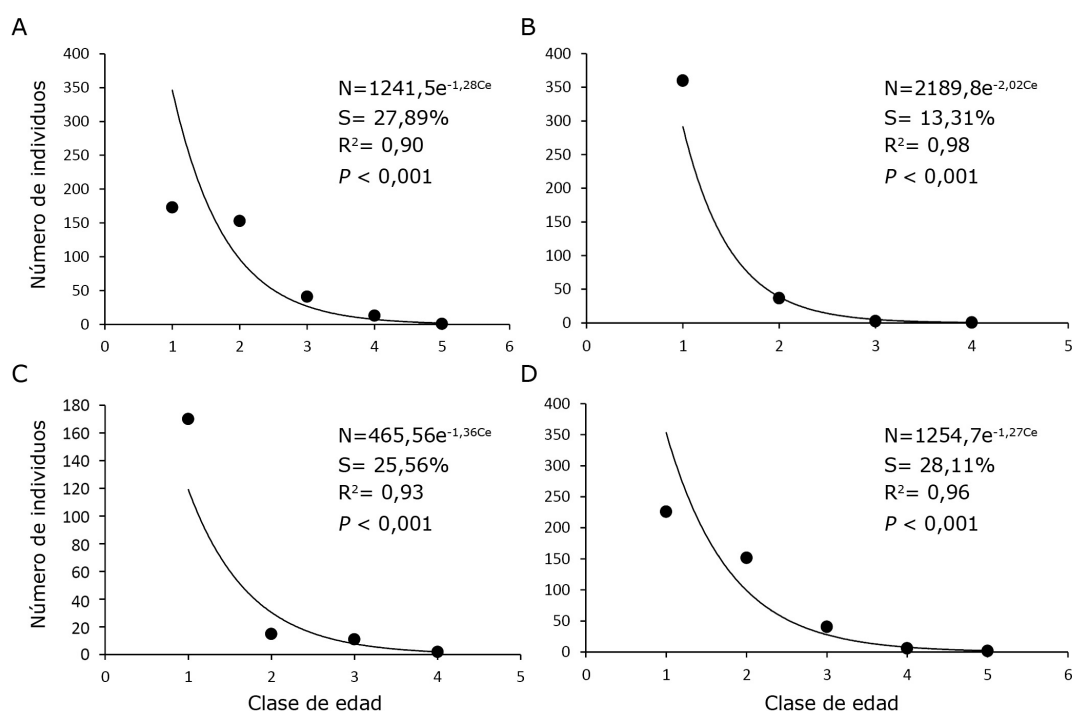
La mortalidad de los machos de *N. minikoi* en Isla Contoy fue la más alta con  $z = -1,988$  que corresponde al 13,70% de supervivencia (Tabla 1) (Fig. 4A-D). La mortalidad para las hembras de *A. longimana* en Isla Mujeres fue la más alta con  $z = -2,017$  que corresponde al 13,31% de supervivencia (Tabla 1) (Fig. 5A-D).



**Figura 3. *Nototropis minikoi* (A, B) y *Ampithoe longimana* (C, D). Relación entre la talla de hembras ovígeras y el número de huevos en Isla Contoy (A, C) e Isla Mujeres (B, D), Quintana Roo, México / Relationship between the size of ovigerous females and the number of eggs in Isla Contoy (A, C) and Isla Mujeres (B, D), Quintana Roo, Mexico**



**Figura 4. *Nototropis minikoi*. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de las hembras. Isla Contoy, A) Hembras, C) Machos; Isla Mujeres, B) Hembras, D) Machos. N: número de anfípodos, S: supervivencia, Ce: número de la clase de edad / Relationship between age classes and the number of female individuals. Isla Contoy, A) Females, C) Males; Isla Mujeres, B) Females, D) Males. N: number of amphipods, S: survival, Ce: age class number**



**Figura 5. *Ampithoe longimana*. Relación entre las clases de edad y el número de individuos de las hembras. Isla Contoy, A) Hembras, C) machos; Isla Mujeres, B) Hembras, D) Machos. N: número de anfípodos, S: supervivencia, Ce: número de la clase de edad / Relationship between age classes and the number of female individuals. Isla Contoy, A) Females, C) Males; Isla Mujeres, B) Females, D) Males. N: number of amphipods, S: survival, Ce: age class number**

## DISCUSIÓN

### TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELT

La especie *N. minikoi* ha sido encontrada en aguas con temperaturas que van de 19,7 a 29,7 °C, salinidad de 23,6 a 34,8 unidades y oxígeno disuelto de  $5,74 \pm 0,06$  mg L<sup>-1</sup> (Cházaro-Olvera *et al.* 2017). Por otro lado, *A. longimana* ha sido encontrada en sitios con salinidad de 22 a 62 (Raz-Guzmán & Soto 2017) y temperatura de 19 a 35 °C. Los resultados anteriores son consistentes con los valores obtenidos en el presente estudio, por lo que, de acuerdo con la salinidad, ambas especies tienen afinidad nerítica-oceánica (Suárez 1992), con agua subsaturada a saturada de oxígeno disuelto (Lekang 2013) y temperaturas que corresponden a un clima subtropical (Winfield *et al.* 2011).

### ESTRUCTURA POBLACIONAL

Se ha encontrado que la estructura poblacional de *N. minikoi* está compuesta por el 78,48% de juveniles, 13,78% machos y 7,8% de hembras (Cházaro-Olvera *et al.* 2017). Por otro lado, Zheng *et al.* (2013) encontraron que en una población de *Ampithoe valida* (Smith, 1873) los juveniles representaron entre el 41,9 y el 78,4% de la población. En

el presente estudio, los juveniles también presentaron el mayor porcentaje en la estructura poblacional de ambas especies, seguidos de las hembras.

### PARÁMETROS POBLACIONALES Y CRECIMIENTO

En general, en *N. minikoi* se encontraron 4 clases modales; esto es consistente con otros estudios realizados para esta especie como el de Cházaro-Olvera *et al.* (2017) o el trabajo de Collie (1985) sobre *Erichthonius fasciatus* (Stimpson, 1853). Por otro lado, en el presente estudio *A. longimana* alcanzó tallas mayores por lo que los individuos pueden agruparse en 5 clases modales.

Cházaro-Olvera *et al.* (2017) encontraron una talla promedio en hembras de  $5,12 \pm 0,59$  mm en *N. minikoi* en Laguna Campeche en Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Así mismo, Ledoyer (1986) encontró una talla de 5,4 mm para hembras en el estero Pargo en la laguna de Términos, Campeche, México. Lo anterior es consistente con las tallas encontradas para las hembras en este estudio ( $5,11 \pm 1,26$  mm). Así mismo, Cházaro-Olvera *et al.* (2017) obtuvieron una talla promedio de  $4,04 \pm 0,42$  mm para los machos, similar a las tallas obtenidas en el presente trabajo en ambas islas.



Para las hembras de *A. longimana* se han encontrado tallas promedio de  $5,8 \pm 0,38$  mm (Nelson 1978) siendo consistentes con las determinadas en este trabajo. En otras especies de anfípodos como *Charcotia obesa* Chevreux 1906, se han obtenido tasas de crecimiento (k) de 0,5 a 0,6 (Bluhm *et al.* 2001), mientras que para *N. minikoi* se encontraron valores de  $k = 0,67$  (Cházaro-Olvera *et al.* 2017). Lo anterior concuerda con el resultado obtenido en el presente trabajo para Isla Contoy, sin embargo, el valor encontrado en Isla Mujeres fue menor, lo que puede relacionarse con un mayor estrés ambiental por las actividades turísticas que ahí se realizan, tales como el viaje en los trasbordadores desde Puerto Juárez, Punta Sam, o Playa Linda, actividades de playa, observación de los arrecifes con equipo de buceo o esnórquel, pesca, viajes en lanchas o yates turísticos, visita a las ruinas mayas, entre otros (INE 1997). Por otro lado, la tasa de crecimiento fue menor en *A. longimana* lo cual concuerda con lo obtenido por Bone (1972) para *Bovallia gigantea* Pfeffer, 1888, con  $k = 0,2$  y Poltermann (2000) para *Gammarus wilkitzki* Birula, 1897 con  $k = 0,48$ .

#### FECUNDIDAD

Cházaro-Olvera *et al.* (2017) encontraron para *N. minikoi* un promedio de  $6 \pm 3,27$  huevos en Laguna Campechen de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an y Naomi (1979) encontró de 8 a 9 huevos, lo que es similar al promedio obtenido en el presente trabajo. La relación potencial entre la longitud total de las hembras y el número de huevos en ambas islas fue significativa ( $P < 0,001$ ), y Cházaro-Olvera *et al.* (2017) igualmente encontraron una relación potencial significativa. En otros estudios, también se menciona que el número de huevos aumenta a medida que aumenta el tamaño de las hembras (Hiwatari & Kajihara 1984, Quintero *et al.* 1992, Thiel 1998, Barca-Bravo *et al.* 2008).

Por otro lado, en un estudio con especies pertenecientes a la familia Ampithoidae se encontró que *Ampithoe ramondi* Audouin, 1826, tuvo un promedio de  $20 \pm 12,38$  huevos y *Sunamphitoe pelagica* (H. Milne Edwards, 1830) de  $14,92 \pm 3,84$  huevos (Jacobucci & Leite 2006), estos valores son consistentes con lo encontrado en el presente estudio para *A. longimana* y son similares a lo presentado por Nelson (1978) quien obtuvo un promedio de  $9,4 \pm 0,38$  huevos.

#### SUPERVIVENCIA

La supervivencia de *N. minikoi* y *A. longimana* fueron bajas, al respecto, Cházaro-Olvera (2017) estimaron una supervivencia del 15% para *N. minikoi* que implica una tasa de mortalidad elevada en las primeras clases de edad y es característica de una especie con estrategia "r" (Pianka 1982). Algunos trabajos mencionan que la mortalidad depende de la temperatura (Sainté-Marie 1991, Zheng *et al.* 2013), pues en distintas especies de anfípodos gamáridos la vida media es mayor a temperaturas más frías. Lo anterior es consistente con lo encontrado en el presente estudio, ya que como se mencionó, el clima de esta región es subtropical (Winfield *et al.* 2011), lo que puede ocasionar la disminución de la supervivencia.

En respuesta a los cambios de salinidad, en algunas especies de anfípodos eurihalinas, las mayores tasas de supervivencia y crecimiento las presentan los juveniles a salinidades que van de 15 a 17 y disminuyen con el crecimiento de los individuos cuando se encuentran a salinidad igual o mayor de 35 (Steele & Steele 1991), esto es consistente con lo encontrado en el presente estudio ya que la supervivencia disminuye cuando las tallas de ambas especies son mayores. Respecto al oxígeno disuelto, los Criterios Ecológicos de Calidad de Aguas (Diario Oficial de la Federación 1989)<sup>6</sup> establecen que la concentración para la protección y adecuado desarrollo de la vida acuática debe ser al menos de  $5 \text{ mg L}^{-1}$ . Estudios realizados con especies de gamáridos han encontrado que a temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  los valores de tolerancia mínima para la concentración de oxígeno disuelto están entre 2,1 y  $4,3 \text{ mg L}^{-1}$  (Sprague 1963, Gaufin 1973, Hoback & Barnhart 1996). En el presente estudio, los valores de oxígeno disuelto estuvieron por arriba de las concentraciones mencionadas, por lo que *N. minikoi* y *A. longimana* se encuentran en condiciones adecuadas de oxígeno disuelto para su crecimiento y desarrollo.

En conclusión, *N. minikoi* y *A. longimana* pueden ser encontradas en ambientes subtropicales a temperatura de  $19$  a  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ , tienen afinidad oceánica-nerítica en salinidad de 22 a 36 y en aguas subsaturadas a saturadas de oxígeno disuelto con 6 a  $9 \text{ mg L}^{-1}$ . El mayor porcentaje en la estructura poblacional lo presentaron los juveniles tanto en *N. minikoi* como en *A. longimana*. Se obtuvieron 4

<sup>6</sup>Diario Oficial de la Federación. 1989. Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Aguas CE-CCA-001/89. Secretaría de Gobernación, México. <[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4837548&fecha=13/12/1989](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4837548&fecha=13/12/1989)>

clases de edad en *N. minikoi* y 5 en *A. longimana*, y esta última presenta tallas mayores. La tasa de crecimiento estuvo entre 0,2 y 0,6, siendo generalmente mayor en *N. minikoi*, aunque las tallas máximas son menores a las de *A. longimana*. La fecundidad estuvo entre 3 y 29 huevos en *N. minikoi* y de 3 a 39 huevos en *A. longimana*, lo que se relaciona también con la mayor talla de esta última especie. La tasa de mortalidad fue elevada sobre todo en las primeras edades, lo anterior es característico de una especie con estrategia “r”. Los resultados evidencian una relación costo-beneficio entre los parámetros de la población, dado que a una tasa de crecimiento lenta y un mayor número de clases modales se alcanzan longitudes máximas mayores.

## AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (UNAM), proyecto PAPIIT-IN220715. A las autoridades de CONAPESCA-DGOPA (SAGARPA) por los permisos otorgados para el ingreso y recolecta científica (DGOPA.01024.110213.0236 y PPF/DGOPA-051/15). A los estudiantes que participaron en la separación del material biológico. Los autores agradecemos y reconocemos ampliamente a los revisores por el tiempo y esfuerzo dedicados al presente trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Alegretti L, G Umbuzeiro & M Flynn. 2016.** Population dynamics of *Parhyale hawaiiensis* (Dana, 1853) (Amphipoda: Hyalidae) associated with an intertidal algal belt in southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 36(6): 785-791. <<https://doi.org/10.1163/1937240x-00002480>>
- Barca-Bravo SM, J Servia & 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 JL. 1965.** Marine Amphipoda of the family Amphithoidae from southern California. *Proceedings of the United States National Museum* 118(3522): 1-46.
- Bastos-Pereira R & AAP Bueno. 2016.** Reproductive biology and egg production of *Hyaella longistila* (Faxon, 1876) (Amphipoda: Hyaellidae), a freshwater amphipod in southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 36(5): 724-730. <<https://doi.org/10.1163/1937240x-00002465>>
- Bhattacharya CG. 1967.** A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115-135.
- Bluhm BA, T Brey & M Klages. 2001.** The autofluorescent age pigment lipofuscin: Key to age, growth and productivity of the Antarctic amphipod *Waldeckia obesa* (Chevreux, 1905). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 258(2): 215-235. <[https://doi.org/10.1016/s0022-0981\(01\)00214-3](https://doi.org/10.1016/s0022-0981(01)00214-3)>
- Bone DG. 1972.** Aspects of the Antarctic amphipod *Bovallia gigantea* Pfeffer at Signy Island. *British Antarctic Survey Bulletin* 27: 105-122.
- Bousfield EL. 1973.** Shallow-water gammaridean Amphipoda of New England, 312 pp. Comstock Publishing Associates, Ithaca.
- Brey T & D Pauly. 1986.** Electronic length frequency analysis. A revised and expanded user's guide to ELEFAN 0.1 and 2, 49 pp. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität Kiel* 149: 1-76.
- Bynum KH & RS Fox. 1977.** New and Noteworthy Amphipod Crustaceans from North Carolina, U.S.A. *Chesapeake Science* 18(1): 1-33.
- Camp DK, WG Lyons & TH Perkins. 1998.** Checklists of selected shallow-water marine invertebrates of Florida. Technical Report TR-3: 1-209, Florida Marine Research Institute, Saint Petersburg.
- Castiglioni D S, AV Ozga, SG Rodrigues & AAP Bueno. 2016.** Population dynamics of a freshwater amphipod from South America (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae). *Nauplius* 24: 1-9.
- Chapman JW. 2007.** Gammaride. In: Carlton JT (ed). *The light and Smith Manual Interdual Invertebrates from Central California to Oregon*, pp. 545-618. The University of California Press, Richmond.
- Cházaro-Olvera S & MS Peterson. 2004.** Effects of salinity on growth and molting of sympatric *Callinectes* spp. from Camaronera lagoon, Veracruz, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 74(1): 115-127.
- Cházaro-Olvera S, I Winfield, M Ortiz & F Álvarez. 2002.** Peracarid crustaceans from three inlets in the southwestern Gulf of Mexico: new records and range extensions. *Zootaxa* 123: 1-16.
- Cházaro-Olvera S, X García-Delgado, I Winfield & M Ortiz. 2017.** A population study of the amphipod *Nototropis minikoi* (Gammaridea, Atylidae) in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. *Crustaceana* 90(3): 337-348.
- Cházaro-Olvera S, I Winfield, M Abarca-Ávila, M Ortiz & M Lozano-Aburto. 2018.** Coral reef tanaidacean assemblages along the SW and SE Gulf of México: biodiversity, geographic distribution and community structure. *Journal of Natural History* 52(17-18): 1091-1113.
- Christmas JY & W Langley. 1973.** Estuarine invertebrates, Mississippi. In: Christmas JY (ed). *Cooperative Gulf of Mexico estuarine inventory and study, Mississippi*, pp. 255-319. Mississippi Gulf Coast Research Laboratory, Mississippi.
- Collie J. 1985.** Life history and production of three amphipod species on Georges Bank. *Marine Ecology Progress Series* 22: 229-238.
- Dauby P, F Nyssen & C De Broyer. 2003.** Amphipods as food sources for higher trophic levels in the Southern Ocean: a synthesis. In: Huiskes AHL, WWC Gieskes, J Rozema, RML Schorno, SM van der Vies & WJ Wolf (eds). *Antarctic biology in a global context*, pp. 129-134. Backhuys, Leiden.
- Díaz YJ. 2001.** Contribución al conocimiento del Orden Amphipoda de la costa Centro-Occidental de Venezuela. Tesis de Maestría, Universidad Simón Bolívar, Caracas, 542 pp.

- Escobar-Briones E, I Winfield, M Ortíz, E Gasca & E Suárez. 2002.** Amphipoda. In: Llorente J & JJ Morrone (eds). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento 3: 341-371. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Figueroa-Fábrega L, J Bravo-Samaha, R Silva-Haun & T Padilla. 2018.** Dinámica metapoblacional, ocupación espacial y migración en bivalvos de importancia comercial: el caso de la almeja *Tawera gayi* (Bivalvia: Veneridae) en el Mar Interior de Chiloé. *Anales del Instituto de la Patagonia, Chile* 46(1): 7-21.
- Gasca R. 2005.** *Hyperoche shihi* sp. nov. (Crustacea: Peracarida: Amphipoda): a symbiont of a deep-living medusa in the Gulf of California. *Journal of Plankton Research* 27(6): 617-621.
- Gaufin AR. 1973.** Water quality requirements of aquatic insects. EPA 660/3-73-004, 98 pp. United States Environmental Protection Agency, Corvallis.
- Gayanilo FC Jr, P Sparre & D Pauly. 1994.** The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) User's Guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries) 6: 1-186. FAO, Rome.
- Gomez-Gesteira JL & JC Dauvin. 2000.** Amphipods are good bioindicators of the impact of oil spills on soft-bottom macrobenthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 40: 1017-1572.
- Hartnoll RG. 1982.** Growth. In: Bliss DE (ed). *The biology of Crustacea 2. Embryology, morphology and genetics*, pp. 111-196. Academic Press, New York.
- Hartnoll RG. 2001.** Growth in Crustacea: twenty years on. *Hydrobiologia* 449(1-3): 111-122.
- Hiwatari T & 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.
- Hoback WW & MC Barnhart. 1996.** Lethal limits and sublethal effects of hypoxia on the amphipod *Gammarus pseudolimnaeus*. *Journal of the North American Benthologic Society* 15: 117-126.
- INE. 1997.** Programa de manejo del Parque Nacional Isla Contoy, México, 125 pp. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Jacobucci GB & FPP Leite. 2006.** Biología populacional 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.
- Jelassi R, M Fadhel Bouslama, H Khemaissia & K Nasri-Ammar. 2014.** 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.
- 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, Cypropoideae and Dexaminidae, 91 pp. Department of Environmental Protection, Tallahassee.
- 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.
- Lekang O. 2013.** *Aquaculture engineering*, 415 pp. John Wiley & Sons, Chichester.
- Lowry JK & AA Myers. 2017.** A phylogeny and classification of the Amphipoda with the establishment of the new order Ingolfiellida (Crustacea: Peracarida). *Zootaxa* 4265(1): 1-89.
- Martín A & YJ Díaz. 2003.** La fauna de anfípodos (Crustacea: Amphipoda) de las aguas costeras de la región oriental de Venezuela. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 19: 327-344.
- Medeiros BT & LI Weber. 2016.** Aspects of the reproductive biology of the freshwater/brackish amphipod *Quadrivisio lutzi* (Crustacea, Amphipoda) from an unstable coastal lagoon of southeastern Brazil. *Nauplius* 24: 1-12.
- Mendoza-González AC & LE Mateo-Cid. 1992.** Algas marinas bentónicas de Isla Mujeres, Quintana Roo, México. *Acta Botanica Mexicana* 19: 37-61.
- Mills EL. 1964.** Noteworthy amphipoda (Crustacea) in the collection of the Yale Peabody Museum. *Postilla* 79: 1-41.
- Naomi TS. 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.
- Nelson WG. 1978.** The community ecology of seagrass amphipods and community structure, predation and life histories and biogeography. Ph.D Thesis, Duke University, Durham, 233 pp.
- Ortiz M & R Lemaitre. 1994.** Crustáceos Anfípodos (Gammaridea) colectados en las costas del Caribe Colombiano, al sur de Cartagena. *Bulletin of Marine and Coastal Research* 23: 119-127.
- Ortiz M, A Martín & YJ Díaz. 2007.** Lista y referencias de los crustáceos anfípodos (Amphipoda: Gammaridea) del Atlántico occidental tropical. *Revista de Biología Tropical* 55(2): 479-498.
- Ortiz TM, I Winfield, EG Scheinvar & S Chazáro-Olvera. 2014.** Clave ilustrada de anfípodos del Golfo de México y el Mar Caribe (Gammaridea y Caprellidea), 234 pp. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Pianka ER. 1982.** *Ecología evolutiva*, 536 pp. Omega, Barcelona.
- Poltermann M. 2000.** Growth, production and productivity of the Arctic sympagic amphipod *Gammarus wilkitzkii*. *Marine Ecology Progress Series* 193: 109-116.
- Quintero H, C Vanin & P Moreno. 1992.** Seguimiento del ciclo reproductivo en el anfípodo marino *Parhyale hawaiensis* (Dana) (Gammaridea: Hyalidae). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR* 21: 85-93.

- Raz-Guzmán A & LA Soto. 2017.** Updated checklist and zoogeographic remarks of benthic amphipods (Crustacea: Peracarida: Amphipoda) of two coastal lagoons in the western Gulf of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88: 715-734.
- Ricker WE. 1975.** Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 191: 1-382.
- Sainté-Marie B. 1991.** A review of the reproductive bionomics of aquatic gammaridean amphipods: variation of life history traits with latitude, depth, salinity and superfamily. *Hydrobiologia* 223(1): 189-227.
- Sastry A. 1983.** Ecological aspects of reproduction. In: Bliss DE (ed). *The biology of Crustacea*, pp. 179-269. Academic Press, New York.
- Scarfe AD & CW Steele. 2019.** Theoretical considerations in determining allometric growth within instars of crustaceans, with special reference to *Americamysis bahia*. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology* 331(9): 467-477.
- SEMARNAP. 1997.** Programa de Manejo del Parque Nacional Isla Contoy México, 126 pp. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales & Pesca, Ciudad de México.
- Simões SM, A Fransozo, A Leão Castilho, FD Incao & R Caetano da 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): 1-9.
- Smith SI. 1873.** Crustacea. In: Verrill AE (ed). Report upon the invertebrate animals of Vineyard sound and adjacent waters, with an account of the physical features of the region. Report of the Commissioner for 1871 and 1872, United States Commission of Fish and Fisheries 1: 545-580. U.S. Government Printing Office, Washington DC.
- Sprague JN. 1963.** Resistance of four freshwater crustaceans to lethal high temperature and low oxygen. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 20: 388-415.
- Steele H & VJ Steele. 1991.** Effects of salinity on the survival, growth rate, and reproductive output of *Gammarus lawrencianus* (Crustacea, Amphipoda). *Marine Ecology Progress Series* 78: 49-56.
- Suárez ME. 1992.** Composición, distribución, abundancia y zoogeografía de los copépodos pelágicos (Crustacea) del Golfo de México y Mar Caribe mexicanos. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 355 pp.
- Thiel M. 1998.** Population biology of *Dyopedos monacanthus* (Crustacea: Amphipoda) on estuarine soft bottoms; importance of extended parental care and pelagic movements. *Marine Biology* 132: 209-221.
- Thiel M & I Hinojosa. 2009.** Crustacea. In: Haussermann V & G Försterra (eds). *Fauna marina bentónica de la Patagonia chilena*, pp. 591-738. Nature in Focus, Puerto Montt.
- Winfield I, S Cházaro-Olvera, M Ortiz & 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, M Ortiz, S Cházaro-Olvera, MA Lozano-Aburto & H Barrera-Escorcía. 2013.** Peracaridos marinos bentónicos (Amphipoda, Cumacea, Isopoda y Tanaidacea). Manual de laboratorio y campo, 120 pp. FES Iztacala, UNAM, México DF.
- Winfield I, MR Mucino-Reyes, M Ortiz, S Cházaro-Olvera & MA Lozano-Aburto. 2015.** Biodiversidad de los anfípodos bentónicos (Peracarida: Amphipoda) asociados a macroalgas de Puerto Progreso, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86(3): 613-619.
- Winfield I, M Muciño-Reyes, S Cházaro-Olvera, M Ortiz & M Lozano-Aburto. 2020.** Anfípodos bentónicos (Crustacea: Peracarida) del Sistema Arrecifal Sisal y línea de costa, noroeste de la península de Yucatán, golfo de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 91: e903071. <<http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3071>>
- WoRMS. 2020.** Peracarida. WoRMS, World Register of Marine Species. Flanders Marine Institute (VLIZ), Oostende. <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1090>>
- Zheng X, L Huang, B Huang & Y Lin. 2013.** Factors regulating population dynamics of the amphipod *Ampithoe valida* in a eutrophic subtropical coastal lagoon. *Acta Oceanologica Sinica* 32(6): 56-65.

Recibido el 24 de enero 2020 y aceptado el 6 de noviembre de 2020