

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---



FACULTAD DE CIENCIAS

Abundancia y distribución de *Bathynomus giganteus*  
(Crustacea: Isopoda: Cirolanidae) en el sur del Golfo de  
México.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

TREJO ROSAS HERMELINDA



DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. ANA ROSA VÁZQUEZ BADER

2014



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.

## Hoja de datos del Jurado

### 1. Datos del alumno

Trejo  
Rosas  
Hermelinda  
5512972815  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
306060153

### 2. Datos del asesor

Dra.  
Vázquez  
Bader  
Ana Rosa

### 3. Datos del sinodal 1

Dr.  
Villalobos  
Hiriart  
José Luis

### 4. Datos del sinodal 2

Dr.  
Gracia  
Gasca  
Adolfo

### 5. Datos del sinodal 3

M. en C.  
Torres  
García  
María del Pilar

### 6. Datos de sinodal 4

Dr.  
López  
Vera  
José Estuardo

### 7. Datos del trabajo escrito

Abundancia y distribución de *Bathynomus giganteus* (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae) en el sur del Golfo de México.  
65pp.  
2014

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2-5</b>
<b>II. ANTECEDENTES.....</b>	<b>6-7</b>
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
Objetivo General.....	8
Objetivos Particulares.....	8
<b>IV. ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>9-11</b>
Generalidades.....	9
Masas de Agua.....	9
Circulación.....	9
Sedimentología y Fisiografía.....	9-10
Biogeografía y Diversidad.....	10-11
<b>V. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>12-21</b>
Trabajo de Campo.....	12- 13
Trabajo de Laboratorio.....	14 - 21
<b>VI. RESULTADOS.....</b>	<b>22-52</b>
Abundancia.....	22-26
Distribución espacial y batimétrica.....	27-28
Distribución por talla y peso.....	29-32
Machos y Hembras.....	33-38
Estadios de desarrollo e intervalos de talla en <i>Bathynomus giganteus</i> .....	39-42
Organismos con caracteres sexuales secundarios.....	43

Distribución de tallas y peso por periodo climático.....	44-52
<b>VII. DISCUSIÓN.....</b>	<b>53-58</b>
Distribución espacial y batimétrica.....	53
Abundancia y densidad.....	53-54
Distribución por talla y peso.....	54
Machos y Hembras.....	54-55
Estadios de desarrollo.....	55-56
Periodos Climáticos.....	56-58
<b>VIII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>IX. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>60-65</b>

## RESUMEN

Se analizó la distribución espacial, la distribución por sexo y por estadio sexual y las relaciones entre la densidad (Ind/Ha), longitud total (LT, mm) y peso (W) del isópodo gigante de mar profundo *Bathynomus giganteus* con respecto a la profundidad en tres periodos climáticos, primavera, verano y otoño en el sector sur del Golfo de México (Tamaulipas a Yucatán). Los datos obtenidos constituyen los primeros registros en el sur del Golfo de México; las mayores densidades se observaron frente al río San Fernando y Laguna Madre (Tamaulipas), frente a los ríos Coatzacoalcos y Tonalá (Veracruz) y frente al río Grijalva y Lagunas de Carmen y Machona (Tabasco) en un intervalo de profundidad de 406-1,144 m. El estadio de juvenil pequeño fue el que presentó la mayor densidad en los diferentes periodos climáticos, seguido del estadio de manca. Con respecto a los periodos climáticos *B. giganteus* fue más abundante en verano, las hembras predominaron sobre los machos en todos los periodos climáticos. Las pruebas estadísticas mostraron diferencias entre la longitud total y el peso en los diferentes intervalos de profundidad y periodos climáticos.

Palabras clave: distribución, abundancia, *Bathynomus giganteus*, Golfo de México.

## I. INTRODUCCIÓN

El orden Isopoda Latreille, 1817; es un grupo de crustáceos muy diverso en cuanto a forma y modo de vida, la gran capacidad de adaptación que presenta este grupo le ha permitido conquistar tanto el medio marino, como el dulceacuícola y terrestre, desde los polos hasta el ecuador, en climas fríos hasta tropicales y diversos ambientes desiertos, montañas y cuevas. Es el único grupo de crustáceos verdaderamente terrestre, debido a que ha desarrollado un sistema de tráqueas para la respiración aérea. Pertenece a la clase Malacostraca o crustáceos más derivados, dentro de la cual también se incluyen a los camarones y cangrejos. Los superórdenes que se encuentran más relacionados a los isópodos son los Syncarida y Eucarida (Schultz, 1969; Brusca y Brusca, 2005).

Este grupo habita desde la zona intermareal hasta el mar profundo, las especies que son bentónicas se encuentran sobre la arena y lodo, otras viven en tubos generados por otros organismos (especies tubícolas), otras construyen galerías y una gran mayoría son parásitos de otros organismos como peces, tortugas, cangrejos, camarones e incluso otros isópodos. Las especies marinas tienen importancia ecológica y económica, por un lado al ser especies carroñeras que se alimentan de organismos muertos (plantas y animales) contribuyen al reciclamiento de la materia en el suelo marino; mientras que las especies parásitas influyen en el ciclo de vida de las especies que hospedan ya que afectan el sexo y la reproducción de los mismos. El conocimiento de las especies que habitan las zonas profundas es esencial para el completo entendimiento tanto de la sistemática del grupo, cómo el papel que juegan en la ecología del bentos marino (Schultz, 1969).

Dentro del grupo de los isópodos el género *Bathynomus*, el cual pertenece a la familia Cirolanidae Dana, 1852 actualmente cuenta con 61 géneros y 488 especies en todo el mundo (Ahyong *et al.*, 2011) se destaca por ser un habitante del talud continental que ha despertado el interés en la comunidad científica por sus características peculiares, especialmente por su gran tamaño. Éste género presenta una distribución espacial latitudinal que abarca desde los 37° sur hasta los 35° norte en el Pacífico Occidental y

desde los 29° sur a los 31° norte en el Atlántico Oeste, hasta la fecha no se tienen registros del género en el Pacífico y Atlántico Este. La mayor diversidad específica se observa en los taludes continentales al este de Australia (5 especies) y Brasil (3 especies) (Lowry y Dempsey, 2006). En este último estudio, también se analizó la distribución del género y lo separaron en función de la talla en dos grandes grupos: gigantes (150 mm) y supergigantes (tallas mayores a los 150 mm y que pueden alcanzar tallas máximas de 500 mm) según estos autores, 8 especies gigantes se distribuyen en el Indo-Pacífico; *B. affinis*, Richardson, 1910; *B. brucei*, Lowry y Dempsey, 2006; *B. bruscai*, Lowry y Dempsey, 2006; *B. decemspinus*, Shih, 1972; *B. doderleini*, Ortmann, 1894; *B. immanis*, Griffin, 1975; *B. kapala*, Bruce, 1986; *B. pelor*, Bruce, 1986 y una especie en el Atlántico Oeste: *B. obtusus* Magalhães y Young, 2003. Por su parte, las del grupo de los supergigantes comprenden 7 especies del Indo-Pacífico: *B. crosnieri*, Lowry y Dempsey, 2006; *B. keablei* Lowry y Dempsey, 2006; *B. kensleyi*, Lowry y Dempsey, 2006; *B. lowryi* Bruce y Bussarawit, 2004; *B. propinquus* Richardson, 1910; *B. richeri* Lowry y Dempsey, 2006 y *Bathynomus sp.*, mientras que para el Atlántico Occidental mencionan sólo 2 especies; *B. giganteus* A. Milne-Edwards, 1879 y *B. miyarei* Lemos de Castro, 1978.

Dentro de las especies de las zonas profundas del suroeste del Golfo de México destaca el isópodo *Bathynomus giganteus*, que debe su nombre a su gran talla y fue encontrado por primera vez en la costa Oeste de Dry Tortugas en el Golfo de México (Nayak *et al.*, 2007). Esta especie es un habitante del talud continental, es la única especie dentro del género con distribución cosmopolita (Holthuis y Mikulka, 1972; Bruce, 1986; Tso y Mok, 1991; Soong, 1992; Biesiot *et al.*, 1999; Barradas-Ortiz *et al.*, 2003; Magalhães y Young, 2003; Lowry y Dempsey, 2006; Jacob y Narayanankutty, 2006; Nayak *et al.*, 2007). *B. giganteus*, habita las zonas bentónicas batiales, su distribución batimétrica se reporta a partir de los 150 hasta los 2,100 m, Lemos de Castro (1978) reporta una profundidad mínima de 80 m en las costas de Brasil.

Milne-Edwards (1879) fue el primero en realizar una breve descripción de un macho de *B. giganteus* de aproximadamente 226 mm de longitud total, no obstante fue hasta 6 años después que Filhol (1885) presentó las primeras ilustraciones de la especie. El

descubrimiento de ésta especie despertó un gran interés entre los carcinólogos, principalmente por su gran talla y por la presencia de branquias en los pleópodos, Wetzer (1986) presentó una semblanza ecológica bastante completa de la especie.

Aunque no existe un registro fósil de la especie, se le relaciona con fragmentos fosilizados encontrados en Okayama, Japón del Mioceno Medio (15 ma) y en el Cretácico (75 ma) en Bedfordshire, Inglaterra. Wieder y Feldmann (1989) observaron una gran similitud morfológica del fósil *Palaega goedertorum* con *Bathynomus* mencionando que podría tratarse de una sinonimia entre estos dos géneros. Sin embargo, Martin y Kuck (1990) sostienen que la sinonimia no puede basarse sólo en las pocas similitudes morfológicas de la muda de *Palaega* (aparato bucal, el pleópodo y morfología ventral) con *Bathynomus*, además de que la descripción del primer género está basada en fósiles incompletos.

*B. giganteus* es una especie que está adaptada a vivir en ambientes con poca luz, una característica interesante es la visión de esta especie, es uno de los pocos organismos de mar profundo que poseen ojos grandes, a diferencia de la mayoría de los individuos de zonas profundas en los que se observa una tendencia a la reducción. Los ojos de esta especie actúan como reflectores de luz debido a que presentan mayor número de omatidias, esto les permite ver a esas profundidades en donde no hay luz (eg. isópodos de otros órdenes tienen alrededor de 40 omatidias en cada ojo, mientras que *B. giganteus* posee aproximadamente 3, 500 omatidias, Chamberlain *et al.*, 1986). Con respecto a su conducta, son organismos con poca movilidad por ello no migran distancias largas (Jacob y Narayanankutty, 2006), además de que se caracterizan por enterrarse en el sedimento (Holthuis y Mikulka, 1972). Al ser organismos que viven en ambientes con poca luz utilizan la quimio y mecanopercepción para encontrar su alimento (Nayak *et al.*, 2007).

Los hábitos alimenticios de la especie siguen siendo tema de debate, ya que existen discrepancias entre diferentes autores, por un lado, Tso y Mok (1991) mencionan que *B. giganteus* se alimenta tanto de vegetales como de animales por lo que es considerado como un carroñero omnívoro, mientras que Briones-Fourzán y Lozano-

Álvarez (1991) lo sitúan como un organismo facultativo y no carroñero; Nayak *et al.*, (2007) consideran que *B. giganteus* es un carnívoro carroñero voraz, que se arrastra en el fondo para buscar peces muertos y animales con poco movimiento (consultar el siguiente link <http://www.youtube.com/watch?v=2h4VuvC8Kck>).

A pesar de la gran expectación que causó el descubrimiento de esta especie, hasta la fecha no se tiene ningún estudio sobre la distribución espacial y batimétrica; así como de abundancia y distribución por estadio sexual en el sur del Golfo de México (Tamaulipas a Campeche). Por lo que este estudio pretende contribuir al conocimiento de la ecología de *B. giganteus* en el talud continental de las costas del suroeste del Golfo de México.

## II. ANTECEDENTES

Pocos estudios de la megafauna de crustáceos se han desarrollado en aguas profundas mexicanas, entre los cuales se puede mencionar el de Escobar-Briones *et al.*, (2008) en el que se analizó la estructura de la comunidad de megacrustáceos de los órdenes Lophogastrida, Isopoda y Decapoda. Entre los estudios recientes en la parte Suroeste del Golfo de México, se encuentra el de Muñiz (2013) sobre la estructura poblacional de *Aristaeopsis edwardsiana*; López (2013) analizó la distribución y abundancia de *Stereomastis sculpta*; Lozano-Álvarez *et al.*, (2007) analizaron las características poblacionales del género *Heterocarpus*; Gracia *et al.*, (2010) estudiaron los camarones de zonas profundas como un recurso pesquero potencial y Vázquez-Bader y Gracia (2013), determinaron la distribución y abundancia de las familias Crangonidae y Glyphocrangonidae.

En cuanto a *B. giganteus* además de la descripción de la especie por Milne-Edwards (1879), se han desarrollado varios trabajos sobre su morfología. Milne-Edwards y Bouvier (1902) compararon las características morfológicas entre *B. giganteus* y *B. doderleini* tales como la longitud total, número de dientes en el pleotelson y forma del cuerpo, el trabajo cuenta con ilustraciones de cada especie. Richardson (1905) hace una recopilación de la información generada hasta ese momento para completar la descripción de *B. giganteus*, en donde se menciona la organización de los apéndices bucales y la primera somita torácica.

Durante varios años, distintos autores como Filhol (1885); Bruce (1986); Soong (1992); Nayak *et al.*, (2007) contribuyeron al conocimiento de la morfología de la especie, tales como: presencia de ojos compuestos, antenas que tienen función quimiosensorial y táctil; así mismo, se definió la tagmosis: cefalón (cabeza), pereión (tórax) y pleon (abdomen). Magalhães y Young (2003) hicieron la redesccripción de *B. giganteus*, *B. miyarei* y describieron una nueva especie *B. obtusus* para la costa de Brasil.

En el trabajo de mar profundo de Holthuis y Mikulka (1972) se menciona que en el Océano Atlántico, *B. giganteus* se ha encontrado a profundidades que van de los 170 a

1,169 m, mientras que para el Océano Índico la especie se ha registrado a partir de 150 hasta 740 m, los organismos colectados se hallaron en un sedimento de tipo fangoso o lodoso, por lo que se sugiere que prefieren un sedimento de este tipo. Los hallazgos de *B. giganteus* se han dado básicamente en dos regiones, (1) en la región Oeste del Atlántico: Golfo de México, el Mar Caribe y la costa norte de Brasil; (2) el Norte del Océano Indico: la costa Sureste de Arabia, el Mar de Laccadive y la Bahía de Bengala. Para el Golfo de México, Kensley y Schotte (1989) lo reportan en la parte Norte entre profundidades de 360 a 2,300 m. El descubrimiento de *B. giganteus* al suroeste de Taiwan indica que la especie puede tener una distribución global en los tres océanos, por ello se especula que su origen está en el Océano Pacífico (Soong, 1992).

A nivel fisiológico se han realizado estudios en el contenido de lípidos del hepatopáncreas tanto en *B. giganteus* como en *B. doederleini* (Steeves III, 1969; Tso y Mok, 1991). Por su parte, Pless *et al.*, (2003) aislaron la hemocianina y estudiaron su relación con la actividad enzimática. Boyle y Mitchell (1982), estudiaron la microflora del tracto digestivo concluyendo que está compuesta por una gran densidad de bacterias las cuales presentan un patrón de zonación evidente.

Aparte de los estudios taxonómicos y fisiológicos, pocos son los estudios que se han realizado sobre la ecología de esta especie, particularmente por las dificultades en la colecta de organismos a grandes profundidades.

En México los escasos trabajos realizados sobre *B. giganteus* se basan principalmente en los hábitos alimenticios (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 1991), así mismo, Barradas-Ortiz *et al.* (2003) establecieron los estadios de desarrollo de acuerdo al tipo de carácter morfológico presente; se sabe que la especie tiene desarrollo directo pero no se conoce el ciclo de vida completo.

### III. OBJETIVOS

#### Objetivo general

- Contribuir al conocimiento del isópodo gigante *Bathynomus giganteus* en el sur del Golfo de México (Tamaulipas a Quintana Roo).

#### Objetivos particulares

- Analizar la distribución, abundancia y densidad de esta especie en el sur del Golfo de México.
- Determinar su distribución espacial y batimétrica.
- Analizar la relación entre la abundancia de cada uno de los estadios con la profundidad.
- Determinar la proporción sexual por periodo climático.
- Analizar la distribución de talla y peso por sexo con respecto a la profundidad.

#### IV. ÁREA DE ESTUDIO

##### *Generalidades*

El Golfo de México tiene una extensión litoral de 4,000 km desde la bahía de Florida, E.U.A hasta Cabo Catoche, México. Es un mar semicerrado con una profundidad máxima de alrededor de 3,500m en su región central. Se comunica con el Océano Atlántico por el Estrecho de Florida y con el Mar Caribe por el Canal de Yucatán, tiene un área total de 1,768,000 km<sup>2</sup> (Ramírez, 1988; Britton y Morton, 1989; de Lanza y Gómez, 2004; Martínez y Parés, 1998).

##### *Masas de Agua*

En el Golfo de México se han reconocido las siguientes masas de agua: Agua superficial del Golfo, Agua Subtropical Subyacente, Agua Antártica Intermedia, Agua Profunda del Atlántico Norte y mezcla de Agua intermedia del Caribe con Agua profunda del Antártico Norte. Las dos primeras constituyen la capa cálida superior (0-500 m) y las tres restantes integran la capa fría interior (500-3,650 m) (Vidal-Lorandi *et al.*, 1988).

##### *Circulación*

La circulación que se presenta dentro del Golfo se debe principalmente a: *i*) La Corriente de Lazo, que se presenta en la porción Este del Golfo, *ii*) el gran giro anticiclónico, que se desprende de la Corriente de Lazo y que se traslada hacia el Oeste, *iii*) la circulación ciclónica en las plataformas de Florida, Texas, Luisiana y en la Bahía de Campeche, *iv*) la corriente de frontera Oeste llamada Corriente Mexicana, paralela a la costa Oeste del Golfo, *v*) los frentes geostróficos, que se encuentran, principalmente en las vecindades de la Corriente de Lazo y *vi*) los frentes costeros inducidos por las descargas de los ríos (Salas de León y Monreal-Gómez, 1997).

##### *Sedimentología y Fisiografía*

Existe un aporte permanente de siete grandes ríos: el río Mississippi, el Bravo, el Pánuco, el Papaloapan, el Coatzacoalcos, el Grijalva-Usumacinta a través de la Frontera y el río Champotón. La distribución de los sedimentos se relaciona con las características intrínsecas de la cuenca así como a la orientación de la plataforma, por ello se hace una división de siete provincias. La primera provincia tiene arenas carbonatadas presentando una gradación en el tamaño. La segunda provincia se

encuentra influenciada por el río Mississippi, existe una zona de transición entre la provincia anterior y está constituido por sedimentos gruesos biogénicos y arenas carbonatadas. La Tercera provincia tiene sedimentos terrígenos aportados mayormente por el río Mississippi y un contenido de carbonatos menor al 25%. La cuarta está dominada por lodos terrígenos debido a la gran cantidad de ríos que desembocan a esta provincia y que contribuyen a la formación de una franja de limos arenosos terrígenos. Mientras que la quinta provincia es la zona de transición, por ello se encuentran arenas gruesas terrígenas, un sedimento lodoso además de carbonatos en la desembocadura del río Grijalva. La sexta provincia presenta sedimentos finos de tipo terrígeno, limos y carbonatos, esto es evidencia de la influencia que tienen las comunidades arrecifales, en la zona profunda dominan los lodos terrígenos y arenas carbonatadas. En la séptima provincia se abarca la zona profunda y central del Golfo de México, los sedimentos son de grano fino en donde dominan los oozes de foraminíferos (*Globigerina sp.*) la abundancia de estos organismos se asocia a la presencia de arrecifes sobre la plataforma continental de Florida, Yucatán, Texas-Louisiana y Veracruz, cuyos restos pueden llegar por medio de corrientes oceánicas, las cuales permiten la acumulación masiva de estos sedimentos (de Lanza, 1991).

#### *Biogeografía y Diversidad*

Se han hecho diferentes divisiones del Golfo de México con fines comparativos, Wicksten y Packard, (2005) describen 10 áreas (polígonos), con relación a la profundidad y la topografía. Estos autores mencionan que la porción norte ha sido más estudiada en comparación con la porción sur (396 sitios de colecta en la porción norte y sólo 28 en la contraparte sur en aguas mexicanas).

Por otro lado, Felder *et al.* (2009) dividen al Golfo de México en 8 sectores, con base en la biogeografía y la diversidad (NNW, WNW, NNE, ENE, WSW, SSW, SSE y ESE) (Figura 1). Estos autores también mencionan que los sectores SW y SE son los menos estudiados en comparación con la porción norte.

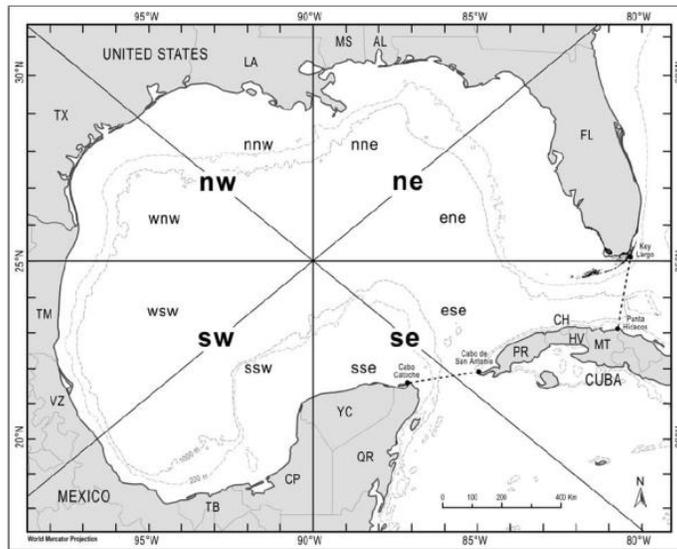


Figura 1.- Sectores del Golfo de México (Felder *et al.*, 2009).

El área de estudio de este trabajo comprende la plataforma continental y talud continental de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, entre los 18° y 26° latitud Norte y 86° y 97° longitud Oeste (Figura 2).

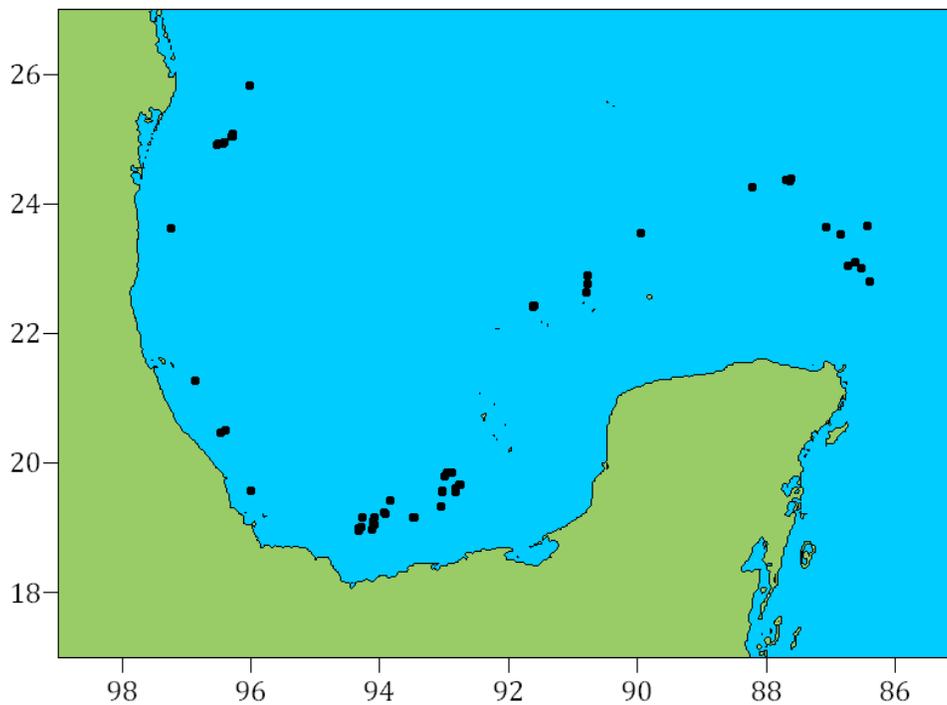


Figura 2.- Localización de los puntos de muestreo.

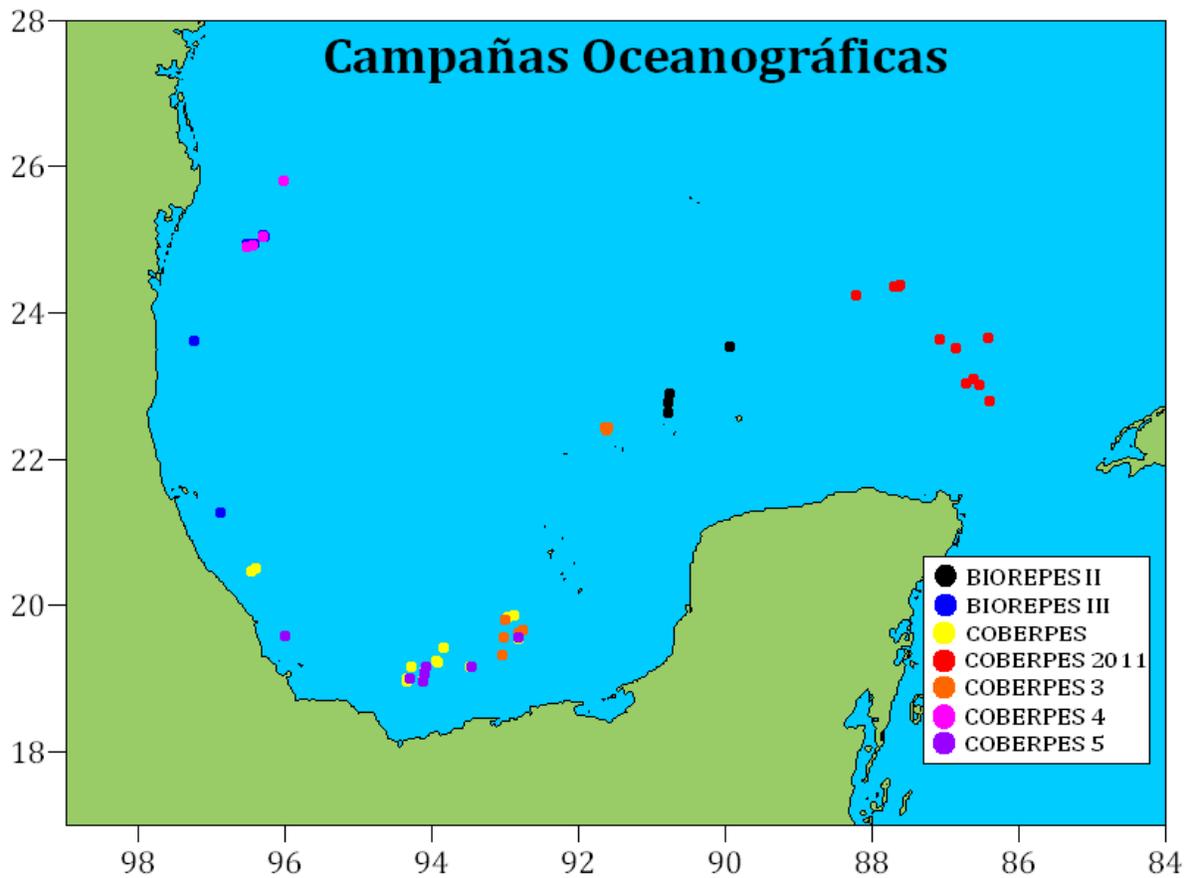
## V. MATERIAL Y MÉTODOS

### *Trabajo de Campo*

El material utilizado para realizar este trabajo se obtuvo de las campañas BIOREPES II, BIOREPES III (Biodiversidad de Macroinvertebrados y Recursos Pesqueros Potenciales del Talud Continental en el Noroeste del Banco de Campeche), COBERPES, COBERPES 2011, COBERPES 3, COBERPES 4 y COBERPES 5 (Comunidades Bentónicas y Recursos Pesqueros Potenciales del Mar Profundo y Golfo de México), realizadas a bordo del Buque Oceanográfico “Justo Sierra” de la UNAM (Tabla 1). Estas campañas comprenden la plataforma y talud continental de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, en un intervalo de profundidad de 300 a 1,200 m (Figura 3).

**Tabla 1.** Fecha, periodo climático, localización e intervalo de profundidad de cada campaña.

Periodo Climático	Campaña	Fecha	Sector del Golfo de México	Número de arrastres totales	Intervalo de profundidad (m) de <i>B. giganteus</i>
PRIMAVERA	COBERPES 2011	Abril 2011	ESE	33	423-993
	COBERPES 5	Mayo 2013	SSW	31	593-921
VERANO	BIOREPES II	Junio 2007	SSE	35	558-1016
	COBERPES	Agosto 2009	WSW y SSW	41	561-1144
	COBERPES 4	Agosto 2012	WSW	36	683-980
OTOÑO	BIOREPES III	Noviembre 2008	WSW	35	406-1023
	COBERPES 3	Noviembre 2011	SSW	23	513-1067



**Figura 3.-** Distribución geográfica de las campañas realizadas.

Los muestreos se realizaron mediante la utilización de una red de arrastre camaronera de 18.3 m de abertura de boca, a una velocidad promedio de 2.5 nudos con duración de 30 minutos cada muestreo. La captura fue sorteada, cuantificada y pesada a nivel de especie. El material colectado se conservó en alcohol al 70% y fue depositado en la Colección de Referencia del Laboratorio de Ecología Pesquera de Crustáceos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

### *Trabajo de Laboratorio*

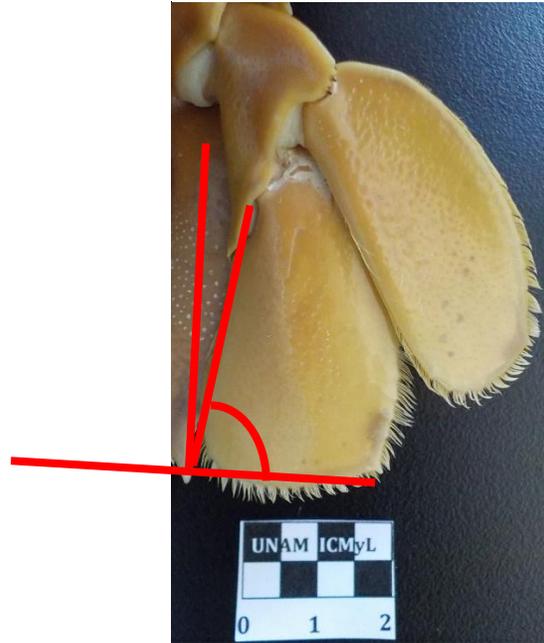
En el laboratorio se determinó la especie con base en las claves de identificación de Soong (1992); Magalhães y Young (2003); Lowry y Dempsey (2006), tomando en cuenta las siguientes características morfológicas:

1.-Número de dientes presentes en el pleotelson de 9 a 11, algunas veces se encuentran 13 (Figura 4).



**Figura 4.-** Pleotelson

2.- El margen interno y el margen externo del endópodo del urópodo forman un ángulo de  $75^\circ$  (Figura 5).



**Figura 5.-** Urópodo

3.- Los ojos no visibles en vista dorsal (Figura 6).



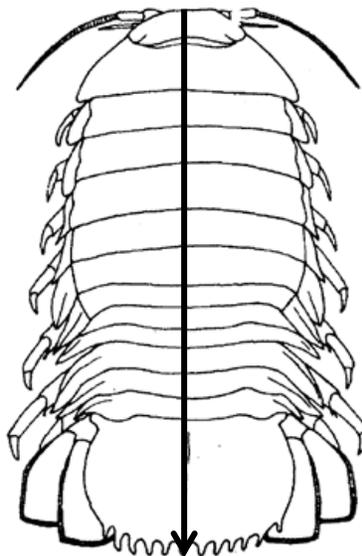
**Figura 6.-** Vista dorsal de *Bathynomus giganteus*.

4.- La séptima placa coxal con el margen posterior convexo (Figura 7).

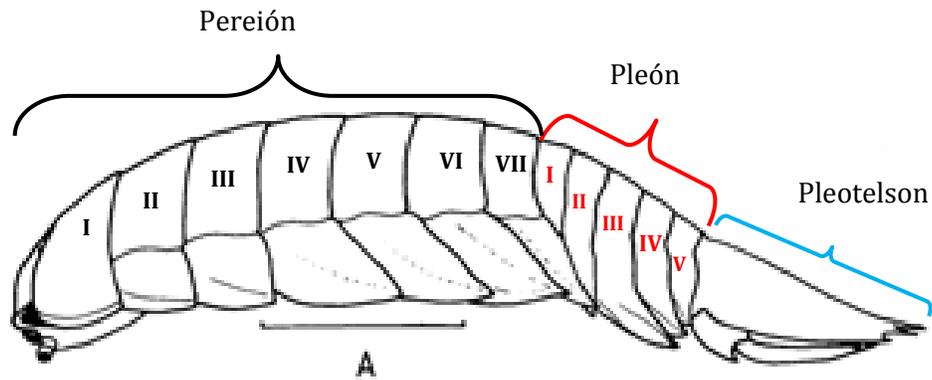


**Figura 7.-** Vista lateral, se pueden apreciar las placas coxales.

Para cada individuo se tomaron las siguientes medidas con un vernier de 0.1 mm de precisión: Longitud total (LT) desde el borde frontal del cefalón hasta la punta de la espina media del pleotelson (Figura 8), longitud del pereión desde el borde frontal del cefalón hasta el séptimo segmento del organismo por la línea media, longitud del pleón a partir del primer segmento hasta el quinto segmento por la línea media y longitud del pleotelson que abarca solo este último segmento hasta la espina media del mismo por la línea media (Figura 9).

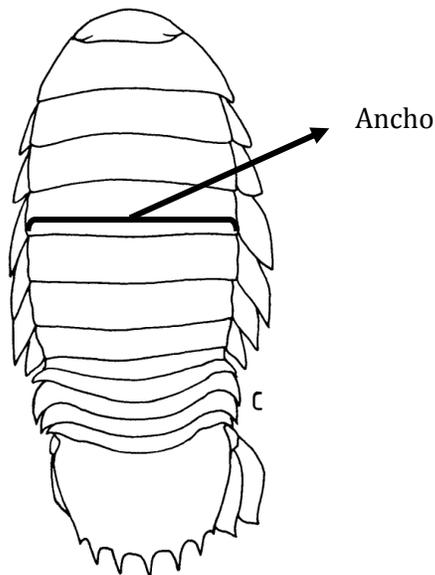


**Figura 8.-** Longitud total (modificado de Bruce, 1986).



**Figura 9.-** Medidas de los segmentos de *Bathynomus* (modificado de Bruce, 1986).

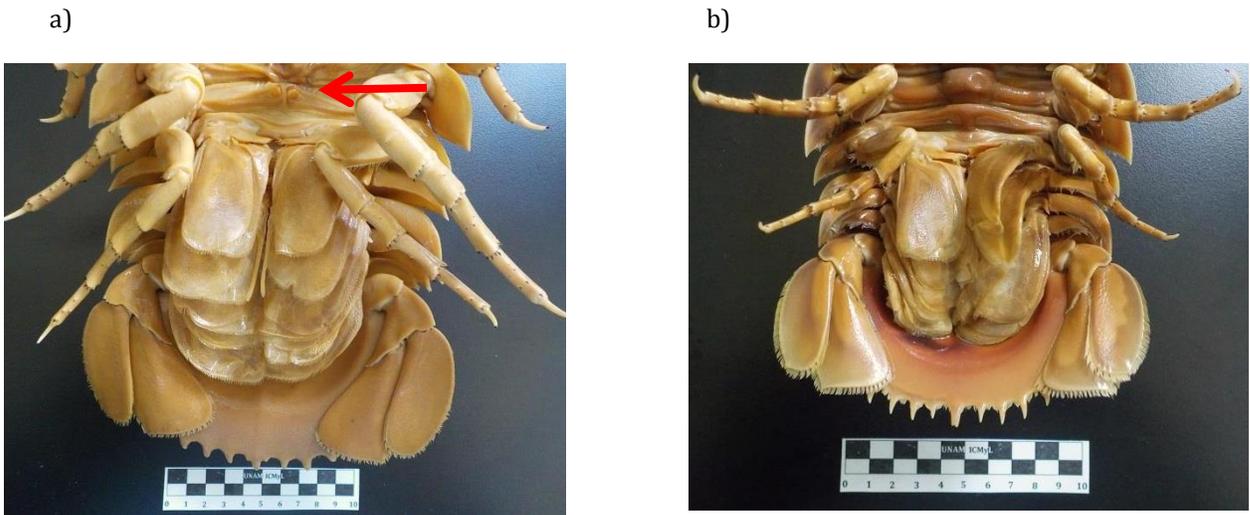
Así mismo, se midió el ancho del organismo en el cuarto pereionito sin tomar en cuenta las placas coxales (Figura 10).



**Figura 10.-** Vista dorsal de *Bathynomus*, se esquematiza como se tomó el ancho del individuo (modificado de Bruce, 1986).

El peso de cada individuo (ya fijado) se registró utilizando una balanza mecánica de triple brazo (de 2,610 g x 0.1 g). El sexo se determinó de acuerdo a la presencia de penes en el esternito del séptimo pereionito en el caso de los machos y la ausencia de ellos para las hembras (Figura 11). En algunos casos los machos pueden presentar los

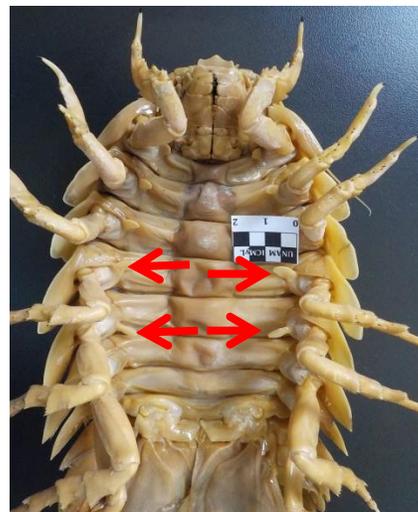
apéndices sexuales en el segundo par de pleópodos (Figura 12), para las hembras además se consideró la presencia o ausencia de oosteguitos en la base de los pereiópodos (Figura 13). Se colectaron organismos en los que no fue posible determinar el sexo, por lo que se les clasifico como indeterminados.



**Figura 11.-** Identificación de macho y hembra de *Bathynomus giganteus* a) macho con penes en el esternito del séptimo pereionito, b) hembra con ausencia de penes.



**Figura 12.-** Apéndices sexuales presentes en el segundo par de pleópodos en ♂.



**Figura 13.-** Oosteguitos rudimentarios en la base de los pereiópodos I a V en ♀.

Se identificaron los estadios de desarrollo para cada individuo, separando en un primer nivel a los individuos sin desarrollo del séptimo par de patas (mancas) de aquellos con desarrollo del séptimo par de patas (juveniles y adultos) (Barradas-Ortiz *et al.*, 2003).

- *Manca*: Individuo que carece del séptimo par de patas, su tamaño oscila entre cuatro a seis centímetros de longitud.



**Figura 14.-** Manca

Con fines comparativos los juveniles se separaron arbitrariamente en dos tallas (Barradas-Ortiz *et al.*, 2003):

- *Juvenil pequeño*: Individuo que ya presenta desarrollado el séptimo par de patas, su tamaño puede ser a partir de los cinco a seis centímetros hasta los diez centímetros de longitud total.



**Figura 15.-** Juvenil pequeño

- *Juvenil grande*: Individuo con el séptimo par de patas desarrollado y funcional, con una talla de diez a 21 centímetros de longitud total.



**Figura 16.-** Juvenil grande

- *Adulto*: Individuo mayor a 21 centímetros de longitud total, con presencia o ausencia de apéndices sexuales secundarios.



**Figura 17.-** Adulto

Para cada campaña oceanográfica se elaboraron bases de datos en Excel, en las cuales se incluyeron datos de las coordenadas geográficas, datos abióticos (profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno y tipo de sedimento), estadio sexual y proporción sexual; para cada estadio sexual se determinó la abundancia y datos merísticos. Así mismo, se elaboraron las gráficas e histogramas de frecuencia de individuos con relación a la profundidad, longitud total, por sexo, estadio y distribución de tallas por periodo climático. La profundidad se dividió en intervalos de 100 m cada uno con el fin de poder hacer los análisis estadísticos comparativos.

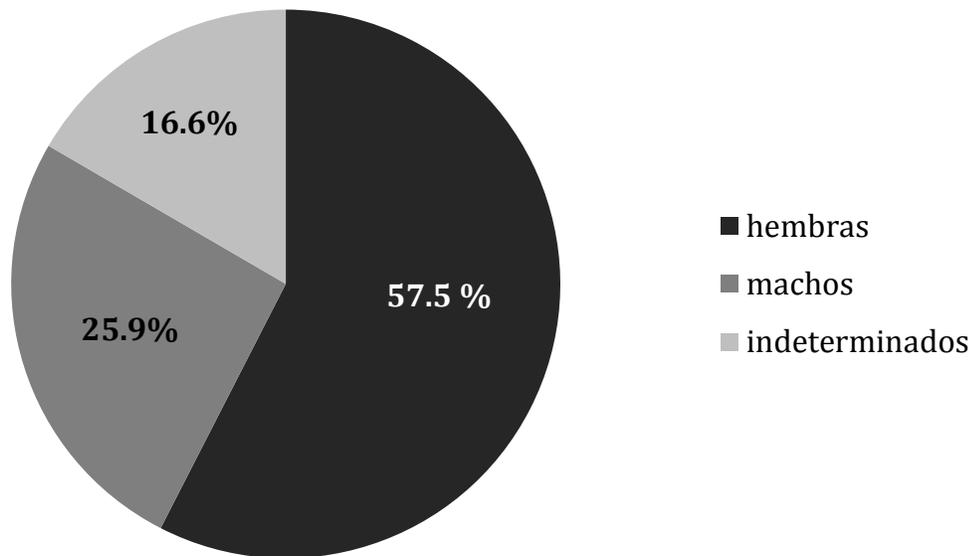
Aunado a esto se realizaron diagramas de caja: variables dependientes (longitud total y peso) con respecto a las variables independientes (intervalos de profundidad, periodo climático, sexo y estadio de madurez). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) entre longitud total y peso con respecto a la profundidad, los resultados significativos de las pruebas ANOVA fueron analizados posteriormente mediante una prueba de Tukey (Sokal y Rohlf, 1995) (STATISTICA XI, StatSoft. Inc.), para determinar las diferencias entre cada uno de los intervalos batimétricos.

Se elaboraron mapas de distribución por cada campaña oceanográfica y mapas de densidad mediante la utilización del programa Surfer 11, Golden Software.

## VI. RESULTADOS

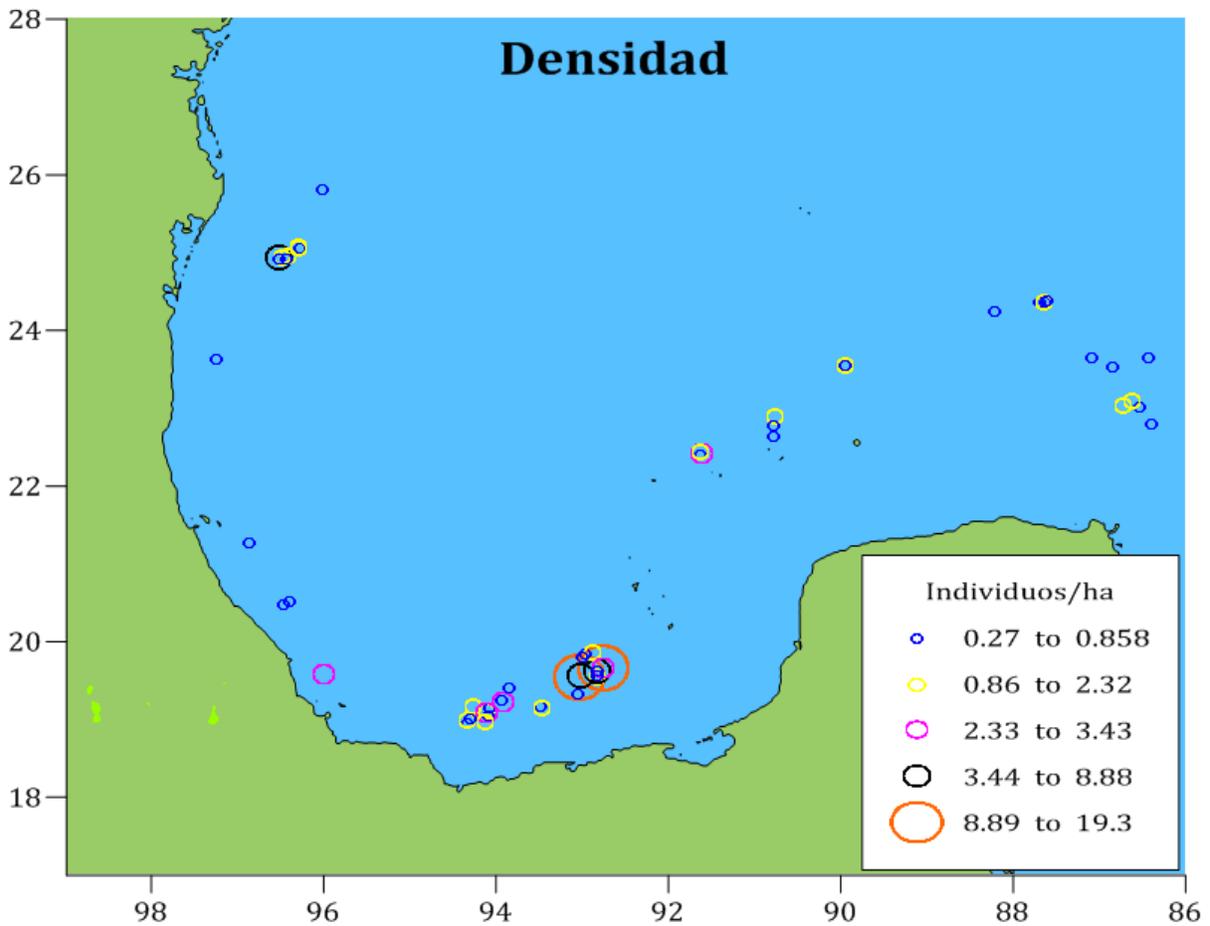
### Abundancia

Se capturó un total de 259 organismos de *B. giganteus*, de los cuales, 149 fueron hembras, 67 machos y 43 organismos indeterminados, lo cual representa el 57.5%, 25.9% y 16.6 % del total de individuos respectivamente (Figura 18). La proporción sexual del total de organismos favoreció a las hembras 2.2 H: 1 M.



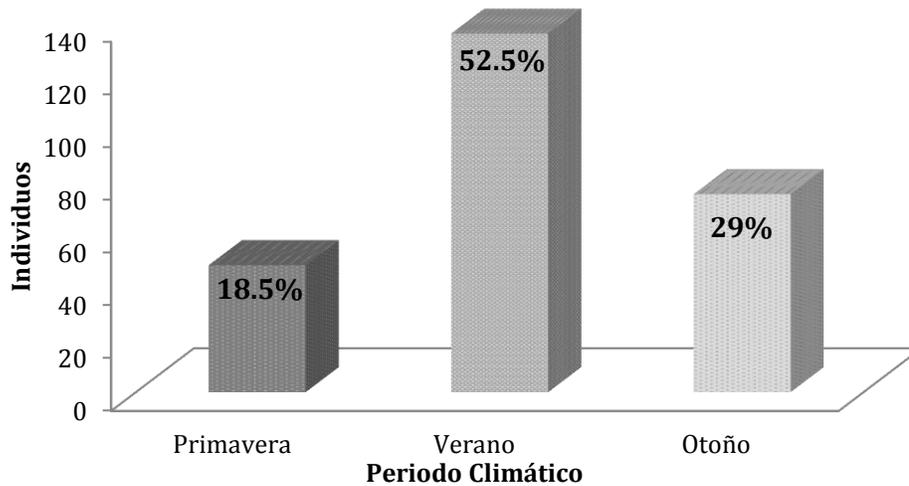
**Figura 18.-** Porcentajes por sexo de *B. giganteus*

Las mayores densidades en relación a la área geográfica de *B. giganteus* en la parte Sur del Golfo de México se observaron en Tamaulipas, frente al río Fernando y la Laguna Madre; Veracruz, frente al río Coatzacoalcos y río Tonalá; en Tabasco se presentó la mayor densidad, frente la Laguna del Carmen, Laguna Machona y el río Grijalva (Figura 19).



**Figura 19.-** Mapa de densidad total en el Sur del Golfo de México.

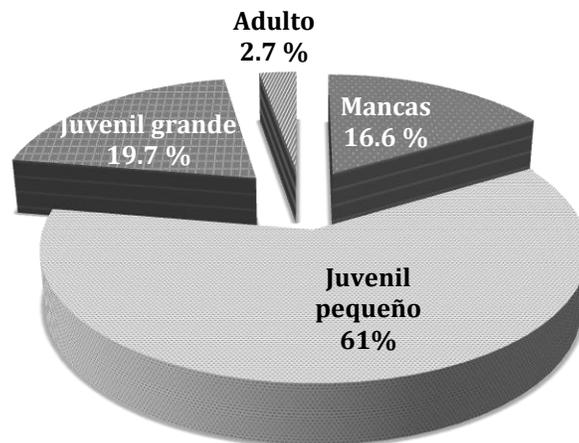
Esta especie fue más abundante durante el periodo climático de verano (52.5 %), mientras que la menor abundancia se observó durante la primavera (18.5 %) y por último, en otoño estuvo representada con el 29% (Figura 20).



**Figura 20.-** Número de individuos por periodo climático

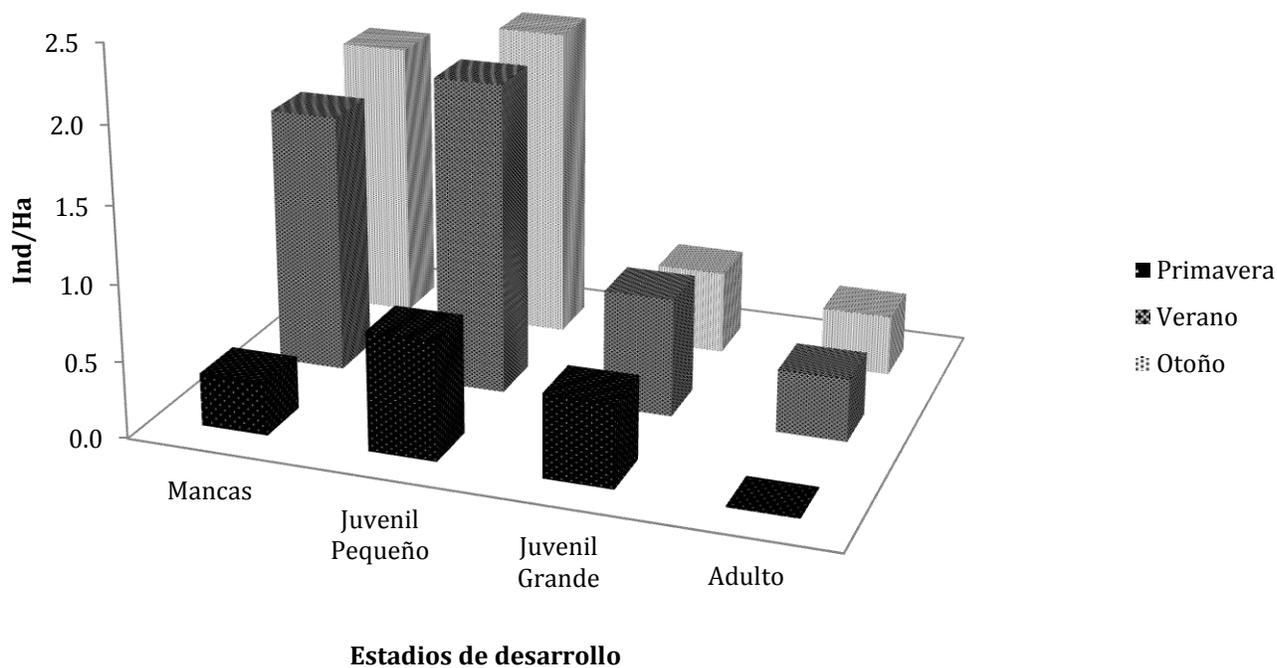
Con respecto a los estadios de desarrollo se observaron 43 organismos en el estadio manca, 158 organismos en el estadio juvenil pequeño, 51 organismos en el estadio juvenil grande y siete organismos en el estadio adulto (Figura 21).

### Estadios



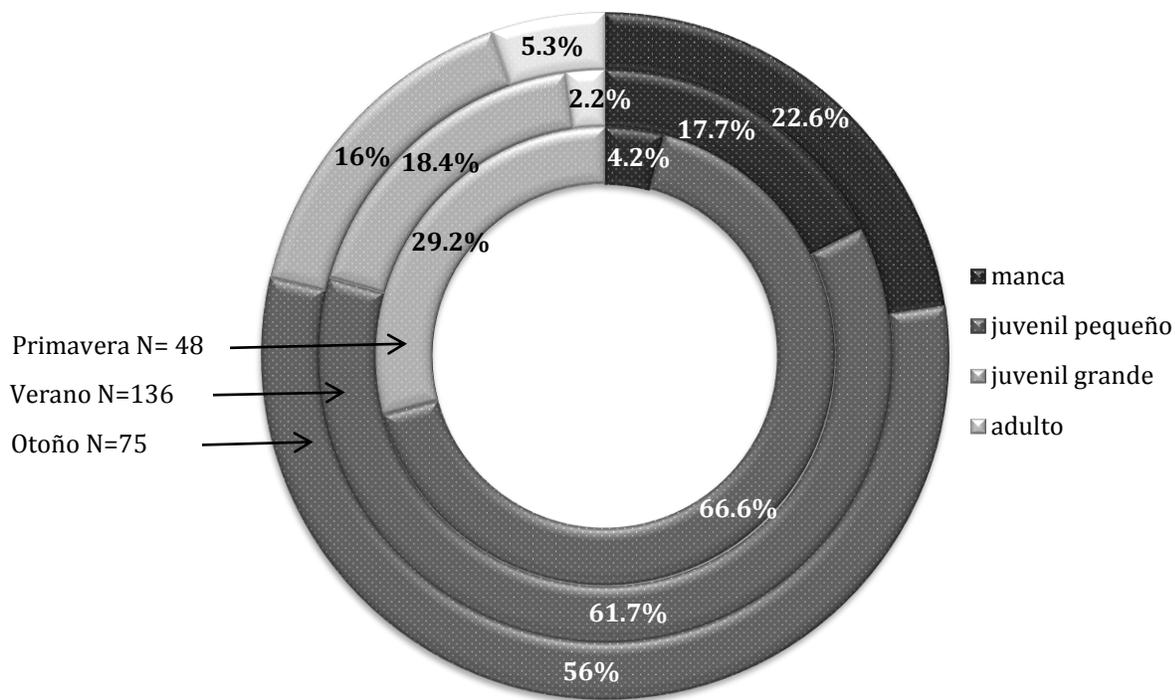
**Figura 21.-** Composición porcentual de los diferentes estadios de desarrollo de *B. giganteus*.

La mayor densidad de individuos por hectárea se observó en los juveniles pequeños para todos los periodos climáticos, mientras que los adultos presentaron la menor densidad (Figura 22).



**Figura 22.-** Densidad de *B. giganteus* por estadio de desarrollo en los diferentes períodos climáticos.

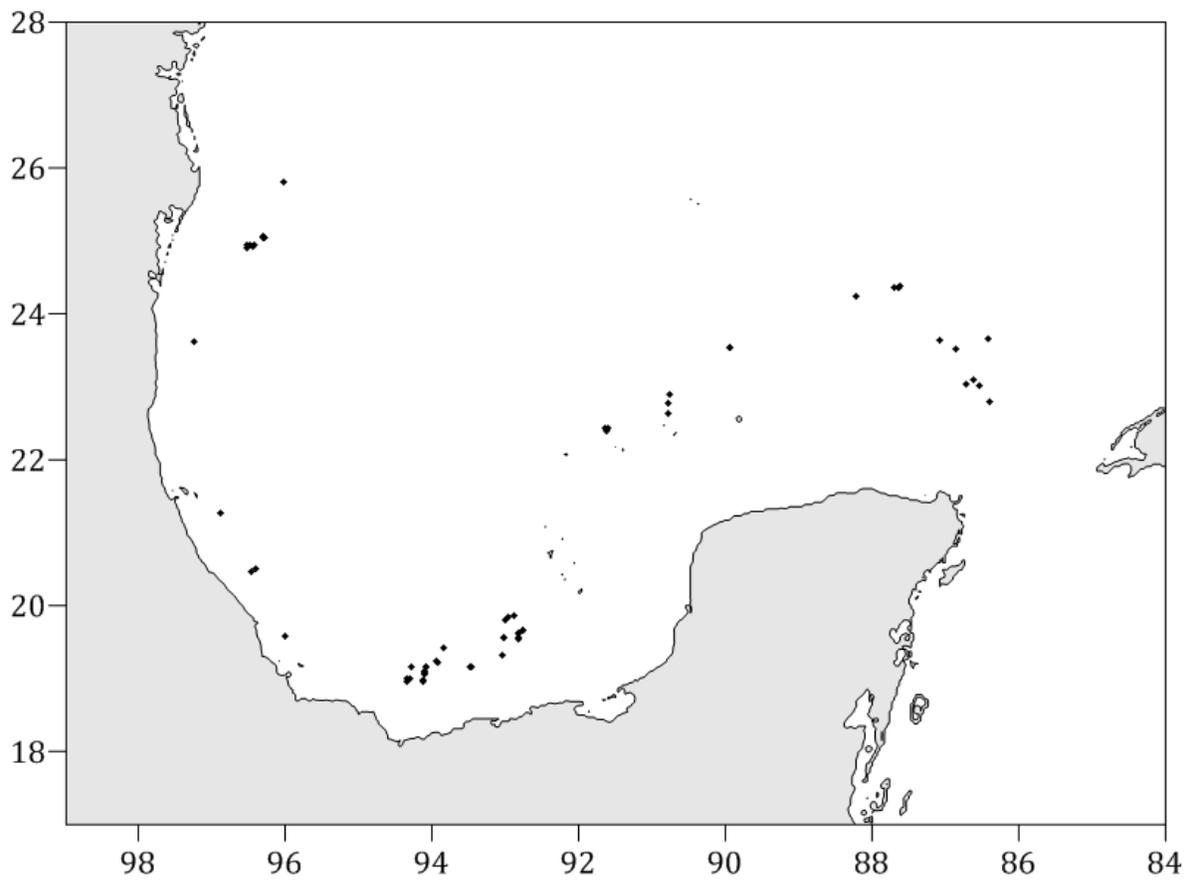
Los porcentajes de abundancia por estadio de desarrollo en los diferentes periodos climáticos mostraron que las mancás fueron abundantes en otoño, tanto los juveniles pequeños y juveniles grandes fueron abundantes en primavera y por último, los adultos fueron más abundantes en otoño (Figura 23).



**Figura 23.-** Composición porcentual en los diferentes estadios de desarrollo *B. giganteus* para cada periodo climático.

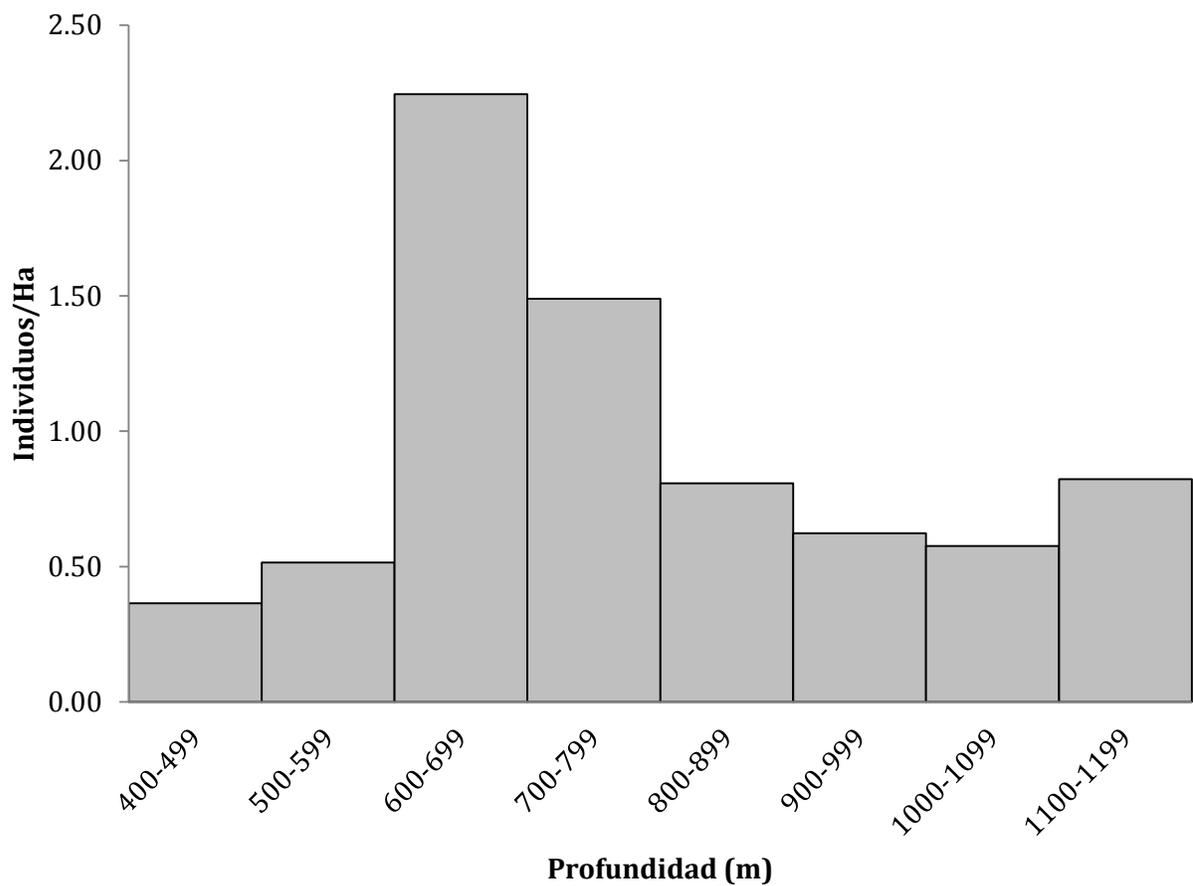
### Distribución espacial y batimétrica

*B. giganteus* fue colectado en la plataforma y talud continental de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, en un intervalo de profundidad de 406-1,144 m (Figura 24).



**Figura 24.-** Distribución espacial de *B. giganteus* en el Sur del Golfo de México.

Sin embargo, las mayores densidades se detectaron en los intervalos batimétricos de 600-699 y 700-799 m (Figura 25).

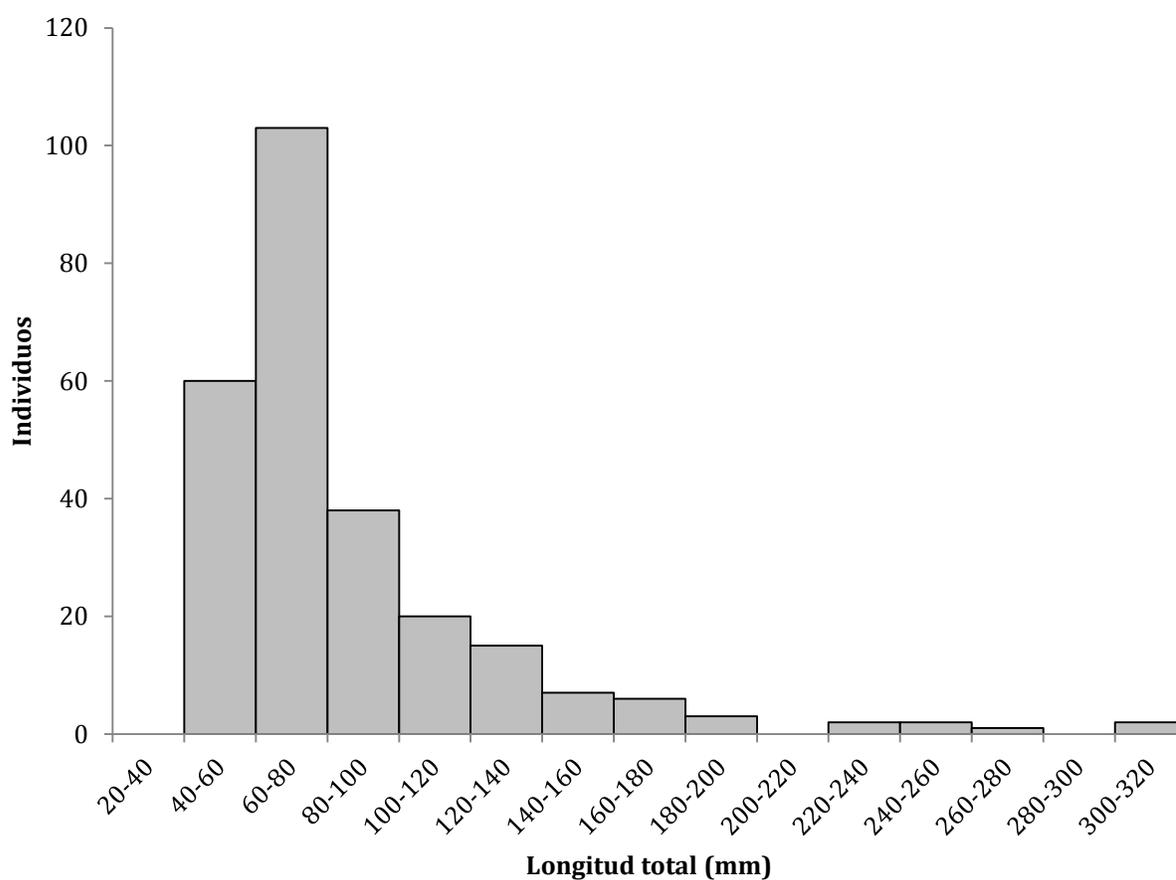


**Figura 25.-** Distribución batimétrica de *B. giganteus*

## Distribución por talla y peso

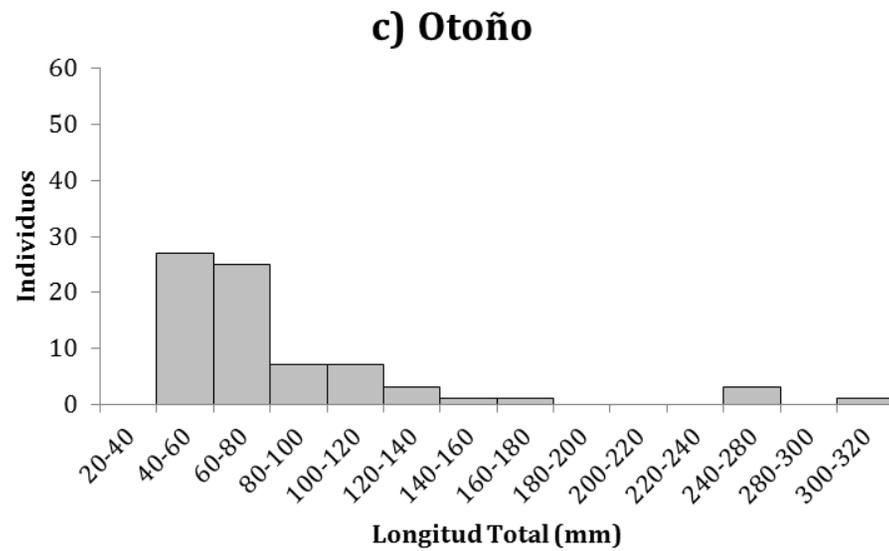
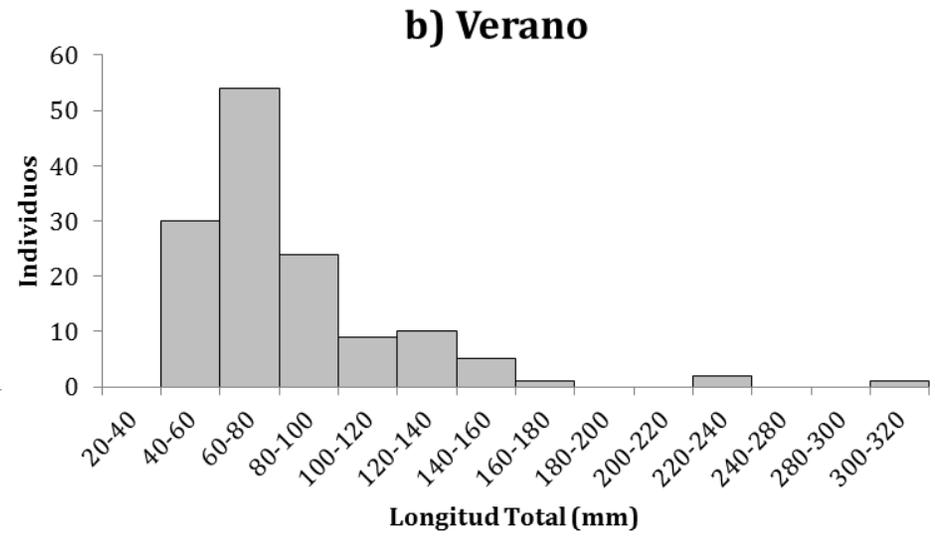
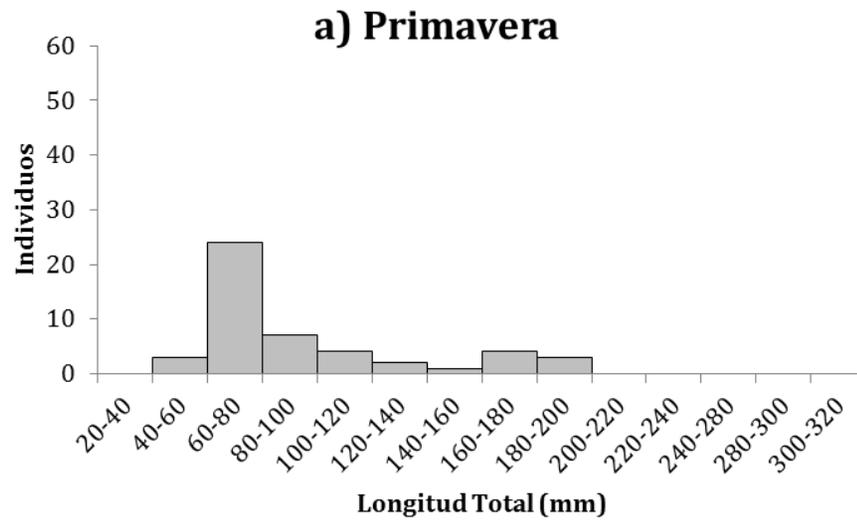
### Total de Organismos

La longitud total (LT) presentó una media de  $\bar{x} = 86.33 \text{ mm} \pm 42.93$ , la longitud mínima fue de 47.41 mm y la longitud máxima de 309.58 mm a una profundidad de 664 m (Figura 26). El peso (W) más bajo que se registró fue de 3 gramos a 600 m de profundidad y el mayor fue de 780 gramos a una profundidad de 1,091 m.



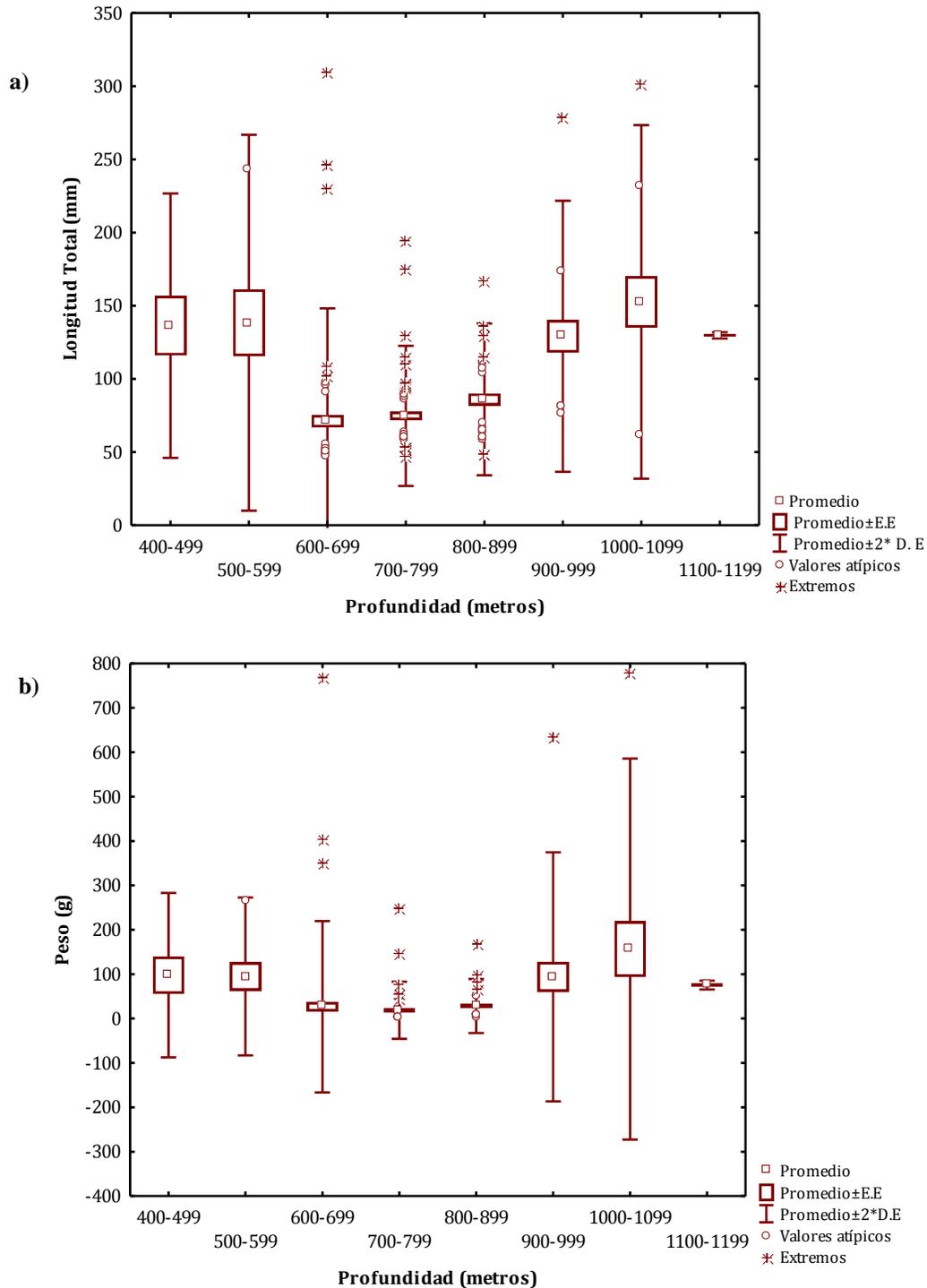
**Figura 26.-** Distribución de tallas de *Bathynomus giganteus*

La distribución de tallas del conjunto de los organismos recolectados durante los períodos climáticos mostró que la talla media más grande se obtuvo durante la primavera  $\bar{x} = 95.03 \text{ mm} \pm 41.65$ , mientras que la menor se detectó en verano  $\bar{x} = 83.89 \text{ mm} \pm 37.76$ . (Figura 27).



**Figura 27.-** Distribución de tallas de *B. giganteus* por periodo climático a) primavera, b) verano y c) otoño

Los diagramas de caja para LT y W mostraron en la distribución con respecto a la profundidad, que las mayores tallas y pesos se observaron a mayor profundidad, LT:  $F = 17.4221$ ,  $p = 0.000$  y W:  $F = 6.0403$ ,  $p = 0.0000$  (Figura 28).



**Figura 28.-** a) Distribución de tallas de *B. giganteus* con respecto a la profundidad, b) Distribución de peso con relación a la profundidad de todos los organismos.

Con respecto a la talla, los intervalos de profundidad de 400-499 y 500-599, 900-999 y 1000-1099 m mostraron tallas mayores significativas con respecto a los intervalos 600-699, 700-799 y 800-899 (Tabla 2).

**Tabla 2.-** Diferencias significativas de la longitud total respecto a la profundidad (Prueba de Tukey).

Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099	1100-1199
400-499		1.000000	<b>0.001767</b>	<b>0.004447</b>	0.056573	0.999921	0.989915	0.999999
500-599	1.000000		<b>0.000040</b>	<b>0.000070</b>	<b>0.003459</b>	0.998752	0.988457	0.999988
600-699	<b>0.001767</b>	<b>0.000040</b>		0.997702	0.320908	<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	0.293006
700-799	<b>0.004447</b>	<b>0.000070</b>	0.997702		0.708878	<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	0.379967
800-899	0.056573	<b>0.003459</b>	0.320908	0.708878		<b>0.000464</b>	<b>0.000032</b>	0.689429
900-999	0.999921	0.998752	<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	<b>0.000464</b>		0.643783	1.000000
1000-1099	0.989915	0.988457	<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	0.643783		0.991057
1100-1199	0.999999	0.999988	0.293006	0.379967	0.689429	1.000000	0.991057	

Con relación al peso, se observó que en contraste con las tallas, las mayores diferencias se centraron principalmente en los intervalos de mayor profundidad (Tabla 3).

**Tabla 3.-** Diferencias significativas del peso respecto a la profundidad (Prueba de Tukey).

Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099	1100-1199
400-499		1.000000	0.630300	0.496826	0.692087	1.000000	0.907336	0.999988
500-599	1.000000		0.392818	0.255799	0.487367	1.000000	0.773092	0.999993
600-699	0.630300	0.392818		0.998934	1.000000	0.052289	<b>0.000058</b>	0.993655
700-799	0.496826	0.255799	0.998934		0.998984	<b>0.019100</b>	<b>0.000038</b>	0.984548
800-899	0.692087	0.487367	1.000000	0.998984		0.122120	<b>0.000181</b>	0.995293
900-999	1.000000	1.000000	0.052289	<b>0.019100</b>	0.122120		0.525655	0.999992
1000-1099	0.907336	0.773092	<b>0.000058</b>	<b>0.000038</b>	<b>0.000181</b>	0.525655		0.924902
1100-1199	0.999988	0.999993	0.993655	0.984548	0.995293	0.999992	0.924902	

## Machos y hembras

Las hembras presentaron una talla media  $\bar{x} = 87.83 \pm 38.13$  y los machos de  $\bar{x} = 105.90 \pm 52.11$ . Las tallas mínimas y máximas de las hembras se registraron en otoño (LT: 51.2 mm, 664 m y LT 243.4 mm a 513 m), mientras que el peso mínimo (5 g) y máximo (359 g) se observaron en verano a 700 y 1002 m, respectivamente. En los machos la talla más pequeña se observó en verano (58.9 mm) a 695 m, mientras que la mayor talla se registró en otoño (309.5 mm a 620 m). El peso mínimo y máximo en los machos se observó en verano (5 g a 695 m y 780 g a 1,091 m). En la figura 29 y 30 se presenta la estructura de tallas para las hembras y machos, observando el intervalo de talla en donde se encontraron más organismos.

### Longitud total de hembras

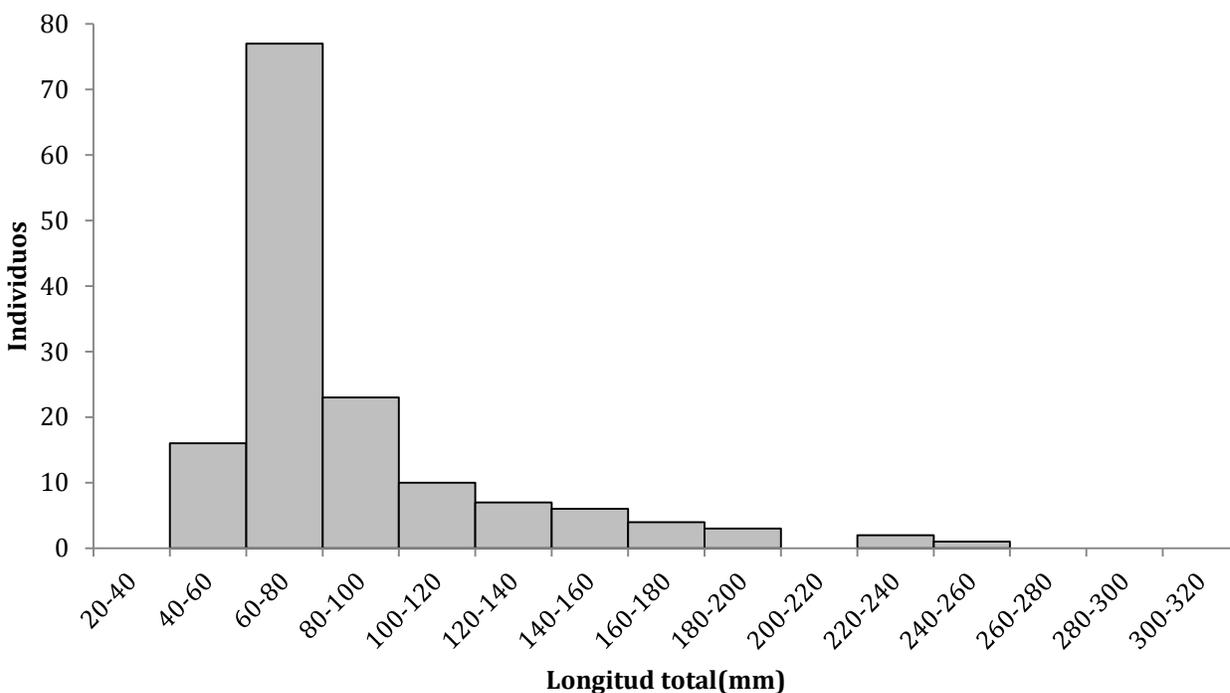
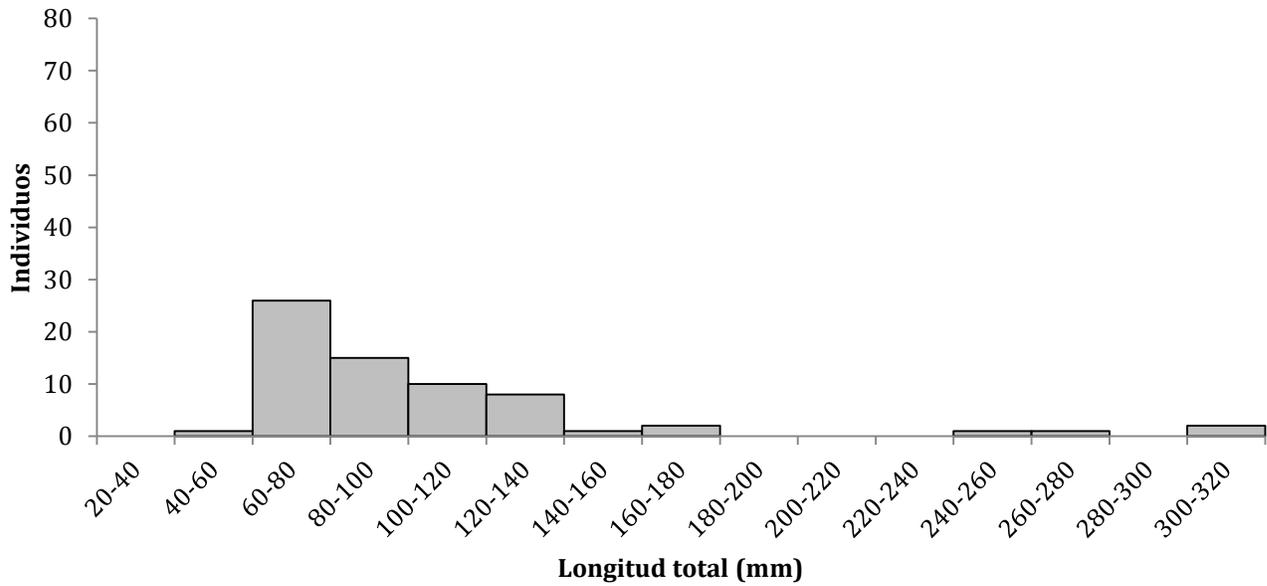


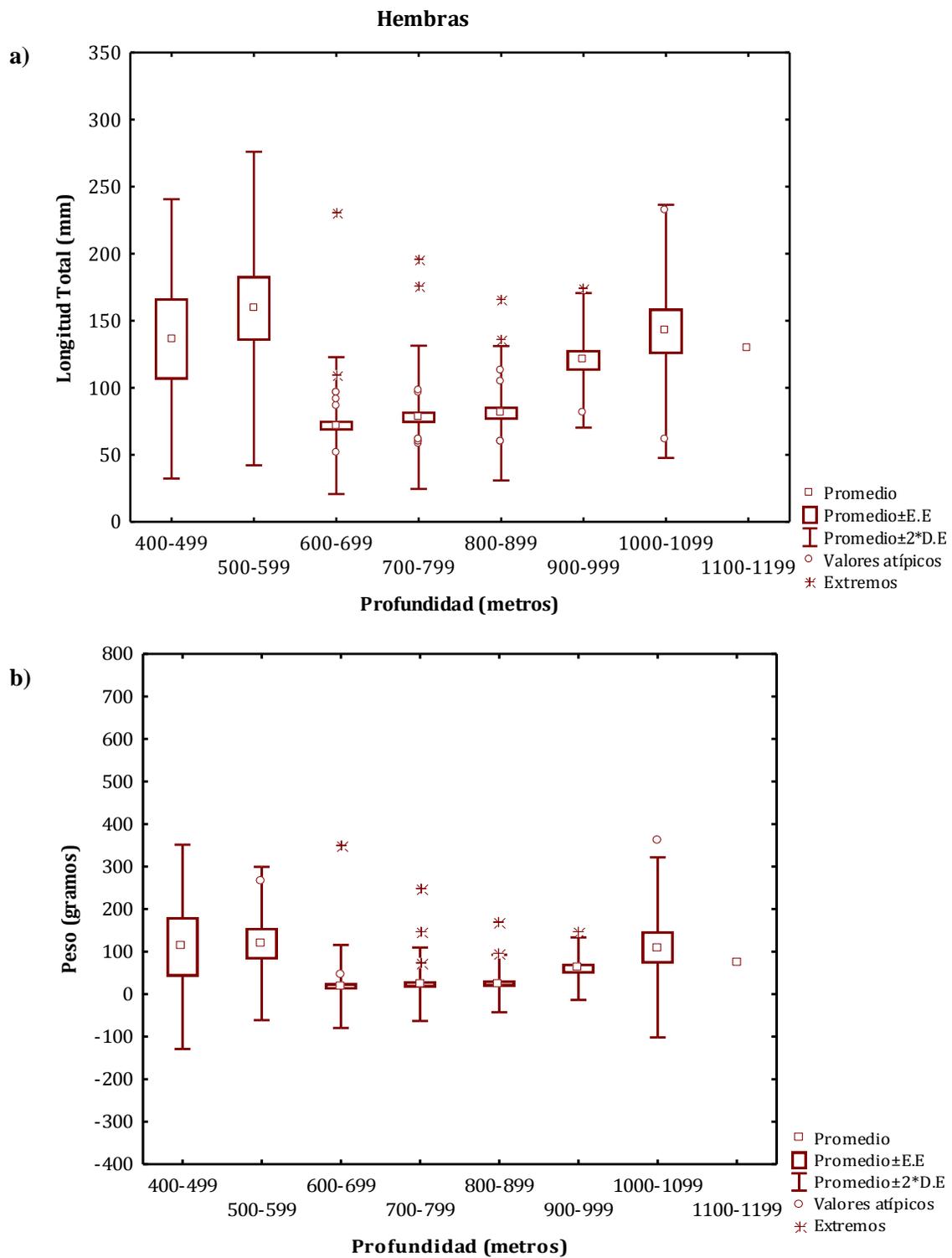
Figura 29.- Estructura de tallas para hembras.

### Longitud total de machos

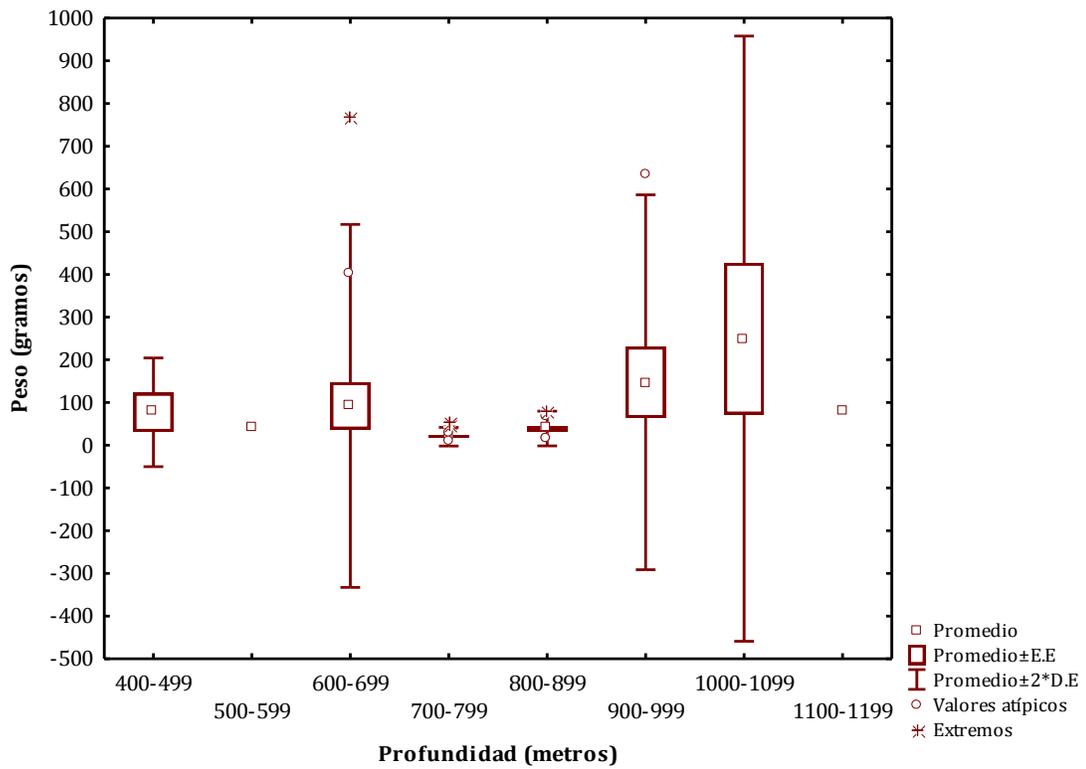
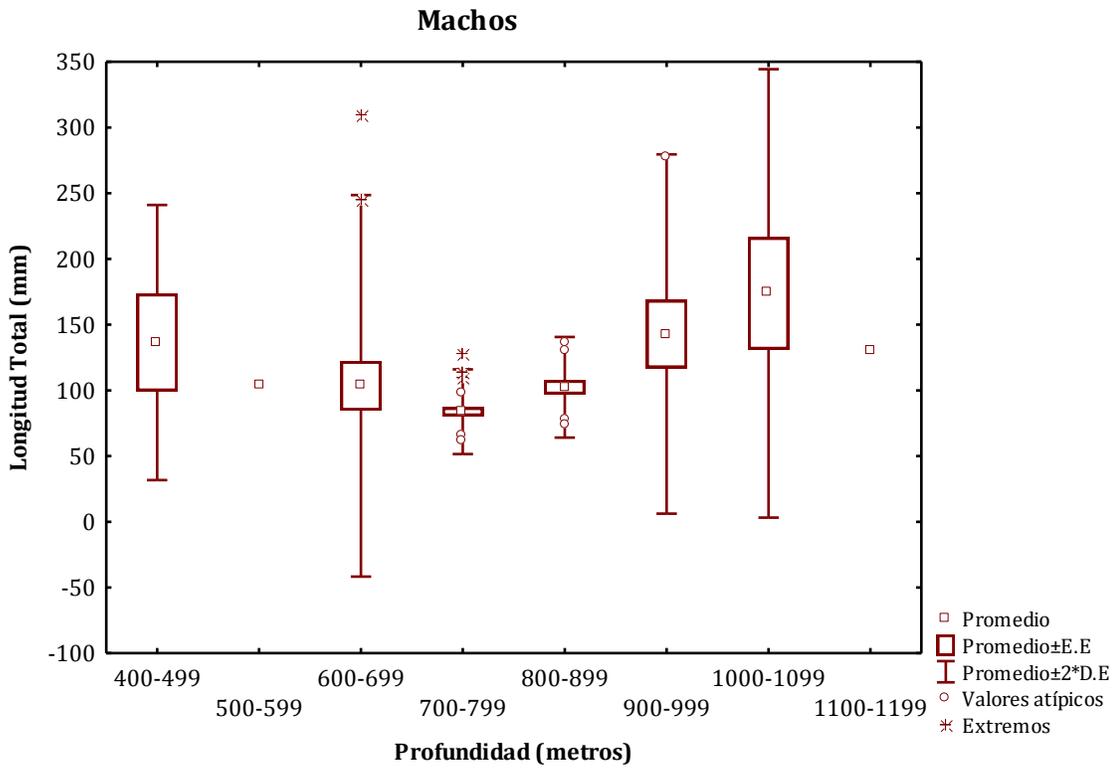


**Figura 30.-** Estructura de tallas de machos.

Los diagramas de caja de la LT y W tanto para hembras como para machos mostraron diferencias en los estratos de profundidad; hembras: LT ( $F = 15.2393$ ,  $p = 0.000$ ) y W ( $F = 7.1166$ ,  $p = 0.0000$ ); machos: LT ( $F = 2.6205$ ,  $p = 0.0200$ ) y W ( $F = 1.6211$ ,  $p = 0.1473$ ) (Figura 31 a y b). En las hembras el patrón que se observó en el W y LT fue un incremento conforme aumentó la profundidad. En los machos los valores menores en tallas y peso se observaron a menor profundidad, mientras que los mayores se presentaron entre 900 y 1100 m, observando el mismo patrón que en las hembras (Figuras 32 a y b).



**Figura 31.-** Distribución de tallas (a) y peso (b) en hembras con respecto a la profundidad.



Los análisis *post hoc* en las hembras, mostraron que la talla y peso presentaron un patrón de distribución con diferencias significativas con respecto a la profundidad. Los valores mayores se observaron en los intervalos (400-499, 500- 599, 800-899 y 900-999 m), mientras que los valores menores se observaron en las profundidades intermedias (600-899 m) (Tablas 4 y 5). En los machos este mismo análisis, mostró que la media de la talla y el peso fue mayor a profundidades mayores a 900 m; (Tablas 6-7).

**Tabla 4.-**Diferencias significativas en el total de hembras: longitud total e intervalos de profundidad (Prueba de Tukey).

Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099	1100-1199
400-499		0.985262	<b>0.000148</b>	<b>0.000984</b>	<b>0.003011</b>	0.912572	0.999969	0.999995
500-599	0.985262		<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	0.100255	0.995476	0.987104
600-699	<b>0.000148</b>	<b>0.000032</b>		0.919494	0.724970	<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	0.245871
700-799	<b>0.000984</b>	<b>0.000032</b>	0.919494		0.999553	<b>0.000043</b>	<b>0.000032</b>	0.395467
800-899	<b>0.003011</b>	<b>0.000032</b>	0.724970	0.999553		<b>0.000294</b>	<b>0.000032</b>	0.486966
900-999	0.912572	0.100255	<b>0.000032</b>	<b>0.000043</b>	<b>0.000294</b>		0.289947	0.999725
1000-1099	0.999969	0.995476	<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	<b>0.000032</b>	0.289947		0.999586
1100-1199	0.999995	0.987104	0.245871	0.395467	0.486966	0.999725	0.999586	

**Tabla 5.-**Diferencias significativas en el total de hembras; peso e intervalos de profundidad (Prueba de Tukey).

Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099	1100-1199
400-499		0.995390	<b>0.002206</b>	<b>0.005542</b>	<b>0.009226</b>	0.400135	1.000000	0.990056
500-599	0.995390		<b>0.003513</b>	<b>0.010966</b>	<b>0.020808</b>	0.783227	0.985884	0.999929
600-699	<b>0.002206</b>	<b>0.003513</b>		0.998679	0.995426	0.054735	<b>0.000032</b>	0.884935
700-799	<b>0.005542</b>	<b>0.010966</b>	0.998679		0.999999	0.175405	<b>0.000033</b>	0.930137
800-899	<b>0.009226</b>	<b>0.020808</b>	0.995426	0.999999		0.305380	<b>0.000035</b>	0.944820
900-999	0.400135	0.783227	0.054735	0.175405	0.305380		0.066980	0.999954
1000-1099	1.000000	0.985884	<b>0.000032</b>	<b>0.000033</b>	<b>0.000035</b>	0.066980		0.986578
1100-1199	0.990056	0.999929	0.884935	0.930137	0.944820	0.999954	0.986578	

**Tabla 6.-**Diferencias significativas en el total de machos; longitud total vs intervalos de profundidad (Prueba de Tukey).

Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099	1100-1199
<b>400-499</b>		0.999181	0.577793	<b>0.036582</b>	0.462071	0.980715	0.510987	0.999999
<b>500-599</b>	0.999181		0.171642	<b>0.003931</b>	0.118166	0.999997	0.888902	0.997297
<b>600-699</b>	0.577793	0.171642		0.081547	0.999956	<b>0.001048</b>	<b>0.000150</b>	0.952729
<b>700-799</b>	<b>0.036582</b>	<b>0.003931</b>	0.081547		0.229131	<b>0.000131</b>	<b>0.000131</b>	0.430817
<b>800-899</b>	0.462071	0.118166	0.999956	0.229131		<b>0.000537</b>	<b>0.000140</b>	0.916212
<b>900-999</b>	0.980715	0.999997	<b>0.001048</b>	<b>0.000131</b>	<b>0.000537</b>		0.828075	0.978625
<b>1000-1099</b>	0.510987	0.888902	<b>0.000150</b>	<b>0.000131</b>	<b>0.000140</b>	0.828075		0.646417
<b>1100-1199</b>	0.999999	0.997297	0.952729	0.430817	0.916212	0.978625	0.646417	

**Tabla 7.-**Diferencias significativas en el total de machos; peso vs intervalos de profundidad (Prueba de Tukey).

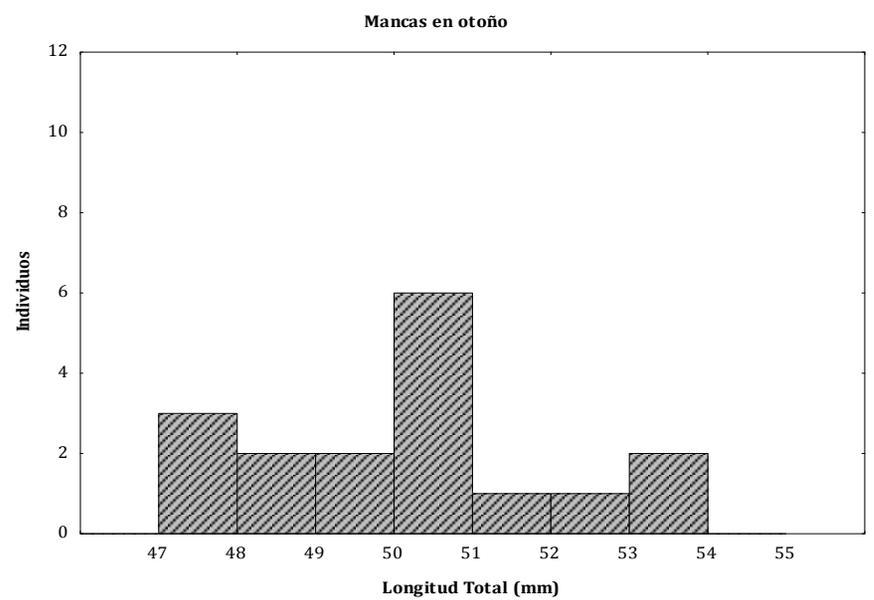
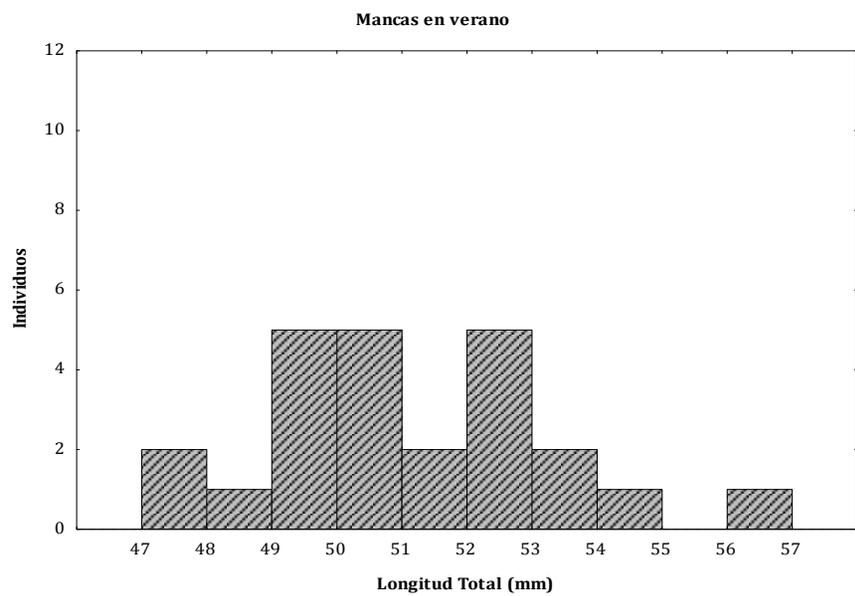
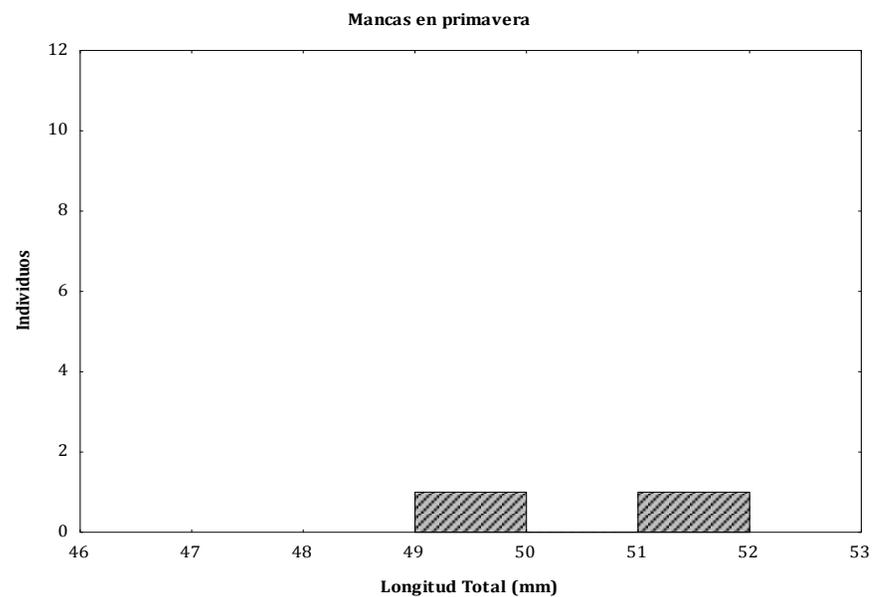
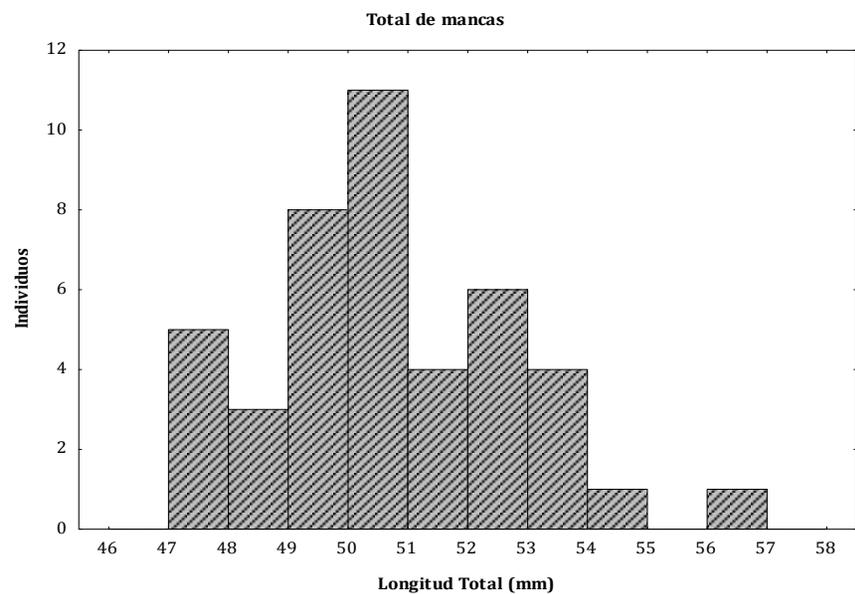
Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099	1100-1199
<b>400-499</b>		0.744545	0.999131	0.731249	0.965348	0.277775	<b>0.002492</b>	1.000000
<b>500-599</b>	0.744545		0.774569	<b>0.007779</b>	<b>0.048434</b>	0.999922	0.297150	0.903484
<b>600-699</b>	0.999131	0.774569		<b>0.000365</b>	<b>0.045993</b>	0.059937	<b>0.000143</b>	0.999947
<b>700-799</b>	0.731249	<b>0.007779</b>	<b>0.000365</b>		0.935046	<b>0.000131</b>	<b>0.000131</b>	0.923988
<b>800-899</b>	0.965348	<b>0.048434</b>	<b>0.045993</b>	0.935046		<b>0.000149</b>	<b>0.000131</b>	0.992241
<b>900-999</b>	0.277775	0.999922	0.059937	<b>0.000131</b>	<b>0.000149</b>		0.170694	0.655438
<b>1000-1099</b>	<b>0.002492</b>	0.297150	<b>0.000143</b>	<b>0.000131</b>	<b>0.000131</b>	0.170694		<b>0.043306</b>
<b>1100-1199</b>	1.000000	0.903484	0.999947	0.923988	0.992241	0.655438	<b>0.043306</b>	

### Estadios de desarrollo e intervalos de talla en *Bathynomus giganteus*

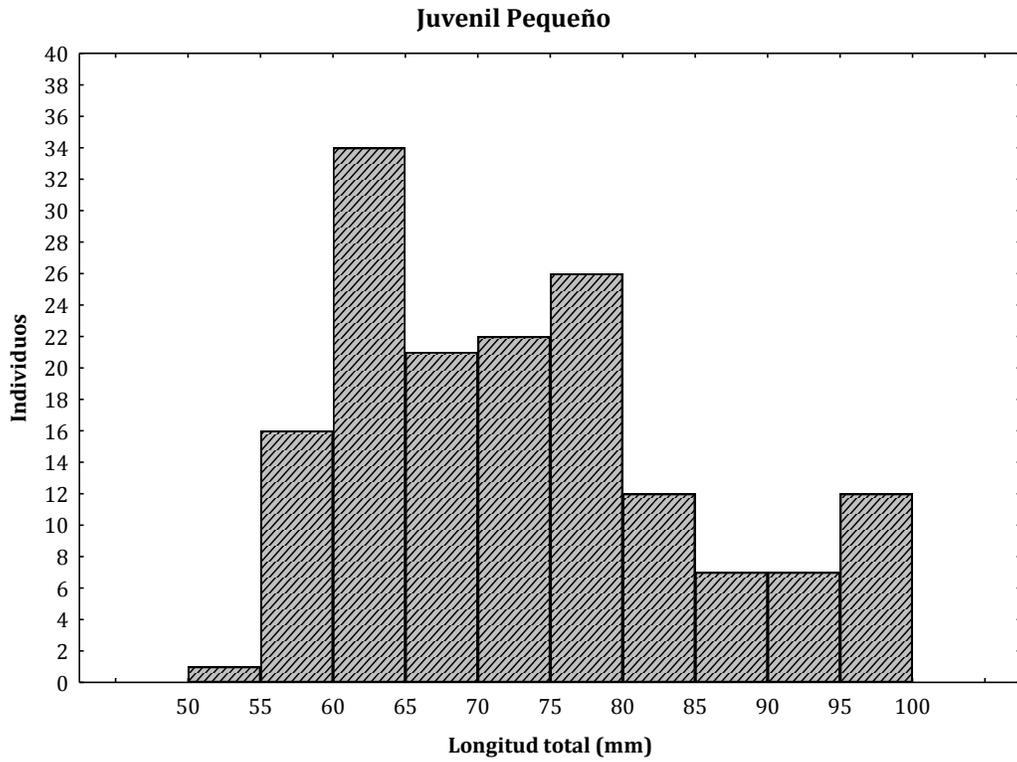
*B. giganteus* presenta cuatro estadios de desarrollo. El intervalo de talla para cada uno de los estadios se estableció de acuerdo a la LT mínima y máxima: en el estadio de manca el intervalo de talla fue de 47.41 - 56.1 mm, en los juveniles pequeños de 51.21 - 99.4 mm, en los juveniles grandes de 101 - 196.4 mm y en los adultos de 229.9 - 309.5 mm (Tabla 8). El estadio manca presentó la mayor abundancia entre el intervalo de tallas de 50-51 mm, aunque se puede observar que por periodo climático no siempre se conserva este intervalo (Figura 33), para los juveniles pequeños la mayor abundancia se encontró entre 60-65 mm; en los juveniles grandes de 110- 120 mm y por último los adultos presentaron dos tallas máximas una entre 240-250 y otra entre 300- 310 mm (Figuras 34, 35 y 36).

Tabla 8.- Intervalos de tallas establecidos para los organismos, debe tomarse en cuenta que se realizó una separación por periodo climático en el que fueron colectados.

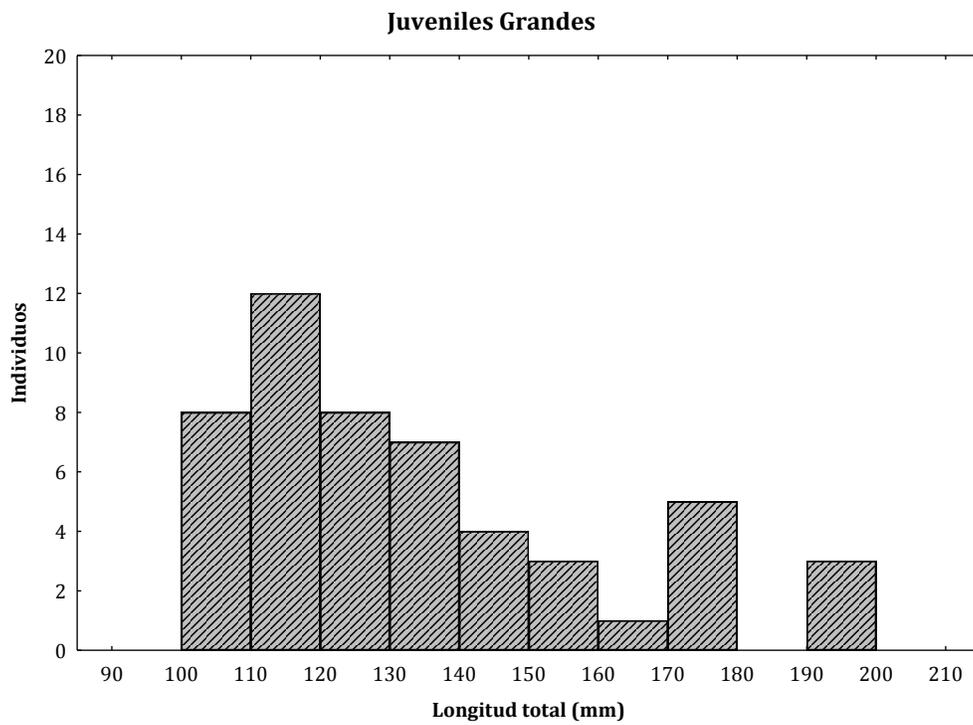
Estación	Primavera		Verano		Otoño	
	<i>n</i>	<i>Intervalo de talla</i>	<i>n</i>	<i>Intervalo de talla</i>	<i>n</i>	<i>Intervalo de talla</i>
<b>Mancas</b>	2	47-60	24	47-60	17	47-60
<b>Juvenil Pequeño</b>	32	58-99	84	57-99	42	51-99
<b>Juvenil Grande</b>	14	100-197	25	100-210	12	100-210
<b>Adulto</b>	-	-	3	220-301	4	220-310
<b>Total de individuos</b>	48	47-197	136	47-301	75	47-310



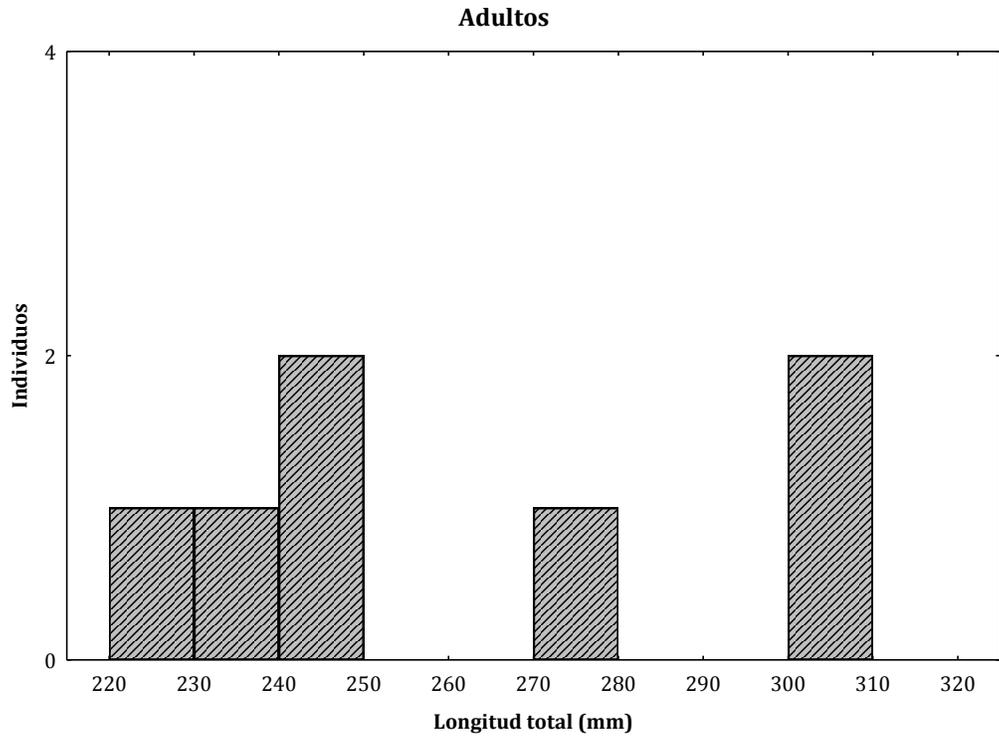
**Figura 33.- Estructura de tallas del estadio de desarrollo Manca por periodo climático**



**Figura 34.-** Estructura de tallas del estadio de desarrollo Juvenil pequeño



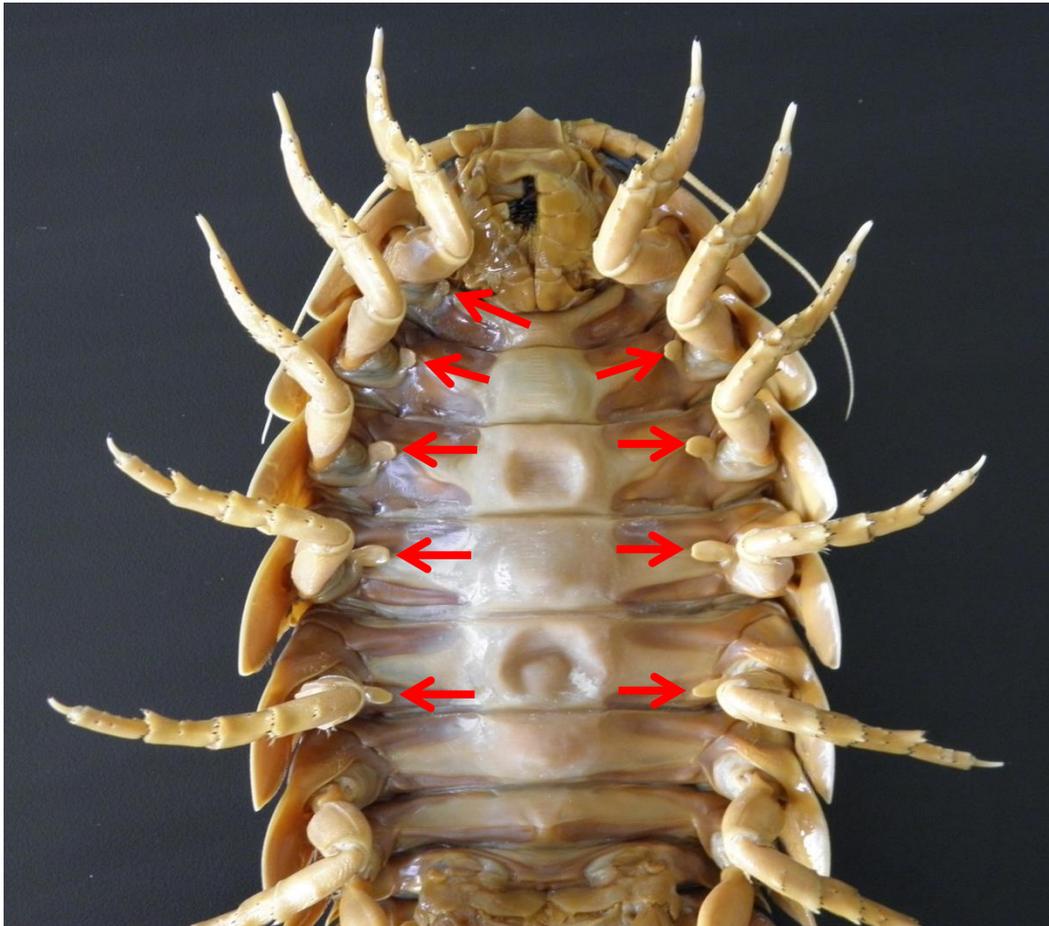
**Figura 35.-** Estructura de tallas del estadio de desarrollo Juvenil grande



**Figura 36.-** Estructura de tallas del estadio de desarrollo Adulto

### **Organismos con caracteres sexuales secundarios**

Los organismos que presentaron estructuras sexuales secundarias (oostegitos) fueron 8 hembras (Figura 37), la talla mínima fue de 135.78 mm y la talla máxima de 236.89 mm, no se capturó ningún organismo macho con caracteres sexuales secundarios.



**Figura 37.-** Hembra con oostegitos

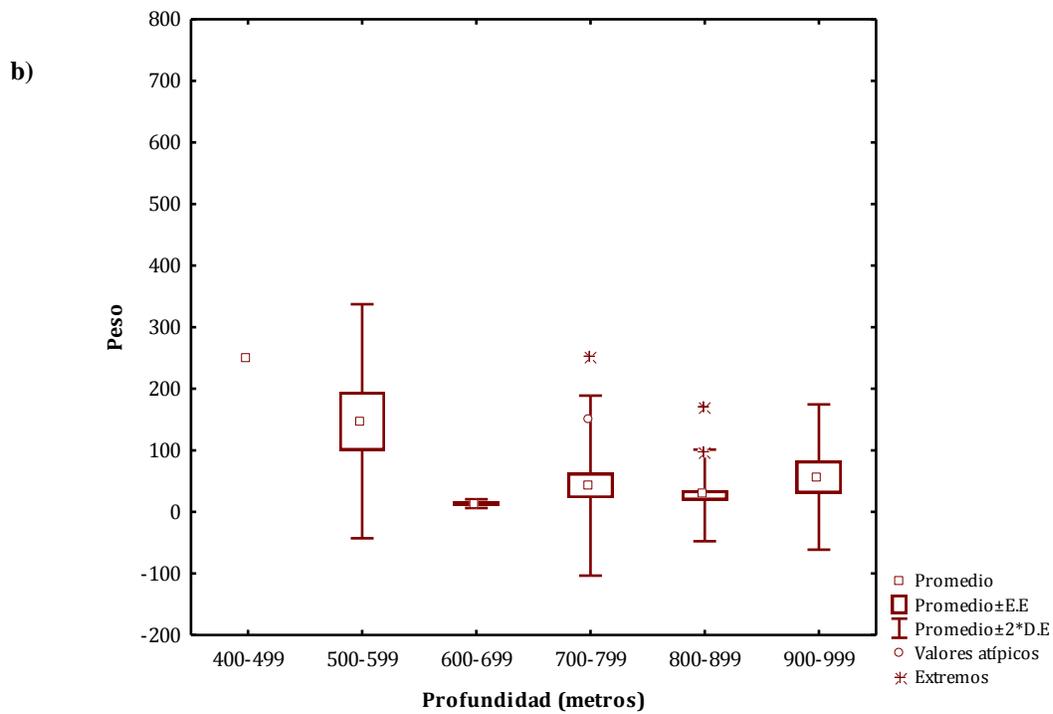
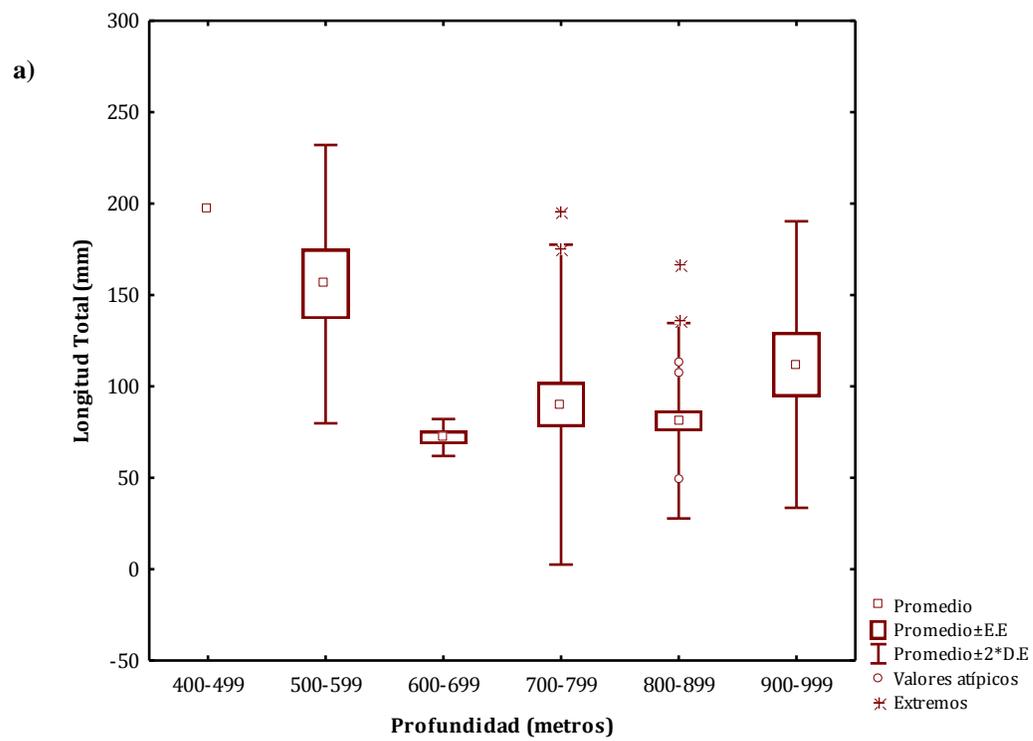
## **Distribución de tallas y peso por período climático.**

### ***Primavera***

El muestreo en este periodo climático se realizó frente a la costa norte del estado de Veracruz y Tabasco (COBERPES 5, sector SSW) y frente al estado de Yucatán y parte de Quintana Roo (COBERPES 2011, sector ESE), en un intervalo batimétrico de 423 – 993 m. La densidad que se obtuvo fue de 0.75 ind/ha, siendo así la densidad más baja.

Durante este periodo se obtuvo la captura más baja de la especie con 48 individuos. La LT más pequeña observada fue de 49.41 mm en una manca a una profundidad de 820 m, mientras que la longitud mayor fue de 196.40 mm en una hembra en estadio juvenil grande a una profundidad de 424 m. En cuanto al peso registrado, el más bajo fue de tres gramos para una manca a una profundidad de 732 m en un individuo de sexo indeterminado. El organismo de mayor peso fue una hembra juvenil grande de 267 gramos a 572 m. La LT presentó una  $\bar{x} = 95.03 \text{ mm} \pm 41.64$ , mientras que para el peso fue de  $\bar{x} = 48.37 \text{ gramos} \pm 69.82$ . Cabe mencionar que las medidas máximas y mínimas tanto en la LT como en el W fueron colectados en la Plataforma de Yucatán. La proporción sexual favoreció a las hembras 2H: 1M.

En primavera, los diagramas de caja para LT y W (hembras y machos) mostraron una relación inversa con respecto a la profundidad: LT ( $F = 5.5256$ ,  $p = 0.0005$ ); W ( $F = 5.8012$ ,  $p = 0.0004$ ) es decir, existe una ligera disminución de la LT y W conforme aumenta la profundidad. Por lo que se puede esperar organismos de semejante tamaño y peso a distintas profundidades (Figura 38 a y b).



**Figura 38.-** Diagramas de caja para primavera: a) longitud total y b) peso.

Las diferencias significativas en la talla se observaron entre los intervalos 400-499, 500-599 y los intervalos 700-799 y 800-900 m; mientras que en el peso las diferencias se detectaron entre 400-499, 500-599 y los intervalos de 600-699, 700-799, 800.899 y 900.999 (Tablas 9 y 10).

**Tabla 9.-** Diferencias significativas en primavera de la longitud total e intervalos de profundidad (Prueba de Tukey).

Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999
400-499		0.898200	0.057121	0.053553	<b>0.025866</b>	0.245873
500-599	0.898200		0.077681	<b>0.021495</b>	<b>0.003658</b>	0.415988
600-699	0.057121	0.077681		0.982381	0.999196	0.737087
700-799	0.053553	<b>0.021495</b>	0.982381		0.975632	0.831249
800-899	<b>0.025866</b>	<b>0.003658</b>	0.999196	0.975632		0.474042
900-999	0.245873	0.415988	0.737087	0.831249	0.474042	

**Tabla 10.-** Diferencias significativas en primavera entre el peso total e intervalos de profundidad (Prueba de Tukey).

Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999
400-499		0.617019	<b>0.022939</b>	<b>0.017149</b>	<b>0.007244</b>	<b>0.046297</b>
500-599	0.617019		0.109237	<b>0.035802</b>	<b>0.006053</b>	0.210825
600-699	<b>0.022939</b>	0.109237		0.985104	0.999613	0.947868
700-799	<b>0.017149</b>	<b>0.035802</b>	0.985104		0.967719	0.997497
800-899	<b>0.007244</b>	<b>0.006053</b>	0.999613	0.967719		0.902552
900-999	<b>0.046297</b>	0.210825	0.947868	0.997497	0.902552	

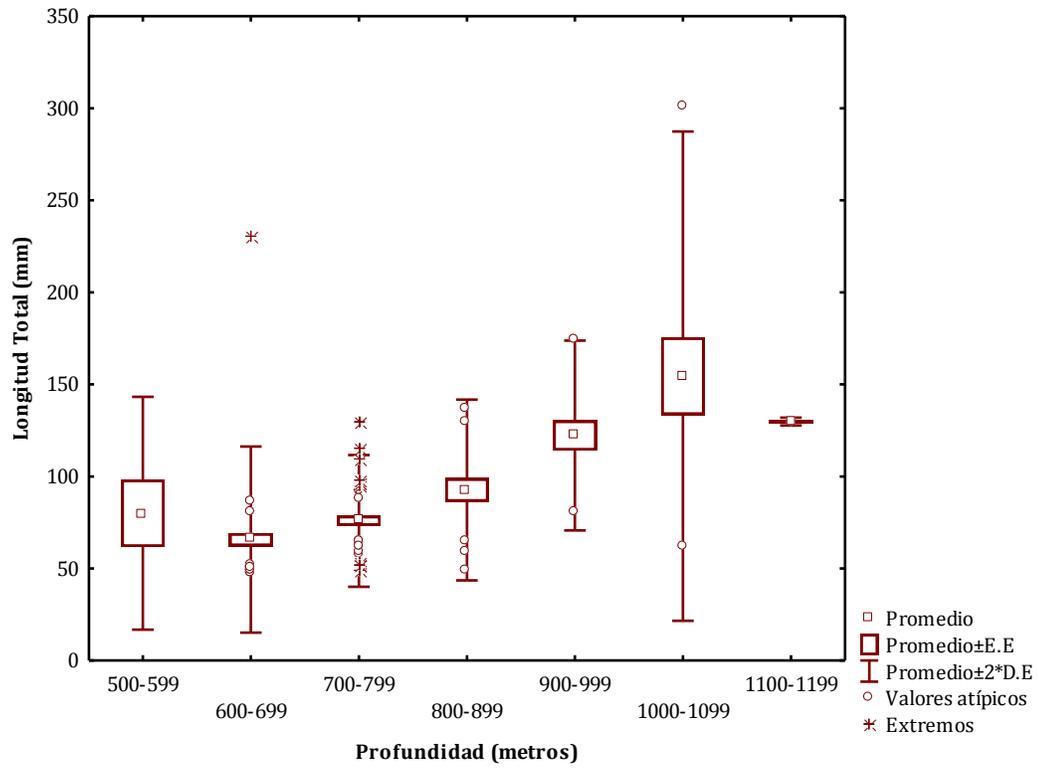
## Verano

Estos muestreos se realizaron frente a las costas del estado de Yucatán en su parte Oeste (frente a arrecife Alacranes) (BIOREPES II, sector SSE), frente a las costas del estado de Tabasco, una porción de la costa Suroeste de Veracruz (COBERPES, sectores WSW y SSW) y una parte de las costas de Tamaulipas en su parte Norte (COBERPES 4, sector WSW), en un intervalo batimétrico de 558 – 1,144 m. Se obtuvo la segunda mayor densidad para este periodo, de 1.21 ind/ha.

En verano se registró la mayor abundancia de *B. giganteus* con un total de 136 individuos, LT,  $\bar{x} = 83.89 \text{ mm} \pm 37.76$ , W,  $\bar{x} = 32.90 \text{ gramos} \pm 80.26$ . La LT mínima se observó en una manca de 47.52 mm a una profundidad de 695 m, frente al estado de Tabasco, mientras que la LT máxima 300.67 mm se observó en un individuo macho adulto a una profundidad de 1,091 m frente al estado de Tabasco. El menor peso registrado fue de tres gramos a una profundidad de 700 m, en una manca y se ubica frente al estado de Tabasco. El mayor peso lo presentó un macho adulto con 780 gramos a una profundidad de 1,091 m frente al estado de Tabasco. Los valores máximos encontrados para ambas variables (LT y W), se localizaron frente al estado de Tabasco. La proporción sexual fue de 2.5H: 1M.

En este periodo climático, se observó lo contrario al periodo climático de primavera, la LT incrementa conforme aumenta la profundidad, mientras que el peso se mantiene constante a diferentes profundidades, se encontró que no hubo diferencias significativas para ambas variables: LT ( $F = 18.8813$ ,  $p = 0.0000$ ); W ( $F = 7.5585$ ,  $p = 0.0000$ ) (Figura 39 a y b).

a)



b)

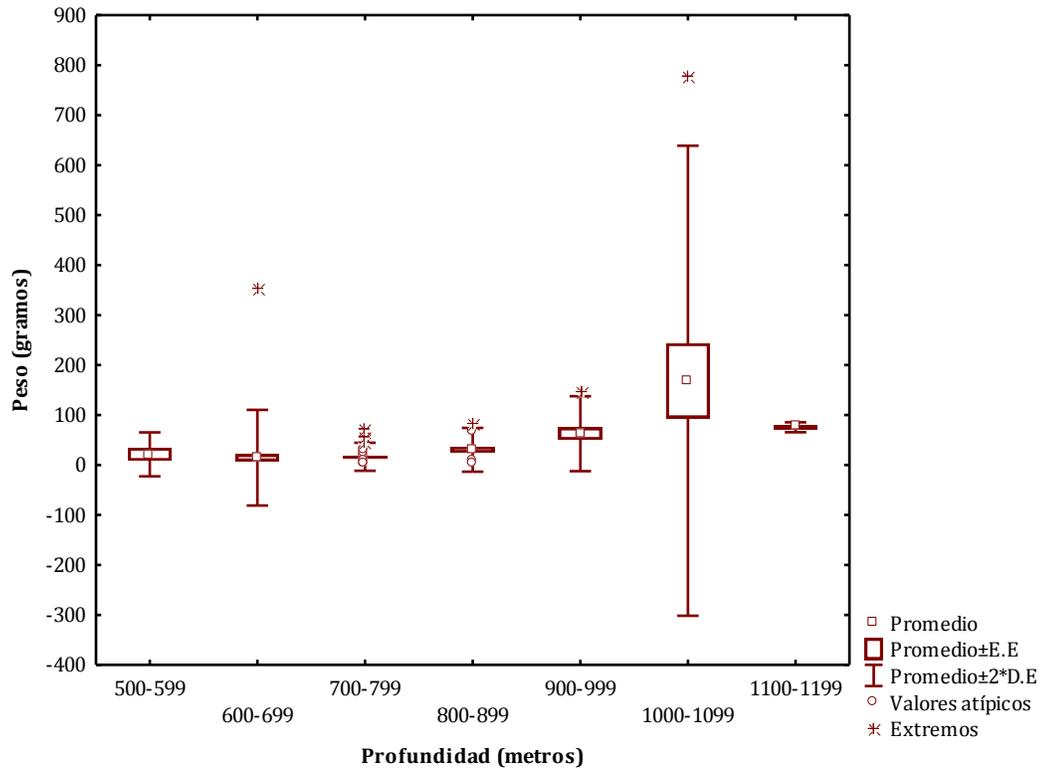


Figura 39.- Diagramas de caja para verano: a) longitud total y b) peso.

Las diferencias significativas en la LT se detectaron principalmente entre los intervalos de 500-599, 600-699 y 700-799 con respecto a 900-999 y 1000-1099. Por su parte el W, presentó diferencias significativas entre la mayoría de los intervalos (Tablas 11 y 12).

**Tabla 11.-** Diferencias significativas en verano entre la longitud total e intervalos de profundidad (prueba de Tukey).

Profundidad	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099	1100-1199
500-599		0.999853	0.999979	0.999346	0.440041	<b>0.000026</b>	0.513077
600-699	0.999853		0.999957	0.622499	<b>0.000301</b>	<b>0.000026</b>	0.115667
700-799	0.999979	0.999957		0.767427	<b>0.000785</b>	<b>0.000026</b>	0.143393
800-899	0.999346	0.622499	0.767427		0.174733	<b>0.000026</b>	0.504655
900-999	0.440041	<b>0.000301</b>	<b>0.000785</b>	0.174733		<b>0.000026</b>	0.998647
1000-1099	<b>0.000026</b>	<b>0.000026</b>	<b>0.000026</b>	<b>0.000026</b>	<b>0.000026</b>		<b>0.003356</b>
1100-1199	0.513077	0.115667	0.143393	0.504655	0.998647	<b>0.003356</b>	

**Tabla 12.-** Diferencias significativas en verano entre el peso e intervalos de profundidad (Prueba de Tukey).

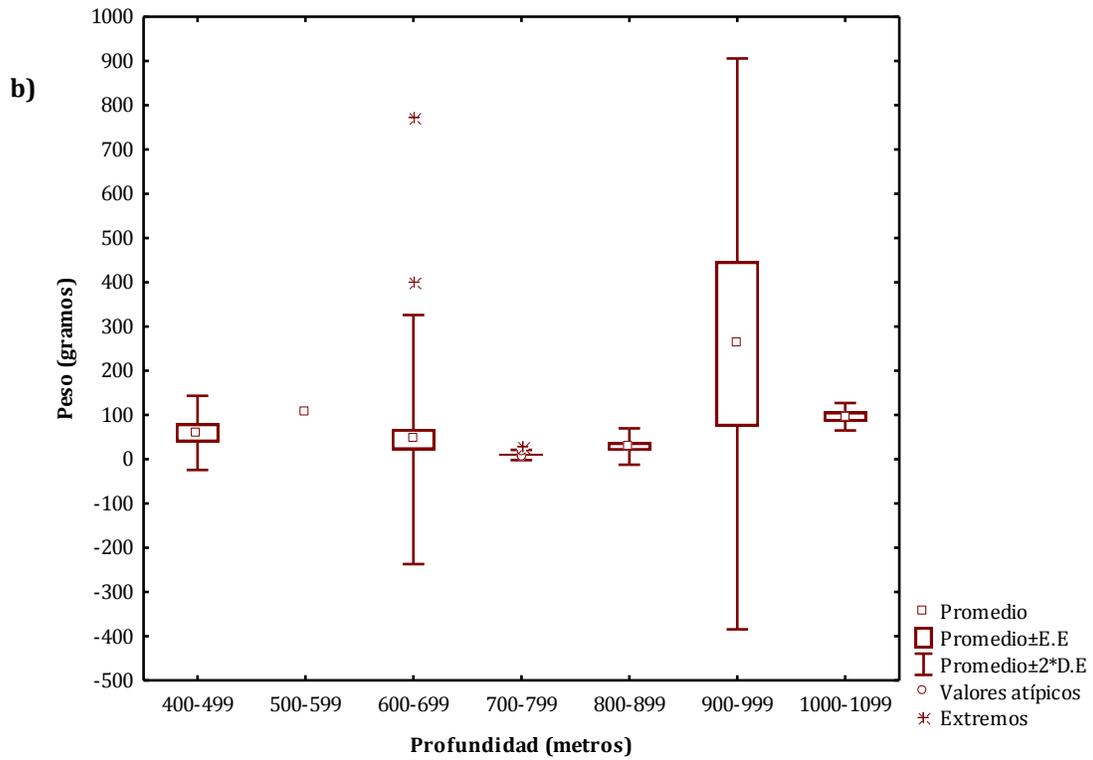
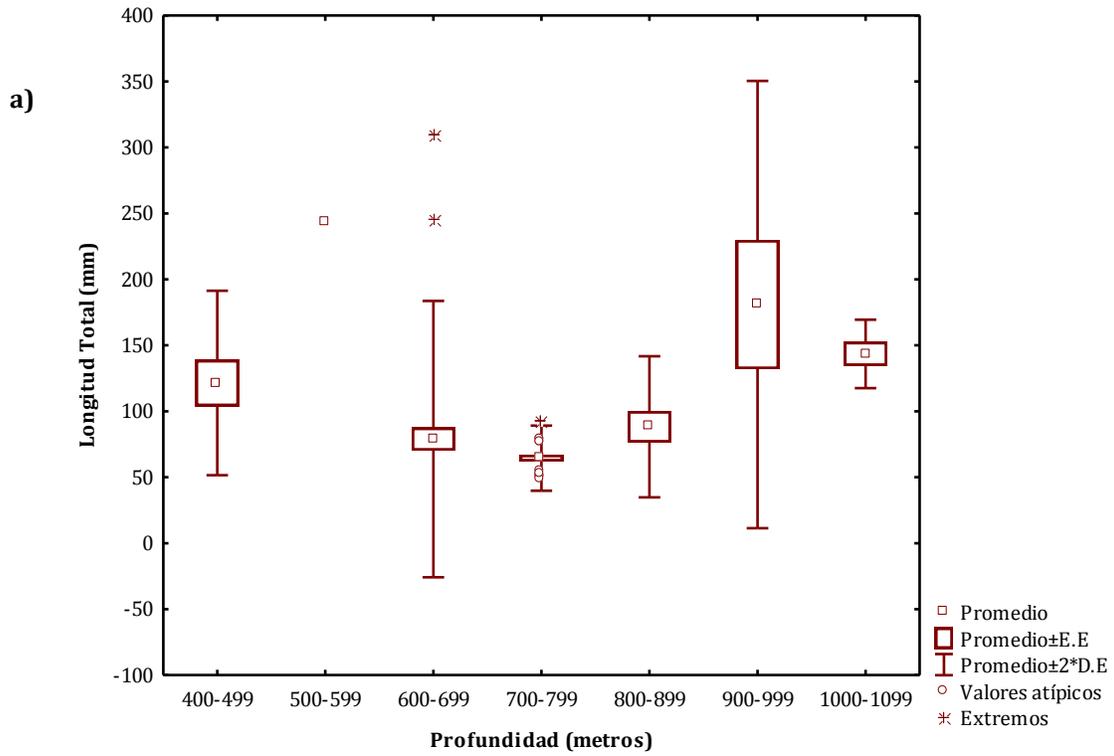
Profundidad	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099	1100-1199
500-599		0,978872	0,999982	0,992064	0,255345	<b>0,001181</b>	0,455597
600-699	0,978872		0,572148	<b>0,018879</b>	<b>0,000026</b>	<b>0,000026</b>	<b>0,026524</b>
700-799	0,999982	0,572148		0,420137	<b>0,000076</b>	<b>0,000026</b>	0,111823
800-899	0,992064	<b>0,018879</b>	0,420137		0,134814	<b>0,000027</b>	0,580357
900-999	0,255345	<b>0,000026</b>	<b>0,000076</b>	0,134814		0,139601	0,999860
1000-1099	<b>0,001181</b>	<b>0,000026</b>	<b>0,000026</b>	<b>0,000027</b>	0,139601		0,919692
1100-1199	0,455597	<b>0,026524</b>	0,111823	0,580357	0,999860	0,919692	

## Otoño

Para otoño, los muestreos se realizaron frente a las costas de Tamaulipas y Veracruz (BIOREPES III, sector WSW y parte del sector WNW), frente a las costas del norte de Tabasco (sector WSW) y costas de Campeche (Banco de Campeche y Cayo Arenas; COBERPES 3, sector SSW), en un intervalo batimétrico de 406 – 1,067 m. Para este periodo climático se registró la mayor densidad, siendo 1.29 ind/ha.

En este periodo se registró la segunda mayor abundancia (75 individuos). La talla mínima de 47.41 mm se presentó en una manca, mientras que la mayor longitud total registrada fue un ejemplar macho adulto de 309.58 mm, a 664 m frente a las costas de Tabasco, en ambos casos. El peso más bajo que se registró fue de tres gramos en una manca a 700 m frente a las costas de Tamaulipas y el mayor fue un macho adulto de 770 gramos colectado a 664 m frente a las costas de Tabasco. Se registró una talla media de LT,  $\bar{x} = 85.18 \text{ mm} \pm 51.58$  y para el peso fue de  $\bar{x} = 43.81 \text{ gramos} \pm 121.36$ . La proporción sexual fue de 1.9H: 1M.

Los diagramas de caja en otoño no mostraron diferencias significativas, presentaron que la LT tiende a incrementar conforme aumenta la profundidad, mientras que el W se mantiene constante a los diferentes estratos de profundidad. LT ( $F = 7.1736$ ,  $p = 0.00001$ ); W ( $F = 2.252$ ,  $p = 0.0484$ ) (Figura 40 a y b). Los valores máximos detectados en los intervalos de profundidad mayor, se deben a que en este periodo se obtuvieron pocos organismos adultos.



**Figura 40.-** Diagramas de caja para otoño: a) longitud total y b) peso.

Las diferencias significativas entre la talla de los organismos y la profundidad se observaron entre la mayoría de los intervalos batimétricos; sin embargo, para el peso se observó que las mayores diferencias fueron entre los intervalos de menor y mayor profundidad (Tablas 13 y 14).

**Tabla 13.-** Diferencias significativas en otoño entre la longitud total e intervalos de profundidad (Prueba de Tukey).

Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099
400-499		0.000129	0.000212	0.000129	0.045636	0.000283	0.689750
500-599	0.000129		0.000129	0.000129	0.000129	0.020305	0.000198
600-699	0.000212	0.000129		0.019139	0.882546	0.000129	0.000138
700-799	0.000129	0.000129	0.019139		0.054628	0.000129	0.000129
800-899	0.045636	0.000129	0.882546	0.054628		0.000129	0.002161
900-999	0.000283	0.020305	0.000129	0.000129	0.000129		0.159275
1000-1099	0.689750	0.000198	0.000138	0.000129	0.002161	0.159275	

**Tabla 14.-** Diferencias significativas en otoño entre el peso e intervalos de profundidad (Prueba de Tukey).

Profundidad	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	1000-1099
400-499		0.900603	0.981730	0.121177	0.834790	0.000129	0.884676
500-599	0.900603		0.602208	0.113649	0.415170	0.004272	0.999992
600-699	0.981730	0.602208		0.005128	0.960291	0.000129	0.394918
700-799	0.121177	0.113649	0.005128		0.918808	0.000129	0.019136
800-899	0.834790	0.415170	0.960291	0.918808		0.000129	0.246788
900-999	0.000129	0.004272	0.000129	0.000129	0.000129		0.000163
1000-1099	0.884676	0.999992	0.394918	0.019136	0.246788	0.000163	

## VII. DISCUSIÓN

### Distribución espacial y batimétrica

En el sur del Golfo de México se registra por primera vez la presencia de *B. giganteus* en los sectores: WNW, Tamaulipas (la parte Norte); WSW, en los estados de Tamaulipas (parte Norte y Sur) y Veracruz (parte Norte); SSW, Veracruz (parte Sur), Tabasco (todo el estado) y Campeche (parte Oeste). Hasta el momento de este estudio, solo se tenían registros de la especie en el sector SSE y ESE; Banco de Campeche (frente a Cayo Arcas), Península de Yucatán, (Cayo Arenas a Isla Contoy) y Mar Caribe (frente a Cozumel y Arrecife Chinchorro) (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 1991; Barradas-Ortiz *et al.*, 2003).

La distribución batimétrica que se registró para *B. giganteus* en la parte sur del Golfo de México fue de 406-1144 m, el límite superior fue mayor al reportado en el Mar Caribe de 359 y 1,050 m (Barradas-Ortiz, *et al.* 2003), para el caso de la Península de Yucatán el límite superior también fue mayor 349-733m (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 1991). No obstante, el intervalo que se observó en el presente estudio se encuentra dentro del reportado para la especie a nivel mundial de 350-2,100 m (Holthuis y Mikulka, 1972).

### Abundancia y densidad

La densidad de *B. giganteus* en el suroeste del Golfo de México fue baja de 4.2 individuos/muestreo (259 individuos) en comparación con la registrada en otros trabajos 78.6 individuos/muestreo (1,651 individuos) y 63.8 individuos/muestreo (1,556 individuos) en la Península de Yucatán y Mar Caribe (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 1991; Barradas-Ortiz *et al.*, 2003). En otras especies, como por ejemplo, *B. doederleini* se ha registrado una captura de 57.3 individuos/muestreo (2,007 individuos) al este de Taiwan a lo largo de siete expediciones durante dos años (Soong y Mok, 1994). Estas diferencias podrían deberse al tipo de equipo de colecta empleado en este estudio (redes de arrastre). Al respecto se ha mencionado por diversos autores que las mayores capturas de *Bathynomus* se han colectado mediante la utilización de trampas con carnada (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 1991; Tso y

Mok, 1991), mientras que con redes de arrastre la captura es baja (0.12% Briones-Fourzán y Lozano-Alvárez, 1991 y 3.14% Barradas-Ortiz *et al.*, 2003).

En el estudio de Briones-Fourzán y Lozano-Alvárez (1991), el porcentaje máximo de abundancia (76.3 %) se observó en el Mar Caribe, entre Cayo Arenas y el Arrecife Alacranes, cabe destacar que estas áreas tienen influencia de las lagunas de Campeche y Mosquitero. Las mayores densidades de *B. giganteus* en el suroeste del Golfo de México se observaron en tres zonas: a) Tamaulipas: frente al río Fernando y la Laguna Madre, b) Veracruz; frente al río Coatzacoalcos y río Tonalá, c) Tabasco: frente al sistema lagunar de Carmen y Machona y frente al río Grijalva, sobre sustratos lodosos. Esto puede deberse a que estos muestreos se encuentran en áreas donde existe un aporte directo de sedimentos y nutrientes de ríos, lagunas y manglares (de Lanza 1991; de Lanza y Gómez-Rojas, 2004).

### **Distribución por talla y peso**

El intervalo de tallas del total de organismos de esta especie en el presente estudio fue de 47.4 -309.6 mm, el cual difiere del encontrado por Barradas-Ortiz *et al.*, (2003) de 43-363 mm. El intervalo de talla por estadio de madurez fue: manca: 47.41-56.17 mm, juvenil pequeño: 51.2-99.4 mm, juvenil grande: 101-196.4 mm y adulto 229.9-309.5 mm. En general, la distribución de la longitud total y peso con respecto a la profundidad para el total de los organismos mostró que las mayores tallas se encuentran a mayores intervalos de profundidad de 700-799, 800-899 y 1,000-1,099. La prueba de ANOVA no muestra diferencias significativas entre la LT y el W contra la profundidad.

### **Machos y hembras**

El porcentaje total de hembras colectadas fue más del doble (57.5 %) en comparación al de los machos (25.9 %). Así mismo, las proporciones por periodo climático se comportaron de forma similar, en primavera las hembras representaron el 65% y los machos 31%; para verano, hembras 59% y machos 23%; mientras que en otoño las hembras representan el 51% y los machos 27%.

La talla media de los machos de *B. giganteus* en el suroeste del Golfo de México fue mayor a la obtenida para las hembras. Sankar *et al.*, (2011) mencionan lo contrario para las hembras de las especies *B. kensleyi*, *B. decemspinus* y *B. doederleini* en las costas de India.

El presente estudio mostró que el patrón de distribución de medias en términos de la LT y el W para las hembras se comporta de una manera similar, es decir, incrementa conforme aumenta la profundidad, a excepción de las profundidades de 500-599 y 1,000-1,099 m en donde se pueden encontrar individuos con talla y pesos mayores. De igual forma en los machos se observó que en ambas variables (LT y W) mientras sea mayor la profundidad, se encontraron individuos con mayor talla y peso. El patrón de comportamiento que se detectó en las variables, puede estar influenciado por la cantidad de hembras capturadas en comparación con los machos.

### **Estadios de desarrollo**

Con respecto a los estadios de desarrollo, los mayores porcentajes se observaron en los juveniles pequeños y grandes (61% y 19.7 %, respectivamente) y los menores en adultos (2.7%) y mancas (16.6%), mientras que en Barradas-Ortiz *et al.*, (2003) se mencionan porcentajes opuestos, es decir mayores porcentajes de adulto y mancas y menores en juveniles pequeños y grandes. Al respecto, cabe mencionar que los distintos valores registrados en comparación con otros estudios (principalmente en la captura de adultos) pueden explicarse por las diferencias en el esfuerzo de muestreo estacional, así como al equipo de colecta empleado. Particularmente la baja captura de adultos en el suroeste del Golfo de México podría deberse a la capacidad de escape de los organismos adultos a las redes de arrastre (Schultz, 1969).

En el presente estudio no se capturaron hembras ovígeras, la mayor talla que se encontró en hembras con presencia de oosteguitos fue de 236.89 mm a una profundidad de 513 metros, mientras que la menor fue de 135.78 mm a una profundidad de 828 metros frente a Tabasco. Posiblemente la ausencia de hembras maduras ovígeras en las colectas se deba a que éstas se entierran en el sedimento durante este periodo de incubación (Tso y Mok, 1991) y dejan de alimentarse, por ello

no son atraídas por las trampas con carnada (Briones-Fourzán y Lozano-Alvárez, 1991). En la literatura solo se tienen reportadas 2 hembras ovígeras, una de 202 mm según Lloyd (1908) y la otra de 235 mm (Schmitt, 1931). En otras especies del género (eg. *B. doederleini*), el porcentaje de hembras maduras capturadas es bajo (Soong y Mok, 1994), esto podría soportar la hipótesis que las hembras maduras en reproducción pueden presentar patrones de distribución diferentes en los distintos periodos climáticos, o que ambas especies tienen un comportamiento diferente.

### **Periodos climáticos**

La abundancia de individuos por arrastre en los periodos climáticos fue mayor en otoño (39.3%), seguida de verano (36.9%) y por último la abundancia más baja (22.8%) se observó en primavera. Nuestros datos difieren con respecto a los de Briones-Fourzán y Lozano-Alvárez (1991) y Barradas-Ortiz *et al.* (2003), éstos autores registran mayores abundancias para invierno, verano y otoño (81.8%, 13.7% y 4.5%) y 79.5% en invierno, seguida de verano (10.9%) y primavera (9.6%) respectivamente. Por otro lado, en otras especies como por ejemplo *B. doederleini* Soong y Mok, (1994) mencionan las mayores abundancias para invierno (79.5%) y las más bajas en primavera (9.6%). Aunque en el presente estudio no se tienen datos en invierno, se muestra un patrón de abundancia diferente al reportado en la literatura con mayor abundancia durante otoño y verano.

Con respecto a la distribución de tallas en los diferentes periodos climáticos, los juveniles en primavera y verano presentaron intervalos de talla menores a los registrados en la literatura para el Banco de Campeche y Península de Yucatán (Barradas-Ortiz *et al.*, 2003), mientras que en los adultos se observaron tallas menores en verano, en primavera no hubo captura de adultos. La talla más grande colectada fue en otoño en un macho de 307 mm (1,000-1,099 m) y la más pequeña en verano en una manca de 47.4 mm en un intervalo de profundidad entre 600-799 m para ambos casos. La mayor talla reportada para el Golfo de México es de un macho de 365 mm colectado en las cercanías de Cayo Arcas para el periodo climático de verano (Barradas-Ortiz *et al.*, 2003). Los juveniles pequeños fueron los mejores

representados en todos los periodos climáticos 66.6% primavera, 61.7% verano y 56% otoño, asimismo, las hembras en este estadio para todos los periodos climáticos tuvieron un intervalo de LT mayor al observado en los machos, aunque, el intervalo batimétrico fue ligeramente más amplio en primavera (600-999) y reducido en otoño (600-799). En cuanto a los demás estadios, las mancas y los juveniles grandes fueron más abundantes en verano. Cabe mencionar que los intervalos de LT en juveniles grandes presentan el mismo comportamiento que los juveniles pequeños, es decir, las hembras tienen un intervalo más amplio que los machos en solo dos periodos climáticos, en el otro periodo los machos presentan un intervalo un poco más amplio que las hembras; mientras que en las mancas la mayor amplitud en el intervalo de tallas se detectó en verano.

En los organismos de sexo indeterminado (manca) se observaron los mayores porcentajes en verano (9.26 %) y otoño (6.5 %) a diferencia de la porción suroeste del Golfo de México en donde se registraron los mayores porcentajes en el invierno (Briones-Fourzán y Lozano-Alvárez, 1991; Barradas-Ortiz *et al.*, 2003).

La proporción sexual en los juveniles pequeños varió entre 2.2 H: 1 M en primavera, 3.0 H: 1 M en verano y 2.8 H: 1 M en otoño; para los juveniles grandes 1.8 H: 1 M en primavera, 1.5 H: 1 M en verano y 1 H: 1 M en otoño; para adultos (N = 7) esta favoreció a las hembras 2 H: 1 M en verano y a los machos en otoño 1 H: 3M. El porcentaje de hembras que presentaron oosteguitos fue de 5.36% con respecto al porcentaje del total colectado.

Las pruebas de ANOVA no mostraron que existen diferencias entre la LT y W en los diferentes intervalos de profundidad en cada uno de los periodos climáticos, en primavera y otoño se observó un patrón de distribución en el cual las tallas más pequeñas se distribuyen a profundidades mayores (Primavera: LT:  $F_{5, 42} = 5.52$ ,  $p < 0.05$ ; W:  $F_{5, 42} = 5.80$ ,  $p < 0.05$ ; Otoño: LT:  $F_{6, 68} = 7.17$ ,  $p < 0.05$ ; W:  $F_{6, 68} = 2.25$ ,  $p < 0.05$ ), mientras que en verano el patrón es contrario, es decir, las mayores tallas se observaron a menores profundidades (LT  $F_{6, 12} = 18.88$ ,  $p < 0.05$ ; W:  $F_{6, 12} = 7.55$ ,  $p < 0.05$ ).

La presencia continua de mancas a lo largo de los diferentes períodos muestreados en este trabajo sugiere que la reproducción es continua y que esta actividad se incrementa en el segundo semestre del año después de primavera. Por otro lado, Briones-Fourzán y Lozano-Alvárez, 1991 y Barradas-Ortiz *et al.*, 2003 coinciden en señalar que durante el período de invierno se presenta un máximo reproductivo. Este es un punto interesante a discutir ya que el muestreo se hizo con trampas cebadas que pueden funcionar como atractores y causar un sesgo en la estimación de la abundancia. Desafortunadamente, no se tienen los suficientes muestreos con redes de arrastre, para que en este estudio se pudiera confirmar si el reclutamiento de mancas se incrementa en invierno, como lo señalan los últimos autores, o si se presenta un comportamiento del tipo que sugieren Soong y Mok (1994) donde el reclutamiento de mancas tiende a disminuir en invierno. De acuerdo a la disponibilidad de alimento relacionado con los ciclos de producción en el Golfo de México (de Lanza, 1991), se podría esperar un comportamiento más cercano a este último, es decir se esperaría encontrar pocos individuos del estadio manca en invierno; sin embargo, para corroborarlo esto sería necesario llevar a cabo muestreos durante el período de invierno.

## VIII. CONCLUSIONES

- *Bathynomus giganteus* se registra por primera vez en los sectores WNW, WSW, SSW del Golfo de México.
- Las mayores densidades se colectaron frente a los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco.
- Las hembras predominaron sobre los machos en todos los periodos climáticos.
- Los machos registraron las longitudes mayores con respecto a las hembras.
- El estadio de juvenil pequeño fue el más abundante durante primavera, verano y otoño.
- No se colectaron hembras maduras lo cual puede deberse a que se entierran en el sedimento, haciendo que su captura sea difícil.
- Se obtuvo una abundancia baja de individuos adultos con caracteres sexuales secundarios lo cual puede deberse al tipo de arte de colecta empleado.
- La mayor abundancia se registró en verano y la más baja se observó en primavera.
- Las manchas fueron más abundantes en verano, lo cual sugiere que en este período se presenta un pico de reclutamiento.
- La presencia constante de manchas durante primavera, verano y otoño sugiere que la reproducción puede ser continua durante todo el año, con máximos en verano y probablemente en invierno.
- Existen diferencias en la distribución batimétrica entre los diferentes periodos climáticos y entre las tallas.

## IX. LITERATURA CITADA

Ahyong, S., Lowry, J., Alonso, M., Bamber, R., Boxshall, G., Castro, P., Gerken, S., Karaman, G., Goy, J., Jones, D., Meland, K., Rogers, D. y Svavarsson, J. 2011. Subphylum Crustacea Brünnich, 1772. *In*: Zhang, Z.-Q. (Ed.). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa* 3148: 165-191.

Barradas-Ortiz, C., Briones-Fourzán, P. y Lozano-Álvarez, E. 2003. Seasonal reproduction and feeding ecology of giant isopods *Bathynomus giganteus* from the continental slope of the Yucatán peninsula. *Deep-Sea Research*, I (50): 495-513.

Biesiot, P., Wang, S., Perry, H. y Trigg, C. 1999. Organic reserves in the midgut gland and fat body of the giant deep-sea isopod *Bathynomus giganteus*. *Journal of Crustacean Biology*, 19 (3): 450-458.

Briones-Fourzán, P. y Lozano-Álvarez, E. 1991. Aspects of the biology of the giant Isopod *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879 (Flabellifera: Cirolanidae), off the Yucatan Peninsula. *Journal of Crustacean Biology*, 11(3): 375-385.

Britton, J. y Morton, B. 1989. Shore ecology of the Gulf of Mexico. University of Texas Press, U.S.A. 386pp.

Bruce, N. 1986. Cirolanidae (Crustacea: Isopoda of Australia). *Records of the Australian Museum*, Supplement 6: 126- 135.

Brusca, R. y Brusca, G. 2005. *Invertebrados*. 2da edición. Mc Graw Hill. Estados Unidos. 579-583 pp.

Boyle, P. J. y Mitchell, R. 1982. Intestinal Microflora in the Deep-Sea Isopod *Bathynomus giganteus*. *Current Microbiology*, 7: 311-314.

Chamberlain, S. C., Meyer-Rochow, V. B. y Dossert W. P. 1986. Morphology of the compound eye of the giant deep-sea isopod *Bathynomus giganteus*. *Journal of Morphology*, 189: 145-156.

De Lanza Espino, Guadalupe. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT Editores. México. 569 pp.

De Lanza Espino, G. y Gómez-Rojas, J.C. 2004. Características físicas y Químicas del Golfo de México. En Diagnostico Ambiental del Golfo de México Volumen I. Caso, M., Pisanty, I., Ezcurra E. INE-SEMARNAT. 103-132pp.

Escobar-Briones, E., Gaytán-Caballero, A. y Legendre, P. 2008. Epibenthic megacrustaceans from the continental margin, slope and abyssal plain of the Southwestern Gulf of Mexico: Factors responsible for variability in species composition and diversity. *Deep-Sea Research II*, 55: 2667-2678.

Felder, D. L., Camp, D.K. y Tunell Jr, J. W. 2009. An Introduction to Gulf of Mexico Biodiversity Assessment. In: Felder, D.L. y Camp, D. K. 2009. Gulf of Mexico. Origin, Waters, and Biota. Vol. 1. Biodiversity. Texas A&M University Press, College Station, Texas. 1393 pp.

Filhol, H. 1885. La vie au fond des mers, les explorations sous-marines et les voyages du Travailleur et du Talisman. 303 pp.

Gracia, A., Vázquez-Bader, A. R., Lozano-Álvarez, E. y Briones-Fourzán, P. 2010. Deep-water shrimps (Crustacea: Penaeoidea) off the Yucatan Peninsula (Southern Gulf of Mexico): a potential fishing resource? *Journal of Shellfish Research*, 29 (1): 37-43.

Holthuis, L. y Mikulka, W. 1972. Notes on the Deep-Sea Isopods of the genus *Bathynomus* A. Milne Edwards, 1879. *Bulletin of Marine Science*, 22: 575-591.

Jacob, A. y Narayankutty, V. A. 2006. Report on the first occurrence of a deep-sea isopod from west coast of India. *Marine Fisheries Information Service, Technical & Extension Series*, 187: 13-14.

Kensley, B. y Schotte, M. 1989. *Guide to the Marine Isopod Crustaceans of the Caribbean*. Smithsonian Institution Press. 308 pp.

Lemos de Castro, A. 1978. Descrição de uma especie nova gigante do gênero *Bathynomus* Milne Edwards do litoral brasileiro (Isopoda, Cirolanidae). *Revista Brasileira de Biología*, Rio de Janeiro, 38: 37-44.

Lloyd, R. E. 1908. The internal anatomy of *Bathynomus giganteus* with a description of the sexually mature forms. *Memoirs of the Indian Museum*, 1 (2): 81-102.

López, M. 2013. Estructura poblacional de *Stereomastis sculpta* (Decapoda: Palinura) en el Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 57pp.

Lowry, J.K. y Dempsey, K. 2006. The giant Deep-sea scavenger genus *Bathynomus* (Crustacea, Isopoda, Cirolanidae) in the Indo-West Pacific. In *Tropical Deep-Sea Benthos, Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 24 (193): 163-192.

Lozano-Álvarez, E., Briones-Fourzán, P., Gracia, A. y Vázquez-Bader, A. R. 2007. Population characteristics of *Heterocarpus ensifer* from the continental slope of the Yucatan Peninsula, Mexico, with notes on *Heterocarpus oryx* (Decapoda: Pandalidae). *Crustaceana*, 80 (5): 555-568.

Magalhães, N. y Young, P. 2003. *Bathynomus* A. Milne Edwards, 1879 (Isopoda, Cirolanidae) from the Brazilian coast, with description of a new species. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, 61(4): 221-239.

Martin, J. W. y Kuck, H.G. 1990. *Bathynomus* A. Milne Edwards, 1989 (Crustacea, Isopoda): proposed precedence over *Palaega* Woodward, 1870. *Bulletin of Zoological Nomenclatura*, 47(1): 27-29.

Martínez, L. y Parés, S. 1998. Circulación del Golfo de México inducida por mareas, viento y la corriente de Yucatán. *Ciencias Marinas*, 1(24):65-93.

Milne Edwards, A. 1879. Sur un isopode gigantes que des grandes profondeurs de la mer. *Comptes Rendus de l'Academic des Sciences*, 83: 21-23.

Milne Edwards, A. y Bouvier, E.L. 1902. Les Bathynomes. Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico (1877-78), in the Caribbean Sea (1878-79), and along the Atlantic coast of the United States (1880), by the U.S. Coast Survey Steamer "Blake", Lieut. Com. C. D. Sigsbee, U.S.N., and Commander J.R. Barlett, U. S. N Commanding. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology, Harvard University*, 27(2): 129-176.

Muñiz, R. C. 2013. Potencial pesquero del camarón escarlata *Aristaeopsis edwardsiana* (Johnson, 1867) en el Golfo de México. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 77pp.

Nayak, T. H, Dineshababu, A. P. y Zacharia, P. U. 2007. A note on the capture of "Giant Isopod", *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879 off Mangalore coast, India. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 104 (3):369-370.

Pless, D. D., Aguilar, M. A., Falcón, A., Lozano-Álvarez, E. y Heimer de la Cotera, E. 2003. Latent phenoloxidase activity and N-terminal amino acid sequence of hemocyanin from *Bathynomus giganteus*, a primitive crustacean. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 409: 402-410.

Ramírez, F. M. 1988. Contribución al conocimiento de la distribución y abundancia de larvas de crustáceos decápodos (Orden: Decapoda) en el Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 95 pp.

Richardson, H. 1905. A monograph on the isopods of North America. Bulletin of the United States National Museum, 54:130-133.

Salas de León, D. A. y Monreal-Gómez, M. A. 1997. Mareas y circulación residual en el Golfo de México, en: Lavin, M.F, editor, Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía N°.3, Unión Geofísica Mexicana, 201-223 pp.

Sankar, R., Rajkumar, M., Sun, J., Gopalakrishnan, A., Vasanthan, T., Ananthan, G. y Trilles, J. 2011. First record of three giant marine Bathynomids (Crustacea, Isopoda, Cirolanidae) from India. *Acta Oceanologica Sinica*, 30(1): 113-117.

Schmitt, W. L. 1931. Some carcinological results of the deeper water trawlings of the Anton Dohrn, including description of two new species of Crustacea. *Carnegie Instant Washington*, 30: 389-394.

Schultz, G. 1969. *The Marine Isopod Crustaceans*. Brown Company Publishers. New Jersey. 1-41 pp.

Soong, K. 1992. Occurrence of the giant isopod *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879 (Isopoda Flabellifera, Cirolanidae) in the West Pacific. *Crustaceana*, 62 (3):291-295.

Soong, K. y Mok, H.K. 1994. Size and maturity stage observations of the deep-sea isopod *Bathynomus doederleini* Ortmann, 1894 (Flabellifera: Cirolanidae), In Eastern Taiwan. *Journal of Crustacean Biology*, 1(14): 72-79.

Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1995. *Biometry*. W.A. Freeman & Co, San Francisco, 776 pp.

Steeves III, H. R. 1969. Lipid contents of the hepatopancreas of the isopod *Bathynomus giganteus* A. Milne-Edwards, 1879. *Crustaceana*, 16(2): 135-138.

Tso, S.F. y Mok, H.K. 1991. Development, reproduction and nutrition of the giant isopod *Bathynomus doederleini* Ortmann, 1894 (Isopoda, Flabellifera, Cirolanidae). *Crustaceana*, 61 (2):141-154.

Vázquez-Bader, A. R. y Gracia, A. 2013. Crangonidae and Glyphocrangonidae (Decapoda; Caridea) of the Southern Gulf of Mexico. *Zootaxa*, 3669 (3): 367-383.

Vidal-Lorandi, V. M., Vidal-Lorandi, F. V. y Pérez-Moreno, J. M. 1988. *Atlas Oceanográfico del Golfo de México*: Vol. I; Inst. de Inv. Eléctricas. Grupo de Estudios Oceanográficos. Cuernavaca, Mor. México, 415 pp.

Wetzer, R. 1986. *Bathynomus* a living sea monster. *Terra*, 25 (2): 26-29.

Wieder, R. y Feldmann, R. 1989. *Palaega goedertorum*, a fossil isopod (Crustacea) from late Eocene to early Miocene rocks of Washington State. *Journal of Paleontology*, 63(1): 73-80.

Wicksten, M.K. y Packard, J. M. 2005. A qualitative zoogeographic analysis of decapod crustaceans of the continental slopes and abyssal plain of the Gulf of Mexico. *Deep-Sea Research I*, 52: 1745-1765.

### **Referencias Electrónicas:**

Life Is a Dancer. (21 de Febrero del 2007). Time-lapse video of Deep-sea feeding frenzy. [Archivo de video]. Recuperado de <http://www.youtube.com/watch?v=2h4VuvC8Kck>.