



00344

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

2

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ECOLOGIA ALIMENTARIA DEL ISOPODO GIGANTE

Bathynomus giganteus

**A. MILNE-EDWARDS, 1879, DEL TALUD CONTINENTAL
DE LA PENINSULA DE YUCATAN.**

288573

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUATICOS)

PRESENTA

AMADA CECILIA BARRADAS ORTIZ

DIRECTORA DE TESIS: DRA. PATRICIA DOLORES BRIONES FOURZAN

2001



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.

Este trabajo se realizó en el laboratorio de crustáceos en la Unidad Académica Puerto Morelos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo la dirección de la Dra. Patricia D. Briones Fourzán.

A mi esposo Jorge y a mis hijos: Cecilia y Alejandro.

Por motivarme siempre con su amor y alegría.

A mis padres Guillermo y Martha:
Con eterno agradecimiento
y con todo mi cariño.

A mis hermanos.

RESUMEN

Se estudió la ecología alimentaria del isópodo *Bathynomus giganteus* con base en el análisis de contenido estomacal. Adicionalmente se analizaron su estructura poblacional y algunos aspectos de su reproducción con base en el desarrollo gonádico y de caracteres sexuales secundarios. Se analizaron 391 isópodos (34 larvas manca, 103 juveniles y 254 adultos) entre 48 y 363 mm de longitud total, recolectados con trampas alrededor del talud continental de la península de Yucatán en el periodo de enero-febrero de 1990 (invierno) y en el mes de septiembre de 1990 (verano). La proporción de ambos sexos, y de machos sexualmente maduros, fue similar en ambas épocas de muestreos, mientras que la proporción de hembras maduras fue significativamente mayor en verano, lo que sugiere reproducción estacional. Las tres fases de desarrollo mostraron diferentes porcentajes de vacuidad estomacal, siendo mayor en los adultos. Se determinaron 14 grupos taxonómicos en los contenidos estomacales. La dieta de juveniles y adultos fue similar, su alimento preferencial estuvo constituido por peces y crustáceos, mientras los cefalópodos ocuparon un lugar secundario y el resto de los grupos representó alimento ocasional. En contraste el alimento preferencial de las mancas fueron los peces y foraminíferos. Los resultados indican que *Bathynomus giganteus* se alimenta fundamentalmente de animales muertos, aunque también consume organismos sésiles o de lento movimiento; que maximiza la ingestión de alimento cuando lo encuentra y que es capaz de permanecer largos periodos sin alimentarse, particularmente en su fase adulta. Se discute el papel de esta especie en el bentos batial.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de manera especial a la Dra. Patricia D. Briones Fourzán por haber aceptado dirigir mi trabajo de tesis, y además el que continuamente me presionara para que lo terminara y lo presentara, sin lugar a dudas es la persona a quien debo en gran parte el haber terminado esta tesis. Que a pesar de todos los contratiempos y obstáculos por los cuales pasé a lo largo de la realización de este trabajo nunca obtuve un rechazo, sino al contrario siempre me brindó su apoyo.

A los miembros de mi jurado Dr. Enrique Lozano Alvarez, Elva Guadalupe Escobar Briones, Adolfo Gracia Gasca, Ruth Cecilia Vanegas Pérez y Ana Rosa Vázquez Bader, quienes revisaron el manuscrito y me brindaron valiosas observaciones para mejorar su contenido, mi agradecimiento a cada uno de ellos y en particular al Dr. Enrique Lozano quien fungió además como sinodal en cada uno de los seminarios de investigación, brindándome siempre sus atinadas observaciones y sugerencias.

Quiero brindar de manera especial mi sincero agradecimiento al M. en C. Fernando Negrete Soto, quien desde el inicio de este trabajo siempre me brindó su apoyo incondicional en todos los problemas que tuve con los programas de computo, así como por su ayuda y comentarios en la realización de gráficos. Además por su gran compañerismo.

Agradezco la valiosa colaboración en la identificación de los picos de los cefalópodos a la M. en C. Zoila Castillo Rodríguez del laboratorio de malacología del ICMYL. Así como también a la Biól. Delta Castillo Fernández del laboratorio de bentos del CINCESTAV-IPN por su ayuda en la identificación de los nemátodos y al Dr. José Alvarez en la identificación de copépodos.

Al M. en C. Francisco F. Escobar por haberme facilitado la versión inicial en Corel del mapa que muestra el área de estudio. Así como también a Gabriel Rosado por su constante apoyo y asesoría en el escaneado de material fotográfico y en los programas de Corel y PowerPoin.

Durante mi estancia en la ciudad de México, siempre tuve la gran fortuna de contar con el apoyo incondicional de mis tíos Bethy y Mario y de mis primos. Mi agradecimiento sincero a cada uno de ustedes por todo su apoyo y cariño.

Deseo brindar mi agradecimiento al M. en C. Hugo Molina, a la Biól. Karina Orduña y a la Sra. Norma Suazo por su generosa e invaluable ayuda en la realización de trámites académicos en la Ciudad de México.

Quiero expresar mi agradecimiento a una persona muy especial, quien siempre estuvo allí en el momento justo y a quien debo en gran parte, el haber terminado mis créditos de maestría. Muy pocas personas tienen la fortuna de tener un hermano como el mío, gracias Beto.

CONTENIDO

	Pág.
Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Objetivos.....	8
Area de Estudio.....	9
Materiales y Métodos.....	13
Muestras.....	14
Procesamiento de las muestras.....	15
Medición.....	15
Estadios de desarrollo.....	16
Aspectos reproductivos.....	16
Análisis de contenido estomacal.....	17
a) Porcentajes de vacuidad.....	17
b) Identificación de los grupos taxonómicos discretos	18
c) Porcentaje de peso y frecuencia de los grupos	
taxonómicos.....	18
d) Índice de similitud.....	20
e) Índice de importancia relativa.....	20
Análisis Estadístico.....	21
Resultados.....	22
Organismos muestreados.....	22
Distribución por tallas.....	22
Evidencias de actividad reproductiva.....	24
Alimentación.....	27
Porcentajes de vacuidad.....	27
Identificación taxonómica del contenido estomacal.....	31
Composición de la dieta.....	31
Porcentaje de peso y frecuencia de los grupos taxonómicos..	36
Índice de similitud (Cj).....	41
Índice de importancia relativa (IIR).....	43
Discusión.....	48
Conclusiones.....	58
Literatura Citada.....	61
Índice de tablas.....	65
Índice de figuras.....	67

INTRODUCCIÓN

Un aspecto importante en la biología de una especie es su alimentación, puesto que ésta brinda la energía necesaria para todos los procesos biológicos de los organismos. Por otro lado, la manera en la cual un organismo se alimenta y la cantidad y calidad de alimento disponible determina en gran medida no solamente su estructura, su modo de vida, y sus relaciones con otros organismos, sino también el total de biomasa que la especie puede producir (McConnaughey & Zottoli 1983).

Los isópodos (Crustacea: Isopoda) son un grupo de organismos que cuentan con numerosas especies y cuyas poblaciones suelen ser numerosas. En algunos ecosistemas marinos, los isópodos constituyen uno de los taxa más abundantes (Shultz 1969) y representan importantes miembros de la red trófica marina (Menzies & Kruczynsky 1983) ya que, por sus hábitos fundamentalmente carroñeros, posibilitan el retorno de las sustancias que forman el cuerpo de los organismos muertos al medio ambiente. De esta manera, los isópodos marinos juegan, en sus respectivos hábitats, un papel fundamental en el reciclaje de la materia y en el flujo de energía del ecosistema (Shultz 1969).

Los isópodos marinos más conspicuos, por la gran talla que alcanzan, son los pertenecientes al género *Bathynomus* A. Milne-Edwards, 1879, (Crustacea: Isopoda), de la familia Cirolanidae, suborden Flabellifera (Schultz 1969, Shih 1972). *Bathynomus* se diferencia fácilmente de otros isópodos, además de por su gran tamaño (Schmitt 1931, Holthuis & Mikulka 1972), por poseer branquias altamente ramificadas sobre la superficie posterior interna de los pleópodos (Milne-Edwards 1879, Ortmann 1894, Milne-Edwards & Bouvier 1902, Holthuis & Mikulka 1972, Shih

1972).

El género *Bathynomus* habita la llamada región batial marina, que comprende entre los 200 y los 1000 metros de profundidad (Wolff 1970, Lemos de Castro 1978). Desde el descubrimiento del género, se han descrito 9 especies: *Bathynomus giganteus* Milne-Edwards, 1879; *B. doederleini* Ortmann, 1894; *B. propinquus* Richardson, 1910; *B. kapala* Griffin, 1975; *B. miyarei* De Castro, 1978; *B. immanis* Bruce, 1986; *B. affinis* Richardson, 1910; *B. decemspinus* Shih, 1972 y *B. pelor* Bruce, 1986. Sin embargo, solamente las seis primeras son consideradas válidas ya que se plantea una sinonimia entre las especies de *B. affinis* y *B. decemspinus* con *B. doederleini* y de *B. pelor* con *B. kapala* (Cocke 1987, Soong 1992). Además, el género se encuentra representado en el registro fósil (Cocke 1987).

Bathynomus giganteus es la especie más común y de mayor tamaño entre todas las del género. Su distribución geográfica comprende dos áreas ampliamente separadas, una que se extiende por el Golfo de México y Mar Caribe, hasta el estado de Ceará, Brasil, y la otra que comprende el Noroeste del Océano Indico, desde la Costa Sur de Arabia hasta la costa de Birmania. Todas las demás especies están restringidas a la región indo-pacífica (Agassiz 1888, Boone 1927, Holthuis & Mikulka 1972, Shih 1972, Lemos de Castro 1978, Cocke 1987, Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez 1991).

El reciente registro de *B. giganteus* en el océano Pacífico occidental, al suroeste de Taiwan, indica que cuando menos una especie de este género podría distribuirse en tres océanos, lo que sugiere que el género se originó en la región del Pacífico con *B. giganteus*, que es la única especie que ha alcanzado una

distribución tan amplia (Soong 1992).

La literatura científica sobre el género *Bathynomus* es escasa. Existen algunos trabajos sobre *B. doederteini*, que incluyen aspectos sobre su talla y alimentación (Shih 1972), su desarrollo, reproducción y nutrición (Tso & Mok 1991), y su microanatomía, en particular la identificación de las neuronas responsables de la actividad cardíaca (Tanaka & Kuwasawa 1991a, 1991b, 1991c; Okada & Kuwasawa 1993). En el caso de *B. giganteus*, se cuenta con trabajos referentes a su morfología, morfometría y anatomía interna (Milne-Edwards & Bouvier 1902, Lloyd 1908, Cocke 1987), morfología del ojo compuesto (Chamberlain *et al.* 1986), morfología del aparato reproductor y ultraestructura de los espermatozoides (Perry & Hinsch 1991), y algunos estudios sobre su fisiología, tales como la circulación branquial (Bouvier 1901), el contenido de lípidos del hepatopáncreas (Steeves 1969), y propiedades de la hemocianina (Van Holde & Brenowitz 1981). Sin embargo, existe información escasa sobre su estructura poblacional y su biología. A este respecto, Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez (1991) realizaron un análisis poblacional de *B. giganteus* del talud continental de la Península de Yucatán, ofreciendo información preliminar sobre su proporción sexual, distribución por tallas, reproducción y alimentación.

El presente trabajo es una extensión del trabajo de Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez (1991) y pretende incrementar el conocimiento sobre la ecología alimentaria de *B. giganteus* en sus diferentes fases de desarrollo, en el talud continental de la Península de Yucatán, con base en análisis de su contenido estomacal. Así como estudiar algunos aspectos sobre su reproducción.

ANTECEDENTES

Ciclo de vida de los isópodos marinos

Sistema reproductivo

Los isópodos del género *Bathynomus* son organismos dioicos; los machos y las hembras presentan características morfológicas diferentes cuando empieza la maduración sexual.

El sistema reproductor en los machos consiste básicamente en un par de testículos, con vasos deferentes formados por células epiteliales columnares con núcleos basales. El lumen se encuentra lleno con productos seminales que consisten en agregaciones de espermatozoides rodeados de túbulos extracelulares. Los vasos deferentes conducen a las papilas genitales, las cuales se abren hacia el exterior a través de un par de estructuras copulatorias (estiletos copulatorios, o penes), que típicamente se ubican en el VIII somita torácico (Perry & Hinsch 1991).

En las hembras, el sistema reproductor está compuesto por un par de ovarios (sacos ovalados), con oviductos que conducen a los gonoporos, los cuales abren en la base del VI somita torácico (McLaughlin 1983, Tso & Mok 1991). Los oviductos se engruesan en su base formando un receptáculo seminal. Durante la cópula, el macho oprime su lado ventral contra el costado de la hembra e inyecta el semen en uno de sus gonoporos con el segundo pleópodo copulatorio (*appendix masculina*). Luego pasa al otro lado de la hembra y repite el proceso. La fecundación ocurre en el oviducto. En muchas especies el apareamiento se realiza durante la muda de la hembra o poco después (Barnes 1989).

El marsupio y el desarrollo de los isópodos marinos

En general, los isópodos tienen un desarrollo embrionario directo. Las hembras desovan los huevos fecundados en el marsupio, que es una estructura formada por varios pares de oosteguitos. Los oosteguitos se desarrollan ventralmente en el pereón; tienen forma de hoja y se encuentran unidos a las bases de los apéndices torácicos. La hembra de *B. giganteus* forma su marsupio con cinco pares de oosteguitos, originados en los primeros cinco pares de pereiópodos, siendo de mayor tamaño los oosteguitos III y IV (Lloyd 1908). En el huevo, se desarrolla un embrión; cuando el huevo eclosiona y el nuevo individuo se libera del marsupio su apariencia es idéntica a la de los adultos, pero está en estado de "larva", ya que carece del VII par de pereiópodos, por lo cual recibe el nombre de *manca* (Shultz 1969).

La mayoría de las especies de isópodos mudan poco tiempo después de que se liberan del marsupio, desarrollando su par VII de pereiópodos, y continúan mudando a intervalos relativamente cortos. Aparentemente, los isópodos son los únicos crustáceos que tienen una muda bifásica, es decir, que se lleva a cabo en dos partes. Entre ambas fases de la muda pueden pasar varios días. Cuanto mayor es la talla del organismo, mayor es el periodo para concluir la muda completa. Las hembras pierden sus oosteguitos en las mudas, por lo que se piensa que éstos crecen entre las mudas (Shultz 1969).

El tracto alimentario del género Bathynomus

El tracto alimentario y sus glándulas asociadas están altamente adaptados en

el género *Bathynomus* para la existencia en un medio béntico. Las fuertes mandíbulas tienen procesos laterales para abrir la boca sincrónicamente con la captura de la presa y así poder cortarla en fragmentos más pequeños. La manipulación por las mandíbulas y primer par de pereiópodos les facilita deglutir el alimento inmediatamente. La faringe posee dos válvulas para prevenir la regurgitación del alimento ingerido. Las glándulas hepatopancreáticas secretan enzimas dentro del esófago para acelerar la digestión.

El corto esófago lleva el alimento al estómago, el cual tiene forma de saco, con paredes delgadas y elásticas, donde se retiene el alimento para la digestión y absorción de nutrimentos. La porción distal del estómago tiene forma de un saco más estrecho, que impide la salida del alimento hasta que éste haya sido digerido y absorbido y el saco se encuentre vacío. La porción distal finalmente conduce al recto y ano; este último es regulado por una válvula para controlar la excreción (Tso & Mok 1991).

Composición de la Dieta

Existe información escasa referente a la alimentación del género *Bathynomus*, y los trabajos publicados profundizan poco en el tema. Holthuis & Mikulka (1972) observaron que algunos ejemplares de *Bathynomus* que fueron capturados en redes de arrastre, presentaban el estómago ampliamente distendido a consecuencia de haber ingerido grandes fragmentos de peces que se encontraban en la misma red.

Shih (1972) analizó y comparó la dieta de tres especies de *Bathynomus* recolectados en diferentes localidades: *B. doederleini*, *B. affinis* y *B. giganteus*. Este

autor analizó por primera vez el contenido estomacal de ejemplares de *B. giganteus* recolectados en el Golfo de México, registrando la presencia de nemátodos; escamas, espinas y músculos de peces, además de restos de decápodos. Con base en sus observaciones, sugirió que estos isópodos son carroñeros.

Posteriormente, Chamberlain *et al.* (1986) mencionaron que esta especie es carnívora y capaz de nadar ágilmente cuando es estimulada. Cocke (1987) realizó un estudio sobre la variación morfológica de *B. giganteus*, concluyendo que ésta es muy amplia, e hizo referencia --con base en una revisión bibliográfica-- al comportamiento alimentario y a la dieta en general de isópodos del género *Bathynomus*. Este autor también concluyó, al igual que Shih (1972), que son fundamentalmente carroñeros.

Algunos ejemplares de *B. giganteus* capturados con trampas cebadas y analizados por Cocke (1987) presentaron en sus estómagos escamas, huesos y músculos de peces (principalmente de los que se utilizaron como carnada); poliquetos parcialmente digeridos, cangrejos braquiuros con caparazón en estado blando, partes de otros crustáceos, sedimentos, foraminíferos y materia vegetal. También presentaron espículas de esponjas. Cocke especuló que éstas no indicaban que *B. giganteus* se alimentara de esponjas sino que las espículas, al igual que los foraminíferos, posiblemente habían sido ingeridas junto con otros materiales del fondo.

Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez (1991) realizaron estudios de contenido estomacal en 158 ejemplares de *B. giganteus* y encontraron que estos organismos ingieren una amplia variedad de alimentos. Los grupos más abundantes fueron

peces, cefalópodos y decápodos. Estos autores concluyeron que *B. giganteus* es principalmente carroñero, pero que la presencia en el contenido estomacal de restos de organismos sésiles y/o de lento movimiento, tales como equinodermos, esponjas, nemátodos y ascidias, indicaba que *B. giganteus* también consumía este tipo de organismos en encuentros fortuitos.

Cabe señalar que en ninguno de los trabajos citados se llevó a cabo un estudio cuantitativo de la alimentación de *B. giganteus*, por lo que el presente trabajo será la primera aportación que se haga en este sentido.

Se plantea como hipótesis que dadas las características ambientales del sustrato y el origen de las fuentes alimenticias donde habita *Bathynomus giganteus* no existen diferencias alimenticias durante las dos épocas de muestreo, ni entre las distintas fases de desarrollo, ni entre los adultos de ambos sexos.

OBJETIVOS

El propósito general de este trabajo es contribuir al conocimiento de la ecología alimentaria del isópodo gigante, *Bathynomus giganteus* A. Milne-Edwards, 1879, en el talud continental de la Península de Yucatán.

Los objetivos planteados son los siguientes:

- Conocer los hábitos alimenticios de *B. giganteus*, a través del análisis de contenido estomacal.
- Conocer y comparar los patrones de alimentación entre machos y hembras.
- Analizar si existen diferencias alimenticias entre distintos estadios de desarrollo de *B. giganteus*.

peces, cefalópodos y decápodos. Estos autores concluyeron que *B. giganteus* es principalmente carroñero, pero que la presencia en el contenido estomacal de restos de organismos sésiles y/o de lento movimiento, tales como equinodermos, esponjas, nemátodos y ascidias, indicaba que *B. giganteus* también consumía este tipo de organismos en encuentros fortuitos.

Cabe señalar que en ninguno de los trabajos citados se llevó a cabo un estudio cuantitativo de la alimentación de *B. giganteus*, por lo que el presente trabajo será la primera aportación que se haga en este sentido.

Se plantea como hipótesis que dadas las características ambientales del sustrato y el origen de las fuentes alimenticias donde habita *Bathynomus giganteus* no existen diferencias alimenticias durante las dos épocas de muestreo, ni entre las distintas fases de desarrollo, ni entre los adultos de ambos sexos.

OBJETIVOS

El propósito general de este trabajo es contribuir al conocimiento de la ecología alimentaria del isópodo gigante, *Bathynomus giganteus* A. Milne-Edwards, 1879, en el talud continental de la Península de Yucatán.

Los objetivos planteados son los siguientes:

- Conocer los hábitos alimenticios de *B. giganteus*, a través del análisis de contenido estomacal.
- Conocer y comparar los patrones de alimentación entre machos y hembras.
- Analizar si existen diferencias alimenticias entre distintos estadios de desarrollo de *B. giganteus*.

- Evaluar si existen diferencias de alimentación entre los diferentes estadios en dos épocas del año
- Determinar la proporción de machos y hembras maduros sexualmente en dos épocas del año.
- Aportar información para determinar el papel ecológico de *B. giganteus* en el bentos.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en el talud continental alrededor de la Península de Yucatán, aproximadamente entre los 20° 14' y 23° 26' Latitud Norte y los 86° 24' y 92° 28' Longitud Oeste (Fig. 1), es decir, desde el talud frente a Cayo Arcas (Campeche) hasta aquél frente a Isla Contoy (Quintana Roo).

El área presenta una variación climática de tipo cálido-subhúmedo, con lluvias en verano, con un cociente de precipitación-temperatura entre 43.2 y 55.3. La temperatura máxima en la región es de 32.5° C en los meses de agosto y septiembre y la mínima es de 13.0° C en el mes de enero (Merino & Otero 1991).

Las masas de aire presentes durante casi todo el año, son de origen marítimo tropical y son transportadas por los vientos Alisios del Este, que son relativamente homogéneos y mantienen velocidades medias del orden de los 5 m s⁻¹, para alcanzar velocidades máximas de 20 m s⁻¹.

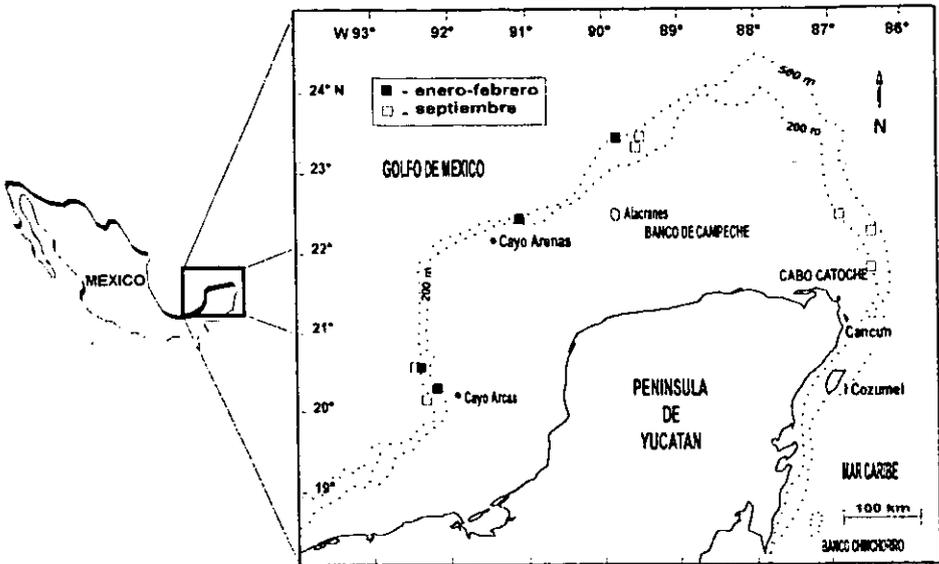


Fig. 1 Área de estudio y estaciones de muestreo durante enero-febrero (■) y septiembre (□) de 1990. Las líneas segmentadas corresponden a las isóbatas de los 200 y 500 m respectivamente.

Entre junio y noviembre, son comunes las tormentas tropicales y huracanes. En los meses de noviembre a enero, y en ocasiones hasta febrero y marzo, invaden la zona masas de aire continental polar traídas por vientos del norte con alta velocidad (hasta 40 ms^{-1}) y poca duración. Estos vientos, comúnmente denominados “nortes”, causan frentes fríos con chubascos ocasionales. En los meses de septiembre a octubre se presentan vientos variables y periodos de calma, en lo que puede considerarse una etapa de transición entre las dos temporadas antes mencionadas (Merino & Otero 1991).

La plataforma continental frente a los estados de Campeche y Yucatán, delimitada por la isóbata de los 200 m, corresponde a la de mayor extensión en los

mares mexicanos. A lo largo de la costa Norte de Yucatán se extiende más allá de 180 km de la costa, para alcanzar su amplitud máxima (275 km) aproximadamente al norte de Río Lagartos. Esta región de la plataforma continental mexicana se incluye bajo el nombre de "Banco de Campeche", aunque también se le ha llamado "Plataforma de Yucatán" (Merino 1992). Esta amplia plataforma se interrumpe al este en un cantil que corre en dirección sureste-noroeste aproximadamente al norte de Cabo Catoche.

El talud continental de la península de Yucatán en su primera parte tiene un rasgo sobresaliente al oeste, el Cañón de Campeche, el cual se delimita por el Escarpe del mismo nombre y cuyo origen puede estar relacionado con la evolución tectónica de esta zona.

El Escarpe de Campeche se extiende a profundidades de 2400 a 2600 m, bordeando por el occidente y noroeste a la plataforma de la península con una pendiente mayor a 45°. La segunda flexión de la plataforma ocurre a partir del paralelo 22° N. Aquí el Escarpe se separa gradualmente del borde de la plataforma y queda entre ambas estructuras una zona a manera de planicie denominada "Planicie de Lomeríos", marginal a la plataforma continental. Esta zona es muy variable en su amplitud y pendiente, pero en general tiene una inclinación débil, entre 1.5 y 2.5°.

Se han distinguido dos tipos de talud en esta área, uno de inclinación mayor a 30°, que ocupa escasas extensiones entre las isóbatas de 200 y 400 m, y el segundo de mesetas amplias a una profundidad de 1000 m, y que se reconoce al noreste de la Península de Yucatán (Pica-Granados & Pineda-López 1991).

El tipo de sedimento dominante en la zona más profunda son lodos y

conforme se avanza hacia el este, en casi toda la plataforma continental de la península, dominan las arenas carbonatadas. Existen dos zonas pequeñas de arenas limosas carbonatadas, en los extremos Noroeste y Noreste de la plataforma continental de la península. La circulación del agua en esta zona está relacionada con la influencia de las aguas que entran a través del Estrecho de Yucatán (Pica-Granados & Pineda-López 1991).

Las masas de agua presentes en la columna de agua del Caribe que van de los 391 a 721 metros sobre el talud superior y que corresponden al intervalo de profundidad donde fueron obtenidos los isópodos, presentan las siguientes características de acuerdo a Merino (1992), quien señala que existe una capa de agua superficial o de "mezcla" que se extiende hasta los 80-100 m de profundidad, en la cual se mantienen prácticamente constantes en la vertical la temperatura y la salinidad, con variaciones estacionales de temperatura entre 25 y 29°C y de salinidad entre 35.9 y 36.4 ‰. La siguiente capa corresponde a la Subtropical Intermedia que va desde los 100 hasta los 180 m de profundidad, en ella se encuentra un máximo de salinidad de 36.8 ‰, en esta capa se presenta la termoclina que separa la capa superficial de las demás, con una temperatura en el centro entre 22 y 22.5°C a una profundidad aproximada de 140 m. Por debajo de esta capa, la temperatura y la salinidad continúan disminuyendo gradualmente debido a la mezcla con Agua Subantártica Intermedia cuyo núcleo se encuentra entre 500 y 850 m de profundidad, con temperaturas de entre 5.5 y 7 °C y una salinidad de 34.6 a 34.9 ‰. Aquí el oxígeno disuelto alcanza un mínimo de 2.9 a 3.1 $ml\ l^{-1}$ a profundidades de 400 a 700 m. Otra característica importante que se

menciona es que los nutrientes se encuentran en concentraciones bajas en la capa superficial, debido al agotamiento por consumo biológico y a la permanencia de la termoclina a lo largo del año en el Caribe.

En la plataforma de Yucatán se presenta un afloramiento o surgencia que se caracteriza por el ascenso de agua subsuperficial a lo largo del margen oriental de la plataforma. Dicha agua no asciende hasta la superficie marina, pero se desplaza hacia el oeste por el fondo lo cual evita su hundimiento inmediato. El afloramiento presenta un ciclo estacional con una intensidad máxima durante la primavera. La elevación del agua subsuperficial a lo largo del talud oriental se observa durante el transcurso del año, pero el ingreso de dicha agua a la plataforma solamente se presenta durante la primavera y el verano. Este afloramiento proviene de la columna de agua Caribeña. El afloramiento asciende desde una profundidad de 225 a 250 m, induciendo una fertilización significativa en la zona eufótica de la plataforma.

De esta forma, las aguas que se encuentran sobre la plataforma de la península provienen en su mayoría necesariamente de la Corriente de Yucatán. Así, la Corriente de Yucatán no sólo determina en gran medida la circulación en la plataforma, sino que también aporta las masas de agua que en ella se encuentran.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización de este trabajo se contó con las muestras obtenidas durante las campañas oceanográficas TUPICC-IV (del 30 de enero al 10 de febrero de 1990, es decir, durante el invierno) y PELMAC-I (del 12 al 27 de septiembre de 1990, a finales del verano), tomadas sobre el talud superior continental de la

Península de Yucatán por personal de la Estación Puerto Morelos del Instituto Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el B/O Justo Sierra.

Muestreos

En las dos campañas realizadas se instalaron trampas en diferentes sitios para la captura de los organismos. Las estaciones de recolecta se muestran en la figura 1 y los datos del muestreo correspondiente a cada estación se presentan en la tabla 1 (ver resultados).

Las estaciones de muestreo se localizaron entre las isóbatas de los 250 y 750 m. Las muestras fueron obtenidas mediante trampas rectangulares de 121 x 91 x 40 cm, construidas con varilla de acero de 12 mm forradas de malla metálica plastificada, y una segunda cubierta interior elaborada con malla de hilo de 1.25 cm de abertura. La trampa tenía una entrada en uno de sus costados menores, de tipo "matadero", que dificulta el escape de los organismos capturados. Las trampas fueron cebadas con trozos de jurel (*Caranx hippos*) y ocasionalmente con bonito (*Euthynnus alleteratus* y *E. pelamis*). La carnada era depositada en bolsas elaboradas con malla de hilo de 1.25 cm de abertura y colocadas dentro de las trampas (dos en cada trampa). La instalación de las trampas se llevaba a cabo por las tardes y en grupos de dos, se recuperaban aproximadamente 12 h después en horas de la mañana.

PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS

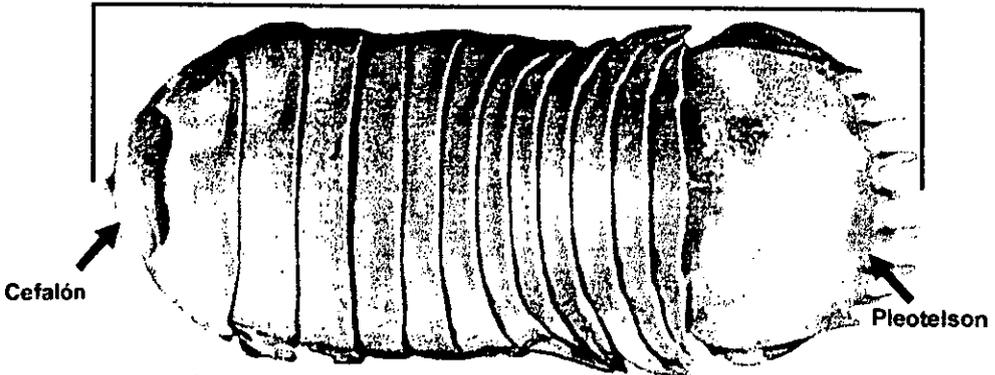
Los ejemplares recolectados de *Bathynomus giganteus* se midieron y sexaron inmediatamente después de su captura, después de lo cual se congelaron a bordo del buque. Una vez en tierra, los isópodos fueron descongelados y disectados para llevar a cabo los análisis gonádicos y de contenido estomacal.

Medición

Se tomó la longitud total de los isópodos (LT en mm) por medio de un ictiómetro (± 0.5 cm), tomada desde el borde frontal del cefalón hasta la punta de la espina media del pleotelson.

Bathynomus giganteus

Longitud total (mm)



Fases de desarrollo

Se clasificó a los organismos analizados en sus fases de desarrollo: manca, juveniles y adultos, según el criterio propuesto por Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez (1991). Las manca se caracterizaron por la carencia del séptimo par de pereiópodos, los juveniles incluyeron a los organismos que ya presentaban el séptimo par de pereiópodos pero que aún no mostraban caracteres sexuales secundarios y los adultos correspondieron a todos aquellos organismos que ya eran maduros sexualmente.

Aspectos Reproductivos

Los adultos se caracterizaron en términos de madurez sexual, es decir, hembras con los ovarios desarrollados (estadios gonádicos del 2-5, ver párrafo siguiente) y machos con presencia de apéndices masculinos.

En el caso de los machos, además de la existencia de las papilas genitales o penes, se anotó la presencia o ausencia de apéndices masculinos. En cuanto a las hembras, se registró la presencia o ausencia de oosteguitos desarrollados, así como el estado de desarrollo gonádico según la siguiente clasificación de los ovarios propuesta por Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez (1991).

- Estado 1.- No desarrollados: los ovarios son pequeños y blanquecinos.
- Estado 2.- En desarrollo: ovocitos amarillos pequeños y visibles a través de la membrana del ovario.
- Estado 3.- Avanzados: ovarios grandes con ovocitos amarillo pálido, en varios estados de desarrollo.

- Estado 4.- Maduros: ovarios ocupando la mayor parte de la cavidad torácica y ovocitos amarillos de aproximadamente 10 mm de diámetro.
- Estado 5.- En reposo: ovarios pequeños y blanquecinos, con restos de ovocitos amarillos en proceso de reabsorción.

Análisis de contenido estomacal

En el caso de los adultos y juveniles, se analizó el contenido estomacal de todos los organismos recolectados. En cuanto a las mancas, solamente se realizó el análisis en 34 organismos, con base en el tamaño de muestra ($n = 30$) propuesto por Williams (1981) para estudios de alimentación en decápodos.

Se disectaron los organismos para la obtención del tracto digestivo. Los estómagos extraídos se fijaron en formol al 10% durante 48 hrs después de lo cual fueron preservados en alcohol etílico al 70%, para su análisis posterior.

a) Porcentajes de vacuidad

Se registró el número de estómagos vacíos (EV), para obtener el porcentaje de vacuidad para las distintas fases de desarrollo y épocas de muestreo. En los adultos el análisis se efectuó por sexos. Se utilizó la siguiente escala relativa del porcentaje de llenado del volumen estomacal propuesta por Cartes & Sardá (1989): vacío (0-10%); moderadamente lleno (11-40%); lleno (41-70%) y muy lleno (71-100%). Al ser sumados los estómagos considerados vacíos a aquéllos cuyo contenido consistió exclusivamente de carnada (ECAR) -que para fines prácticos también se consideraron como vacíos (Colinas-Sánchez & Briones-Fourzán 1990)-

se obtuvo el valor de **EVT** (número total de estómagos vacíos).

Este valor, **EVT**, se relacionó con el número total de estómagos analizados (**IND**) de cada fase de desarrollo, de cada sexo en el caso de los adultos, y de las dos épocas de muestreo, para obtener el porcentaje de vacuidad:

$$\% \text{ de vacuidad} = \text{EVT} \times 100 / \text{IND} \quad \text{donde} \quad \text{EVT} = \text{EV} + \text{ECAR}$$

b) Identificación de los grupos taxonómicos discretos

El contenido de cada estómago fue vertido en una caja de Petri y separado en distintos grupos taxonómicos discretos (peces, crustáceos, cefalópodos, esponjas, nemátodos, etc.). Se procuró identificar cada fracción separada hasta el menor nivel taxonómico posible, según la dificultad presentada debido a la trituración por efecto de las mandíbulas y al grado de digestión sufrida en el estómago del ejemplar.

Para la identificación de crustáceos se utilizaron las obras de McLaughlin (1980); en el caso particular de isópodos, las de Menzies & Frankenberg (1966) y Schultz (1969), y de copépodos la de Giesbrecht (1892). La clasificación adoptada para el arreglo sistemático de los crustáceos fue la propuesta por Bowman & Abele (1982). Los picos de cefalópodos fueron determinados según Clarke (1988). Los grupos restantes fueron clasificados filogenéticamente de acuerdo con Barnes (1989) y Brusca & Brusca (1990).

c) Porcentaje de peso y frecuencia de los grupos taxonómicos

Con el objeto de obtener una mejor información acerca de los datos registrados a través del análisis de contenido estomacal, Hyslop (1980) sugiere que

se deben emplear por lo menos dos métodos de análisis de contenido estomacal, ya que ningún método por sí mismo ofrece una visión completa del patrón dietético. Por esta razón se debe emplear un método que permita la estimación de las cantidades, y otro método que permita medir el volumen o el peso del contenido estomacal. En este estudio se optó por el método de frecuencia de aparición para estimar cantidades, y el método gravimétrico para estimar el peso de los componentes del contenido estomacal.

Una vez separadas las muestras se secaron en un horno a temperatura constante (28°C) aproximadamente entre 12 y 15 h; el peso seco de cada fracción, se obtuvo en una balanza analítica (± 0.1 mg) (método gravimétrico).

Se registró y cuantificó la frecuencia de aparición de cada grupo taxonómico. El porcentaje de frecuencia de aparición o presencia (método de frecuencia, % O),

se calculó de la siguiente manera:
$$\% O = \frac{n_i}{N} (100)$$

donde n_i es el número de estómagos conteniendo un mismo tipo de presa, y N es el número total de estómagos analizados.

Para cada uno de los grupos taxonómicos presentes en cada estómago, se obtuvieron dos valores: por un lado, el porcentaje de peso de cada grupo taxonómico con respecto al peso total de la muestra y por otro, la frecuencia de aparición o presencia de cada uno de éstos, con respecto al número total de estómagos analizados para cada muestra. Ambos porcentajes se calcularon después de agrupar a los ejemplares analizados por sexo, fase de desarrollo y épocas de muestreo.

d) Índice de similitud

Para comparar los grupos taxonómicos presentes en ambos sexos, entre las diferentes fases de desarrollo y entre las dos épocas de muestreo, se utilizó el índice de similitud de Jaccard (C_j), el cual demuestra mayor sensibilidad a las diferencias cualitativas entre los bloques a comparar (Magurran, 1988): $C_j = j / (a+b-j)$

Donde j es el número de grupos taxonómicos comunes entre dos bloques a comparar; a es el número de grupos taxonómicos encontrados en el bloque A; b es el número de grupos taxonómicos encontrados en el bloque B.

Para obtener el componente (j), se compara la presencia o ausencia de cada uno de los grupos taxonómicos comunes en los bloques a comparar es decir, sexos, fases de desarrollo y épocas de muestreo. La suma total es igual al número de grupos taxonómicos comunes. El componente (a) se obtiene sumando el número de grupos taxonómicos presentes en el bloque A; y (b) se obtiene sumando el número de grupos taxonómicos presentes en el bloque B.

El índice es igual a "1" en caso de total similitud entre los grupos taxonómicos de los bloques comparados, y "0" cuando los bloques a comparar son completamente diferentes.

e) Índice de importancia relativa

Los grupos taxonómicos identificados se clasificaron por su importancia dentro de la dieta del organismo, para lo cual se utilizó el índice de importancia relativa (IIR), descrito por Hyslop (1980), dado por la relación: $IIR = F \times W / 100$

donde IIR es el Índice de importancia relativa que tiene cada grupo taxonómico en particular; F representa la frecuencia o porcentaje de presencia y W representa el porcentaje del peso seco de la muestra.

La combinación del porcentaje de frecuencia de aparición y el porcentaje de peso de cada grupo taxonómico, permitió graficar el *diagrama trófico combinado*, el cual fue utilizado de manera auxiliar para hacer una clasificación de los grupos taxonómicos, considerando los valores obtenidos en cada cuadrante:

I) **Grupos tróficos ocasionales, accidentales o circunstanciales**, cuyos porcentajes de peso o frecuencia no sobrepasan el valor de 20% y el IIR no es mayor de 10%.

II) **Grupos tróficos secundarios**, en los cuales los valores de presencia y peso van de 20% a 40% y su IIR varía entre 10% y 40%.

III) **Grupos tróficos preferenciales**, definidos por los valores de peso y presencia entre 40% y 100%, y con el mismo intervalo de valores para el IIR.

ANALISIS ESTADISTICO

Para detectar las posibles diferencias en el número de machos y hembras maduros sexualmente entre las dos épocas de estudio, así como para observar la variación del porcentaje de vacuidad por época de muestreo para ambos sexos y entre las diferentes fases de desarrollo de *B. giganteus*, se aplicó un análisis de χ^2 con un nivel de significancia de $p = 0.05$ (Zar, 1984). La misma prueba se utilizó para comparar los porcentajes de los grupos taxonómicos presentes en el contenido estomacal entre mancas, juveniles y adultos.

RESULTADOS

Organismos muestreados

Se analizó un total de 391 ejemplares de *Bathynomus giganteus*, de los cuales 222 se obtuvieron en enero-febrero y 169 en septiembre.

Durante las dos campañas oceanográficas los isópodos fueron recolectados en la porción superior del talud continental, en un total de ocho estaciones de muestreo, con un intervalo de profundidad de 391 a 721 m (Tabla 1).

TABLA 1. Ejemplares recolectados del isópodo gigante *Bathynomus giganteus* sobre el talud de la Península de Yucatán (LN= Latitud norte, LW= Longitud oeste).

Epoca	Estación	Fecha	Localización		Intervalo de Profundidad (m)	Número de Organismos
			LN	LW		
Enero-Febrero 1990	01	30 Ene.	20°18.9'	92°14.4'	391 - 398	4
	02	31 Ene.	20°40.9'	92°26.5'	442 - 480	95
	03	02 Feb.	22°30.4'	91°07.0'	617 - 622	37
	04	03 Feb.	23°26.2'	89°59.7'	717 - 721	86
Septiembre 1990	01	15 Sep.	20°14.2'	92°15.6'	590 - 591	32
	02	16 Sep.	20°40.2'	92°28.1'	640	47
	03	18 Sep.	23°21.6'	89°50.4'	283	0
	04	19 Sep.	23°25.4'	89°45.6'	300	0
	05	21 Sep.	22°31.6'	86°51.0'	287 - 289	0
	06	22 Sep.	22°21.3'	86°27.3'	433	18
	07	23 Sep.	21°56.9'	86°24.5'	470 - 472	72

Distribución por tallas

De los 391 ejemplares analizados, 254 correspondieron a adultos (144 hembras y 110 machos), 103 a juveniles y 34 a mancás.

La figura 2 muestra la distribución por tallas de los organismos adultos analizados en las dos épocas de muestreo. En enero-febrero se estudiaron 117 adultos, (51 machos y 66 hembras) con un intervalo de tallas de 180-355 mm LT

(Fig. 2a) (media \pm DS; 255.5 \pm 36.9 mm). La proporción machos:hembras fue de 0.77:1.

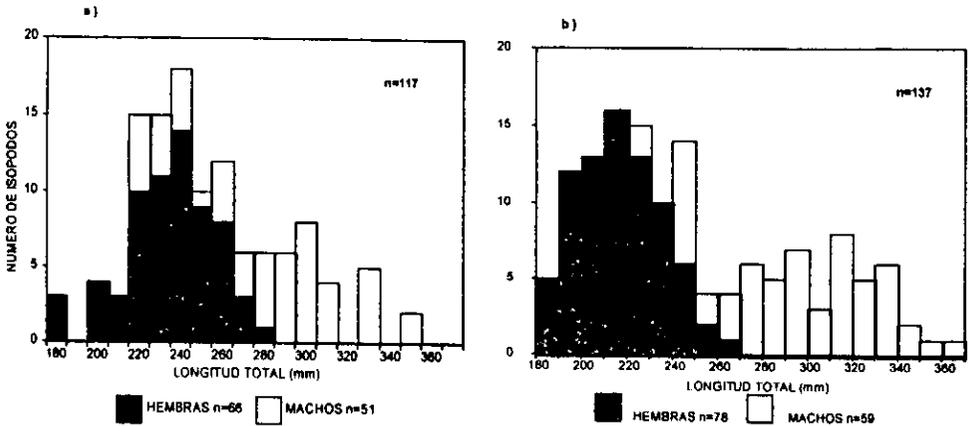


Fig. 2. Distribución por tallas (LT, mm) de los organismos adultos de *Bathynomus giganteus* capturados en (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.

En septiembre se obtuvieron 137 organismos adultos, (59 machos y 78 hembras) con un intervalo de tallas de 180-363 mm LT, (248.3 \pm 46.5 mm) (Fig. 2b) y una proporción machos:hembras de 0.75:1. No hubo diferencia significativa entre la proporción sexual durante las dos épocas ($\chi^2 = 0.007$, gl=1, $P > 0.90$).

La distribución por tallas de los organismos inmaduros, se muestra en la figura 3. Se presentan juntos las mancas y los juveniles analizados en enero-febrero, debido a que en septiembre no se capturó ningún ejemplar en fase de manca.

En enero-febrero se analizaron 105 ejemplares inmaduros, de los cuales 71 correspondieron a juveniles y 34 a mancas (Fig. 3a). El intervalo de tallas de los juveniles analizados fue de 59-210 mm LT, (112.2 \pm 46.9 mm). Para las mancas

el intervalo de tallas fue de 48-57 mm LT, (52.3 ± 2.6 mm). En el caso de los 32 juveniles analizados en septiembre (Fig. 3b), el intervalo de tallas abarcó de 120-219 mm LT, (184.2 ± 28.6 mm).

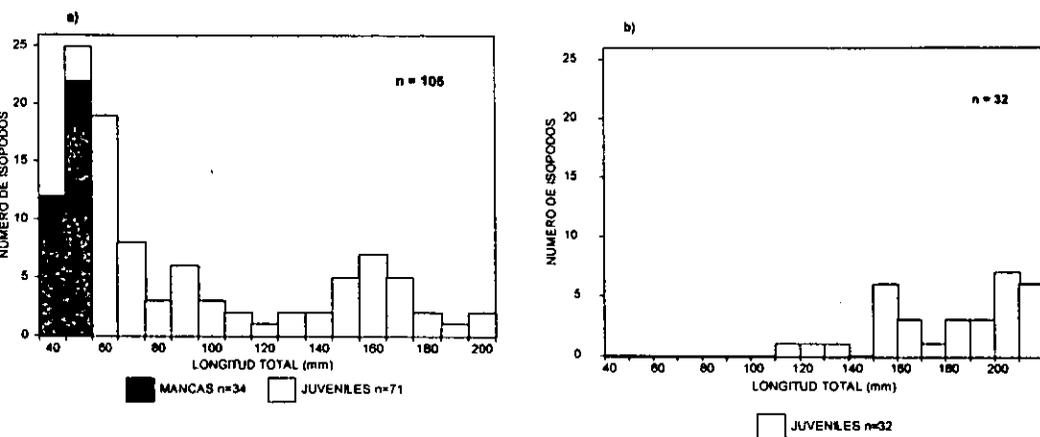


Fig. 3. Distribución por tallas (LT, mm) de los organismos inmaduros de *Bathynomus giganteus* (juveniles y mancás) en las muestras de (a) enero-febrero y (b) juveniles de septiembre de 1990.

Evidencias de actividad reproductiva

En los organismos adultos se analizaron algunos aspectos de la actividad reproductiva, empleando ejemplares machos con tallas ≥ 220 mm LT, que fue la talla más pequeña en la cual se observó la presencia de apéndices masculinos, y hembras de talla ≥ 180 mm LT, la talla más pequeña en la cual se encontraron hembras con ovarios en desarrollo (estado gonádico 2).

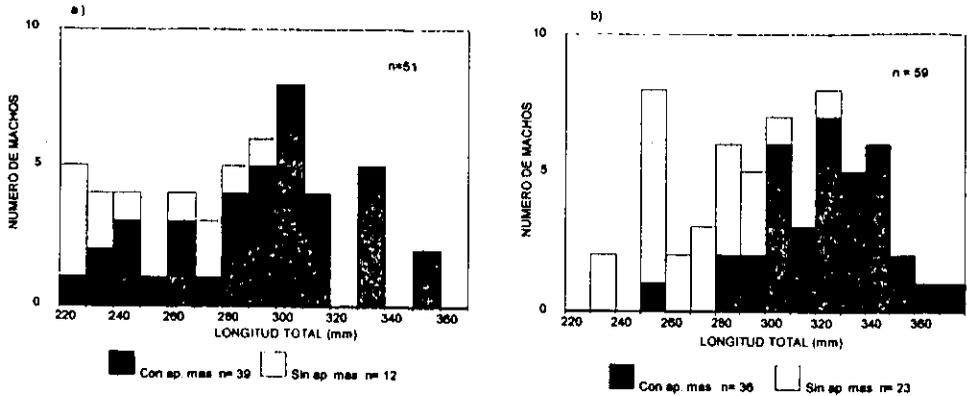


Fig. 4. Distribución por tallas (LT, mm) de los machos de *Bathynomus giganteus* con y sin apéndices masculinos (ap. mas.), en las muestras de (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.

Se obtuvieron en enero-febrero 51 machos, con intervalo de tallas de 220-355 mm LT (281.3 ± 36.6), de los cuales 39 (76.5 %) presentaron apéndices masculinos y 12 (23.5%) no los presentaron (Fig. 4a).

En septiembre se obtuvieron 59 machos; de éstos, 36 (61%) presentaron apéndices masculinos y 23 (39%) no los presentaron. El intervalo de tallas abarcó de 220 a 363 mm LT, (291.8 ± 35.0 mm) (Fig.4b). No se encontró diferencia significativa entre el porcentaje de machos maduros para las dos épocas de estudio. ($\chi^2=3.01$, $gl=1$, $P > 0.05$).

Las 66 hembras maduras analizadas en enero-febrero, presentaron un intervalo de tallas de 180-280 mm LT, (235 ± 21.69 mm). De éstas, 33 (51.6%) presentaron oosteguitos desarrollados y 31 (48.4%) no desarrollados, más dos hembras a las cuales no se les registró este dato (Fig. 5a).

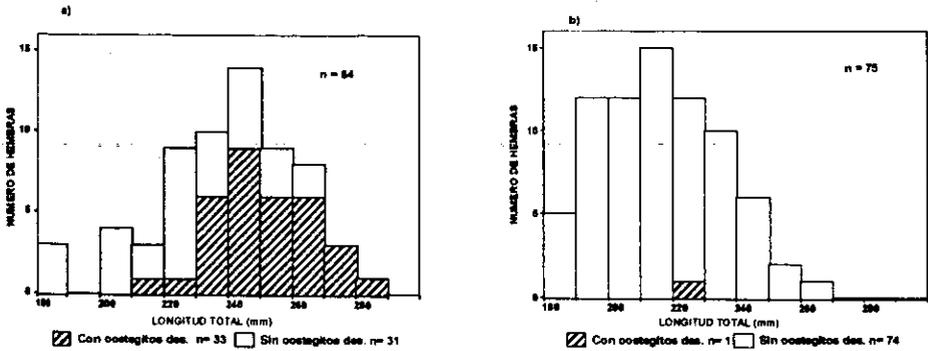


Fig. 5. Distribución por tallas (LT, mm) de hembras adultas de *Bathynomus giganteus* con y sin oostegitos desarrollados (des.), en las muestras de (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.

En septiembre, se obtuvieron 78 hembras maduras, con intervalo de tallas de 180-260 mm LT, (215.41 ± 18.84), de las cuales sólo una (1.3 %) presentó los oostegitos desarrollados y 74 (98.7 %) los presentaron no desarrollados (Fig. 5b), más tres hembras de la muestra a las cuales no se les registró este dato. Se observaron diferencias significativas entre los porcentajes de hembras con o sin oostegitos desarrollados durante las dos épocas. ($\chi^2=47.15$, gl=1, $P<0.001$).

La figura 6 muestra la distribución por tallas de las hembras adultas (≥ 180 mm LT), con gónadas en diferentes estados de desarrollo, analizadas durante las dos épocas de muestreo. En enero-febrero, de las 66 hembras se obtuvieron 57.6 % en estado gonádico 1; 7.6 % en 2; 12.1% en 3; 19.7 % en 4 y únicamente 3 % en estado gonádico 5 (Fig. 6a).

En septiembre se analizaron 78 hembras, de las que se cuantificó un 31 % en estado gonádico 1; 21 % en 2; 20 % en 3 y 28 % en 4. No se encontró ninguna

hembra en estado gonádico 5 (Fig. 6b). El análisis estacional indicó que en enero-febrero se obtuvieron significativamente más hembras en actividad reproductiva que durante septiembre. Esto se observó al aplicar una prueba de χ^2 al número de hembras obtenidas en cada estado gonádico entre las dos épocas de estudio ($\chi^2=18.64$, $gl=4$, $P<0.001$). Las hembras de menor talla que mostraron ovarios desarrollados (estado gonádico 2), midieron 185 mm LT en enero-febrero y 180 mm LT en septiembre.

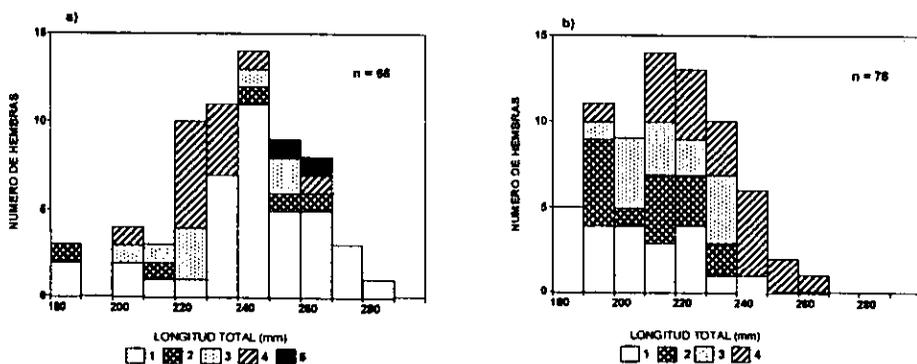


Fig. 6. Distribución por tallas (LT, mm) de hembras adultas de *Bathynomus giganteus* ≥ 180 mm LT., con ovarios en estado de desarrollo del 1-5. Ejemplares capturados en (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.

ALIMENTACIÓN

Porcentajes de vacuidad

La tabla 2 muestra las variaciones del porcentaje de vacuidad, así como el número de organismos analizados en cada época y el número de estómagos que contuvieron algún tipo de alimento. No hubo diferencia significativa en los

hembra en estado gonádico 5 (Fig. 6b). El análisis estacional indicó que en enero-febrero se obtuvieron significativamente más hembras en actividad reproductiva que durante septiembre. Esto se observó al aplicar una prueba de χ^2 al número de hembras obtenidas en cada estado gonádico entre las dos épocas de estudio ($\chi^2=18.64$, $gl=4$, $P<0.001$). Las hembras de menor talla que mostraron ovarios desarrollados (estado gonádico 2), midieron 185 mm LT en enero-febrero y 180 mm LT en septiembre.

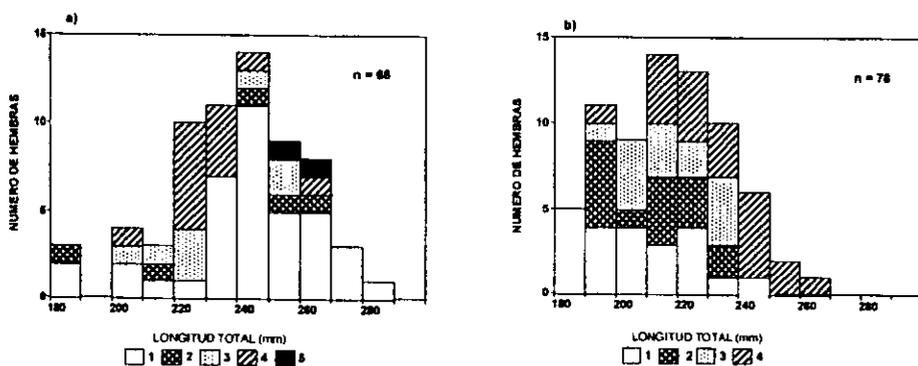


Fig. 6. Distribución por tallas (LT, mm) de hembras adultas de *Bathynomus giganteus* ≥ 180 mm LT., con ovarios en estado de desarrollo del 1-5. Ejemplares capturados en (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.

ALIMENTACIÓN

Porcentajes de vacuidad

La tabla 2 muestra las variaciones del porcentaje de vacuidad, así como el número de organismos analizados en cada época y el número de estómagos que contuvieron algún tipo de alimento. No hubo diferencia significativa en los

porcentajes de vacuidad durante las dos épocas de muestreo ($\chi^2=0.04$, $gl=1$, $P>0.90$). El porcentaje de vacuidad en conjunto para ambas épocas fue de 41.4 %.

TABLA 2. Porcentajes de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares analizados de *Bathynomus giganteus* en las dos épocas de muestreo.

(N= número total de estómagos analizados; ECAR= número de estómagos que contenían exclusivamente carnada, considerados vacíos; EV= número de estómagos vacíos; EVT= número total de estómagos vacíos, es decir ECAR + EV; ECON= número de estómagos que presentaron contenido).

<i>Epoca</i>	<i>N</i>	<i>ECAR</i>	<i>EV</i>	<i>EVT</i>	<i>ECON</i>	<i>% De Vacuidad</i>
Enero-Febrero 1990	222	63	30	93	129	41.9
Septiembre 1990	169	43	26	69	100	40.8
Totales	391	106	56	162	229	41.4

($\chi^2= 0.04$, $gl=1$, $P>0.90$)

En las tablas 3 y 4, se observan las variaciones del porcentaje de vacuidad para los adultos de ambos sexos, durante las dos épocas de estudio. En enero-febrero se analizaron 117 organismos adultos (66 hembras y 51 machos). De las 66 hembras sólo 29 presentaron contenido estomacal, lo que representó un 56.1% de vacuidad, mientras que de los 51 machos, 22 contenían alimento en sus estómagos, correspondiendo a 56.9% de vacuidad. No hubo diferencia significativa en el porcentaje de vacuidad entre sexos ($\chi^2=0.007$, $gl=1$, $P>0.90$). El porcentaje de vacuidad en conjunto para ambos sexos durante enero-febrero fue de 56.4 %.

En septiembre se analizaron 137 organismos adultos, de los cuales 78 fueron hembras y 59 machos. En las hembras, el porcentaje de vacuidad fue de 50%, ya que 39 contenían alimento en sus estómagos. Para los machos el porcentaje de vacuidad fue de 33.9%, porque 39 ejemplares presentaron contenido estomacal. No

se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de vacuidad entre sexos ($\chi^2=3.55$, $gl=1$, $P>0.05$). En conjunto, el porcentaje de vacuidad para septiembre entre ambos sexos fue de 43.0 %.

TABLA 3. Porcentajes de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares adultos de *Bathynomus giganteus* de ambos sexos en enero-febrero de 1990. (N= número total de estómagos analizados; ECAR= número de estómagos que contenían exclusivamente carnada, considerados vacíos; EV= número de estómagos vacíos; EVT= número total de estómagos vacíos, es decir ECAR + EV; ECON= número de estómagos que presentaron contenido).

Sexo	N	ECAR	EV	EVT	ECON	% De Vacuidad
Hembras	66	29	8	37	29	56.1
Machos	51	19	10	29	22	56.9
Totales	117	48	18	66	51	56.4

($\chi^2=0.007$, $gl=1$, $P>0.90$)

TABLA 4. Porcentajes de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares adultos de *Bathynomus giganteus* de ambos sexos en septiembre de 1990. (N= número total de estómagos analizados; ECAR= número de estómagos que contenían exclusivamente carnada, considerados vacíos; EV= número de estómagos vacíos; EVT= número total de estómagos vacíos, es decir ECAR + EV; ECON= número de estómagos que presentaron contenido).

Sexo	N	ECAR	EV	EVT	ECON	% De Vacuidad
Hembras	78	20	19	39	39	50.0
Machos	59	15	5	20	39	33.9
Totales	137	35	24	59	78	43.0

($\chi^2=3.55$, $gl=1$, $P>0.05$)

El análisis global del porcentaje de vacuidad para los adultos de ambos sexos se muestra en la tabla 5. Durante las dos épocas se analizó un total de 144 hembras y 110 machos. De las 144 hembras, sólo 68 presentaron contenido estomacal, lo cual representó un 52.8% de vacuidad. Para los 110 machos, el porcentaje de vacuidad

fue de 44.5% registrándose 61 ejemplares con contenido estomacal. El porcentaje de vacuidad para los adultos de ambos sexos fue de 49.2%. No hubo diferencias significativas entre los dos sexos ($\chi^2= 1.69$, $gl=1$, $P>0.10$).

TABLA 5. Porcentaje de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares adultos de *Bathynomus giganteus* de ambos sexos.

(N= número total de estómagos analizados; ECAR= número de estómagos que contenían exclusivamente carnada, considerados vacíos; EV= número de estómagos vacíos; EVT= número total de estómagos vacíos, es decir ECAR + EV; ECON= número de estómagos que presentaron contenido).

Sexo	N	ECAR	EV	EVT	ECON	% De Vacuidad
Hembras	144	49	27	76	68	52.8
Machos	110	34	15	49	61	44.5
Totales	254	83	42	125	129	49.2

($\chi^2=1.69$, $gl=1$, $P>0.10$)

Posteriormente se analizaron las variaciones del porcentaje de vacuidad para las mancas, juveniles y adultos (Tabla 6). De 34 mancas 24 contenían alimento en sus estómagos, lo que corresponde a 29.4 % de vacuidad. En fase juvenil se analizaron 103 ejemplares, se cuantificaron 76 organismos con contenido estomacal, lo cual representa un 26.2 % de vacuidad y para los 254 adultos analizados, sólo 129 presentaron alimento en sus estómagos con una vacuidad de 49.2 %. La diferencia resultó ser significativa. ($\chi^2=18.19$, $gl=2$, $P<0.001$).

TABLA 6. Porcentajes de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares analizados de *Bathynomus giganteus* en las diferentes fases de desarrollo. (N= número total de estómagos analizados; ECAR= número de estómagos que contenían exclusivamente carnada, considerados vacíos; EV= número de estómagos vacíos; EVT= número total de estómagos vacíos, es decir ECAR + EV; ECON= número de estómagos que presentaron contenido).

Sexo	N	ECAR	EV	EVT	ECON	% De Vacuidad
Mancas	34	6	4	10	24	29.4
Juveniles	103	17	10	27	76	26.2
Adultos	254	83	42	125	129	49.2
Totales	391	106	56	162	229	41.4

($\chi^2=18.19$, gl=2, $P<0.001$)

Identificación taxonómica del contenido estomacal de *Bathynomus giganteus*.

Los organismos encontrados en los tractos digestivos de *B. giganteus* presentaron un grado de trituración y digestión elevado, lo que dificultó una determinación taxonómica detallada. A pesar de ello, se logró identificar algunos elementos a nivel de especie, aunque la mayoría sólo se determinó a nivel genérico o de familia. Los resultados de este análisis se muestran en la tabla 7.

Composición de la dieta

Un total de 14 grupos taxonómicos se encontraron en el contenido estomacal de los ejemplares analizados. Estos grupos taxonómicos estuvieron representados por diversas estructuras corporales, y sólo se obtuvieron ejemplares completos en el caso de presas muy pequeñas. Así, los peces estuvieron representados por restos de músculo, escamas, vértebras, espinas, ojos y otolitos; además, en el estómago de un isópodo juvenil se encontraron huevos de pez y varios de ellos ya se observaban digeridos.

Los crustáceos estuvieron representados por restos de apéndices, exoesqueletos, branquias, pleópodos y cefalotórax. Se obtuvieron algunos ejemplares completos de organismos pequeños, como ostrácodos, copépodos e isópodos. También se identificaron larvas de isópodos de los subórdenes Gnathiidea y Epicaridea y algunas pseudozoeas de estomatópodos.

El grupo de los cefalópodos estuvo representado principalmente por fragmentos de músculos, picos, ojos, ventosas y plumas.

Del grupo de las esponjas se obtuvieron tanto espongina como espículas. Los foraminíferos, escafópodos y gasterópodos estuvieron representados por sus conchas. Los anélidos poliquetos por fragmentos corporales con presencia de setas en los parápodos. Los miembros del grupo Nematoda sólo estuvieron representados por larvas del género *Anisakis*. Los briozoarios, por exoesqueletos de la pared corporal. Los corales estuvieron representados por pequeños fragmentos de esqueleto calcáreo. Finalmente, se agrupó como materia orgánica no identificable (MONI) a todos aquellos restos orgánicos que presentaron dificultad para su identificación.

Para diferenciar entre los restos de peces encontrados en el contenido estomacal, y los fragmentos de peces utilizados como carnada en las trampas, se consideró a esta última como un grupo separado, aunque sus porcentajes de peso y frecuencia no se tomaron en cuenta en los análisis posteriores. Cabe señalar que los restos de carnada eran fácilmente distinguibles debido a que por lo general se trataba de fragmentos relativamente grandes de músculo de carne oscura, casi sin digerir.

La cantidad de grupos taxonómicos encontrados en los estómagos de las distintas fases de desarrollo de *B. giganteus* se observan en la tabla 8.

TABLA 7. Lista sistemática de los grupos taxonómicos encontrados en el contenido estomacal de *Bathynomus giganteus* durante enero-febrero y septiembre de 1990.

Phylum	Sarcomastigophora	
Subphylum	Sarcodina	
Superclase	Rhizopoda	
Clase	Granulorreticulosa	
Orden	Foraminifera	
Phylum	Porifera	
Clase	Hexactinellida	
Phylum	Cnidaria	
Clase	Anthozoa	
Subclase	Hexacorallia	
Orden	Scleractinia	
Phylum	Nematoda	
Clase	Secernentea	
Subclase	Rhabditia	
Orden	Ascaridida	
Familia	Anisakidae	
	<i>Anisakis sp.</i> Dujardin 1845	
Phylum	Annelida	
Clase	Polychaeta	
Phylum	Mollusca	
Clase	Gastropoda	
Subclase	Prosobranchia	
Orden	Mesogastropoda	
Clase	Scaphopoda	
Clase	Cephalopoda	
Subclase	Coleoidea	
Orden	Teuthoidea	
Familia	Loliginidae	
	<i>Loligo pealei</i> Lesueur 1821	
Orden	Octopoda	
	<i>Octopus sp.</i>	
Superclase	Crustacea	Pennant 1777
Clase	Maxillopoda	Dahl 1956
Subclase	Copepoda	Milne-Edwards 1840

Orden Calanoida Sars 1903
 Superfamilia Augaptiloidea Sars 1905
 Familia Metridinidae Sars 1902
Pleuromamma xiphias (Giesbrecht, 1889)

Superfamilia Centropagoidea Giesbrecht 1892
 Familia Candaciidae Giesbrecht 1892
Candacia pachydactyla (Dana, 1849)
Candacia sp.

Familia Temoridae Giesbrecht 1892
Temora sp.

Superfamilia Clausocalanoidea Giesbrecht 1892
 Familia Actideidae Giesbrecht 1892
Chiridius sp.

Superfamilia Megacalanoidea Sewell 1947
 Familia Calanidae Dana 1849
Undinula vulgaris (Dana, 1852)

Orden Poecilostomatoida Thorell 1859
 Familia Corycaeidae Dana 1852
Corycaeus sp.

Subclase Branchiura Thorell 1864
 Orden Arguloidea Rafinesque 1815
 Familia Argulidae Leach 1819
Argulus sp.

Clase Ostracoda Latreille 1806
 Subclase Myodocopa Sars 1866
 Orden Myodocopida Sars 1866
 Suborden Myodocopina Sars 1866
 Superfamilia Cypridinoidea Baird 1850
 Familia Cypridinidae Baird 1850
Macrocypidina castanea

Clase Malacostraca Latreille 1806
 Subclase Hoplocarida Calman 1904
 Orden Stomatopoda Latreille 1817
 Suborden Unipeltata Latreille 1825
 Superfamilia Bathysquilloidea Manning 1967
 Familia Bathysquillidae Manning 1967
Bathysquilla sp.

Orden Amphipoda Latreille 1816
 Suborden Gammaridea Latreille 1803
 Familia Gammaridae Leach 1813

Orden Isopoda Latreille 1817
 Suborden Gnathiidea Leach 1814
 Familia Gnathiidae Harger 1880

Suborden Flabellifera Sars 1882
 Familia Cirolanidae Dana 1853

Bathynomus giganteus Milne-Edwards, 1879.
Cirolana polita (Stimpson, 1854)
Cirolana parva Hansen, 1890
Cirolana gracilis Hansen, 1890
Cirolana diminuta Menzies, 1962
Cirolana sp.
Conilera cylindracea (Montague, 1804)

Suborden Asellota Latreille 1803

Suborden Epicaridea Latreille 1831

Superorden Eucarida Calman 1904

Orden Decapoda Latreille, 1803

Suborden Pleocyemata Burkenroad, 1963

Superfamilia Pandaloidea Haworth, 1825

Familia Pandalidae Haworth, 1825

Heterocarpus sp.

Familia Hyppolytidae

Lysmata sp.

Phylum Bryozoa

Clase Gymnolaemata

Superclase Pisces

Clase Osteichthyes

TABLA 8. Número de especímenes de *Bathynomus giganteus* adultos, juveniles y mancas, que presentaron de 1 a 7 grupos taxonómicos en los contenidos estomacales.

Nº De grupos taxonómicos	Adultos	Juveniles	Mancas	Total
1	25	10	11	46
2	49	29	10	88
3	55	24	6	85
4	29	13	0	42
5	7	6	1	14
6	1	1	0	2
7	0	2	0	2
Totales	166	85	28	279

($\chi^2=18.77$, gl=12, $P>0.05$)

Se aprecia que fueron más frecuentes los ejemplares con 2 y 3 grupos taxonómicos en sus estómagos, y muy escasos los que contenían 6 y 7 grupos taxonómicos. Sólo dos juveniles presentaron 7 de los 14 grupos identificados durante el presente estudio.

La diferencia en número de grupos taxonómicos presentes en el contenido estomacal entre los estadios de desarrollo no fue significativa ($\chi^2=18.77$, $gl=12$, $P>0.05$)

Porcentaje de peso y porcentaje de frecuencia de los grupos taxonómicos

Los porcentajes totales de peso y frecuencia de los grupos taxonómicos encontrados en los estómagos de los ejemplares adultos de ambos sexos de *B. giganteus* durante las dos épocas de muestreo se presentan en las tablas 9 y 10 y en las figuras 7 y 8. Destacaron los grupos representados por carnada, peces y crustáceos. En enero-febrero, el grupo constituido por las esponjas adquirió importancia sólo en las hembras (Fig. 7). En contraste, este grupo tuvo mayor importancia en los machos en las muestras de septiembre (Fig.8). Los cefalópodos presentaron mayor porcentaje de frecuencia en ambos sexos en septiembre (Tablas 9 y 10).

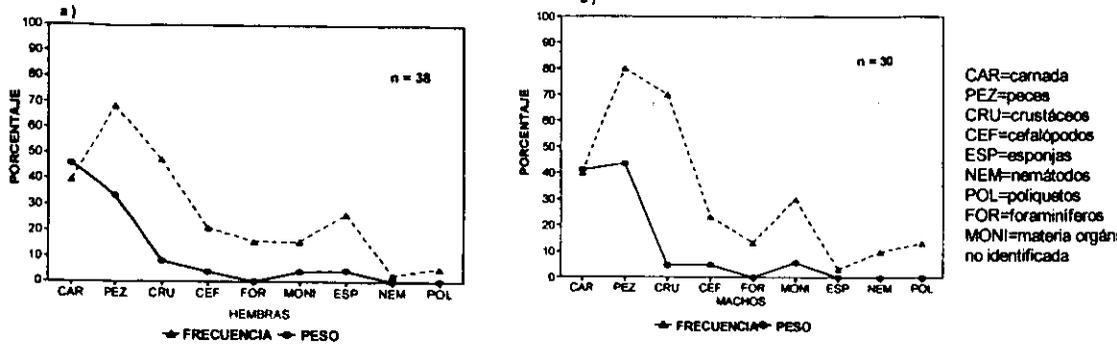


Fig. 7. Espectro de los grupos taxonómicos de (a) hembras y (b) machos de *Bathynomus giganteus*, (enero-febrero de 1990).

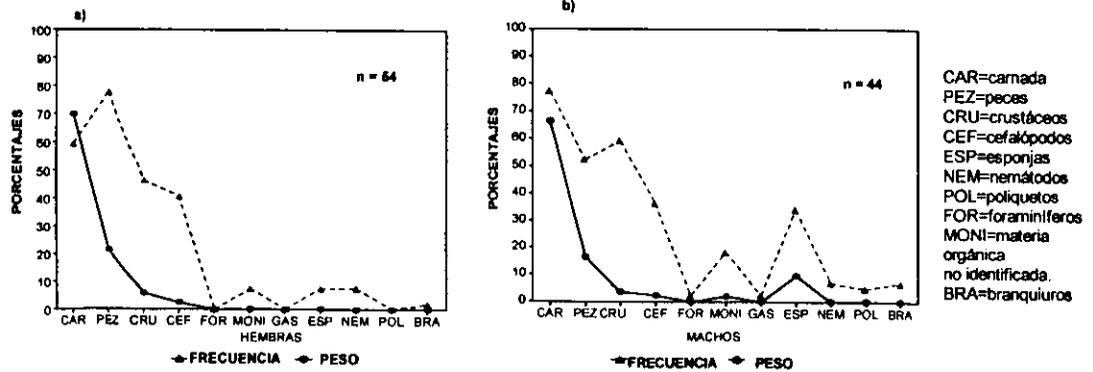


Fig. 8. Espectro de los grupos taxonómicos de (a) hembras y (b) machos de *Bathynomus giganteus*, (septiembre de 1990).

TABLA 9. Porcentaje total de peso y frecuencia del contenido estomacal presente en hembras y machos de *Bathynomus giganteus* en enero-febrero de 1990.
(MONI= materia orgánica no identificada)

<i>Gupos Taxonómicos</i>	<i>Hembras (n=38)</i>		<i>Machos (n=30)</i>	
	<i>% peso</i>	<i>% frecuencia</i>	<i>% peso</i>	<i>% frecuencia</i>
Carnada	45.8	39.5	41.0	40.0
Peces	33.5	68.4	43.4	80.0
Crustáceos	8.1	47.4	4.8	70.0
Cefalópodos	4.0	21.0	4.9	23.3
Foraminíferos	0.2	15.8	< 0.1	13.3
MONI	4.0	15.8	5.8	30.0
Esponjas	4.5	26.3	0.1	3.3
Nemátodos	< 0.1	2.6	< 0.1	10.0
Poliquetos	0.1	5.3	< 0.1	13.3

TABLA 10. Porcentaje total de peso y frecuencia del contenido estomacal presente en hembras y machos de *Bathynomus giganteus* en septiembre de 1990.
(MONI= materia orgánica no identificada)

<i>Gupos Taxonómicos</i>	<i>Hembras (n=54)</i>		<i>Machos (n=44)</i>	
	<i>% peso</i>	<i>% frecuencia</i>	<i>% peso</i>	<i>% frecuencia</i>
Carnada	70.0	59.2	66.4	77.3
Peces	21.4	77.8	16.4	52.3
Crustáceos	6.0	46.3	3.5	59.1
Cefalópodos	2.4	40.7	2.3	36.4
Foraminíferos	< 0.1	< 0.1	< 0.1	2.3
MONI	0.2	7.4	1.9	18.2
Esponjas	0.3	7.4	9.5	34.1
Nemátodos	< 0.1	7.4	< 0.1	6.8
Poliquetos	0.0	0.0	< 0.1	4.5
Branquiuros	< 0.1	1.8	< 0.1	6.8

En el caso de los juveniles, los porcentajes totales de peso y frecuencia de los componentes del contenido estomacal durante enero-febrero y septiembre se muestran en la figura 9 y en las tablas 11 y 12. Sobresalen, en el espectro trófico de

enero-febrero, el valor en peso de los peces (54.0%) y la carnada (39.4%), y en frecuencia el de peces, crustáceos y foraminíferos. En contraste, durante septiembre, el valor en peso de la carnada (81.6%) superó por mucho el de los peces (12.3%), pero se incrementó la frecuencia de cefalópodos.

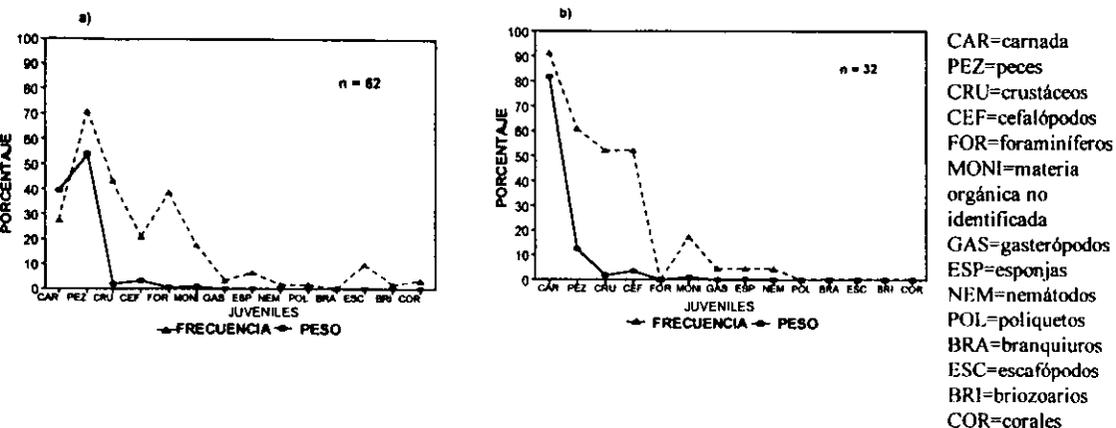


Fig. 9. Espectro de los grupos taxonómicos de los juveniles de *Bathynomus giganteus*, en (a) enero-febrero y (b) septiembre (1990).

En el caso de las manchas (Tabla 11, Fig.10) el grupo de los peces obtuvo el mayor valor en peso (63.6%), y en segundo lugar la carnada con 11.3%. Cabe señalar el hecho de que, en las manchas, el grupo de los foraminíferos adquirió un valor de frecuencia relativamente elevado en comparación con los grupos restantes.

TABLA 11. Porcentajes totales de peso y frecuencia del contenido estomacal presente en juveniles y mancas de *Bathynomus giganteus* en enero-febrero de 1990. (MONI= materia orgánica no identificada)

Grupos Taxonómicos	Juveniles (n=62)		Mancas (n=28)	
	% peso	% frecuencia	% peso	% frecuencia
Carnada	39.4	27.4	11.3	3.6
Peces	54.0	71.0	63.6	75.0
Crustáceos	1.9	43.5	5.1	35.7
Cefalópodos	3.1	21.0	0.4	10.7
Esponjas	<0.1	6.4	0.0	0.0
MONI	1.0	17.7	6.2	10.7
Foraminíferos	0.5	38.7	7.7	42.8
Poliquetos	<0.1	1.6	0.0	0.0
Escafópodos	<0.1	9.7	0.4	7.1
Gasterópodos	<0.1	3.2	0.3	7.1
Briozoarios	<0.1	1.6	0.0	0.0
Corales	<0.1	3.2	0.0	0.0
Nematodos	<0.1	1.6	0.0	0.0

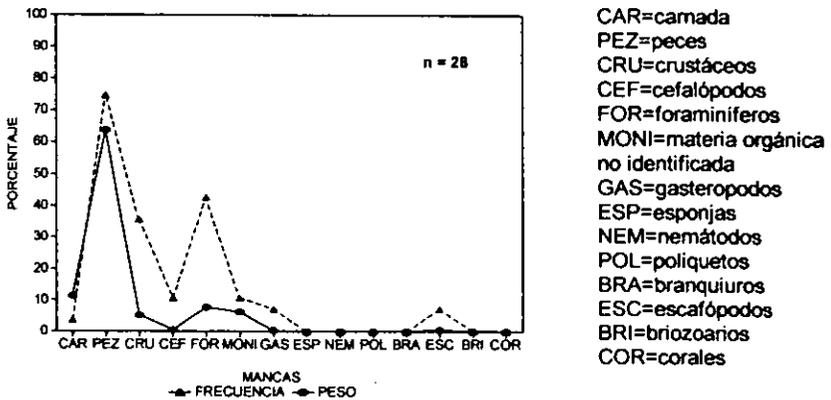


Fig. 10. Espectro de los grupos taxonómicos de las mancas de *Bathynomus giganteus*, de enero-febrero (1990).

TABLA 12. Porcentajes totales de peso y frecuencia del contenido estomacal presente en los juveniles de *Bathynomus giganteus* en septiembre de 1990. (MONI= materia orgánica no identificada)

<i>Grupos Taxonómicos</i>	<i>Juveniles (n=32)</i>	
	<i>% peso</i>	<i>% frecuencia</i>
Carnada	81.5	91.3
Peces	12.3	60.9
Crustáceos	1.8	52.2
Cefalópodos	3.3	52.2
Esponjas	<0.1	4.3
MONI	0.9	17.4
Gasterópodos	<0.1	4.3
Nemátodos	<0.1	4.3

INDICE DE SIMILITUD (Cj)

A partir de los valores de presencia o ausencia de los grupos taxonómicos presentados en la tabla 13 se analizaron, para las dos épocas de estudio, los índices de similitud entre los contenidos estomacales de los adultos de ambos sexos, obteniéndose para enero-febrero un $C_j = 1$ y para septiembre de $C_j = 0.8$ (Tabla 14a). Ya que el valor del índice de similitud fue elevado, posteriormente se procedió a agrupar los resultados de los adultos de ambos sexos para compararlos con los juveniles y mancas.

Como en septiembre no se obtuvieron mancas, sólo se calculó el índice de similitud (C_j) entre adultos y juveniles resultando ser de $C_j = 0.8$. Con los ejemplares obtenidos en enero-febrero, se llevó a cabo la comparación entre las diferentes fases de desarrollo. Los resultados fueron los siguientes: entre los adultos y juveniles el índice fue de $C_j = 0.7$, entre adultos y mancas fue de $C_j = 0.5$ y entre los juveniles y mancas éste fue de $C_j = 0.6$ (tabla 14).

TABLA 13. Datos de presencia (1) y ausencia (0) de los grupos taxonómicos encontrados en el contenido estomacal, de ambos sexos (a) y en las diferentes fases de desarrollo (b,c), de los ejemplares de *Bathynomus giganteus* durante enero-febrero y septiembre de 1990. (MONI=materia orgánica no identificada).

a)

<i>Presencia / Ausencia</i>	<i>Enero-Febrero</i>		<i>Septiembre</i>	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos
Grupos Taxonómicos				
Peces	1	1	1	1
Crustáceos	1	1	1	1
Cefalópodos	1	1	1	1
Foraminíferos	1	1	0	1
MONI	1	1	1	1
Esponjas	1	1	1	1
Nemátodos	1	1	1	1
Poliquetos	1	1	0	1
Branquiuros	1	1	1	1
Totales	9	9	7	9

b)

<i>Presencia / Ausencia</i>	<i>Enero-Febrero</i>		
	Adultos	Juveniles	Mancas
Grupos Taxonómicos			
Peces	1	1	1
Crustáceos	1	1	1
Cefalópodos	1	1	1
Foraminíferos	1	1	1
MONI	1	1	1
Gasterópodos	0	1	1
Esponjas	1	1	0
Nemátodos	1	1	0
Poliquetos	1	1	0
Branquiuros	1	0	0
Escafópodos	0	1	1
Briozoarios	0	1	0
Corales	0	1	0
Totales	9	12	7

c)

<i>Presencia / Ausencia</i>	<i>Septiembre</i>	
	Adultos	Juveniles
Grupos Taxonómicos		
Peces	1	1
Crustáceos	1	1
Cefalópodos	1	1
Foraminíferos	1	0
MONI	1	1
Esponjas	1	1
Nemátodos	1	1
Poliquetos	1	0
Branquiuros	1	0
Totales	9	6

TABLA 14. Resultados del índice de similitud de Jaccard (C_j), entre: a) machos y hembras de *Bathynomus giganteus* para cada época de estudio; b) entre los adultos y juveniles de una misma época; c) entre los adultos y juveniles de ambas épocas y d) entre las diferentes fases de desarrollo.

a) **EPOCAS**

	Enero-Febrero	Septiembre
Hembras	1	0.8
Machos		

b) **EPOCAS**

ESTADIO	Enero-Febrero	Septiembre
Adultos	0.7	0.8
Juveniles		

c) **ENERO- FEBRERO**

		Adultos	Juveniles
SEPTIEMBRE	Adultos	0.7	
	Juveniles	0.8	0.6

d)

ENERO-FEBRERO	Adultos	Juveniles
Mancas	0.5	0.6
Juveniles	0.7	

Los valores del índice de similitud entre las tres fases de desarrollo en enero-febrero fueron intermedios por lo que se considera que en esta época hay una mayor diferencia en la alimentación entre las fases consideradas. En contraste, entre los adultos y juveniles del muestreo de septiembre, el valor del índice fue el más cercano a 1 ($C_j = 0.8$), por lo que se observa una mayor similitud en la dieta de los adultos y juveniles durante esta época.

INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR)

Los valores del índice de importancia relativa de los distintos grupos taxonómicos encontrados en los organismos adultos de *B. giganteus* analizados en

enero-febrero y septiembre (Tabla 15), muestran la importancia que tienen los peces en la composición de su dieta, ya que alcanzaron los IIR más altos, seguidos por los crustáceos.

TABLA 15. Índice de importancia relativa, porcentaje de peso y porcentaje de frecuencia de los grupos taxonómicos del espectro alimenticio de los adultos de *Bathynomus giganteus*, durante enero-febrero y septiembre de 1990. (MONI= materia orgánica no identificada)

Grupos Taxonómicos	Enero-Febrero (n=68)			Septiembre (n=98)		
	% peso	% frecuencia	IIR	% peso	% frecuencia	IIR
Peces	40.4	73.5	29.7	18.5	66.3	12.2
Crustáceos	5.7	57.3	3.3	4.4	52.0	2.3
Cefalópodos	4.6	22.0	1.0	2.3	38.8	0.9
Espojas	1.4	16.2	0.2	5.7	19.4	1.1
MONI	5.2	22.0	1.1	1.2	12.2	0.1
Branquiuros	0.0	0.0	0.0	< 0.1	4.1	< 0.1
Nematodos	< 0.1	5.9	< 0.1	< 0.1	7.1	< 0.1
Poliquetos	< 0.1	8.8	< 0.1	< 0.1	2.0	< 0.1
Foraminíferos	0.1	14.7	< 0.1	< 0.1	1.0	< 0.1

Estos resultados se visualizan en la figura 11. El diagrama permite caracterizar a los grupos constituidos por peces y crustáceos como alimento preferencial para los isópodos adultos durante las dos épocas de estudio. El grupo de los cefalópodos quedó clasificado como alimento secundario, mientras que los grupos restantes se ubicaron en la categoría de alimento accidental u ocasional.

Para los organismos en estadio juvenil (tabla 16, fig. 12), los peces y los crustáceos quedaron dentro de la categoría de alimento preferencial en las dos épocas de estudio, mientras que el grupo de los cefalópodos mostró ser un alimento secundario para los juveniles en enero-febrero, en tanto que en septiembre quedó clasificado como alimento preferencial.

Se aprecia, además, que durante enero-febrero el grupo de los foraminíferos llegó a ser un componente alimenticio secundario. Los restantes grupos taxonómicos quedaron clasificados como alimento accidental u ocasional.

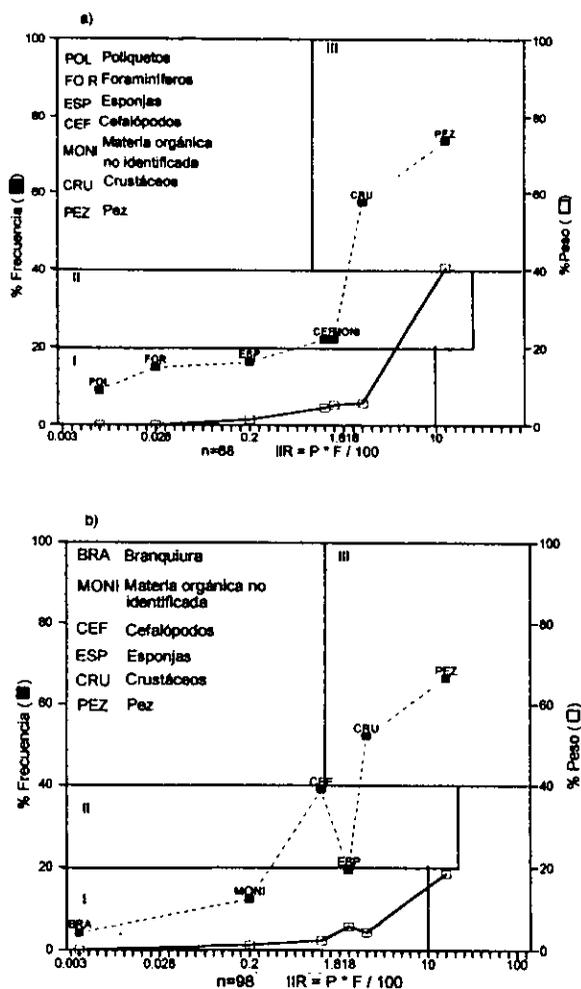


Fig. 11. Diagrama trófico combinado de los organismos adultos de *Bathynomus giganteus*, analizados durante (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.

Con respecto a la dieta de las mancas, los peces constituyeron también el alimento preferencial; los foraminíferos y los crustáceos se ubicaron dentro de la categoría de alimento secundario y los grupos restantes constituyeron el alimento accidental u ocasional (tabla 17, fig. 13).

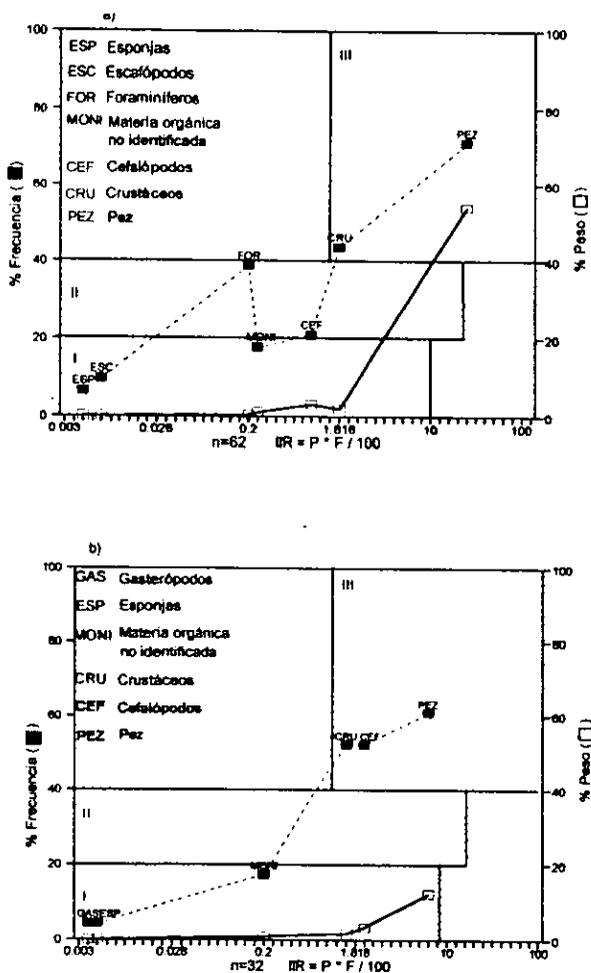


Fig. 12. Diagrama trófico combinado de los organismos en fase juvenil de *Bathynomus giganteus*, analizados durante (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.

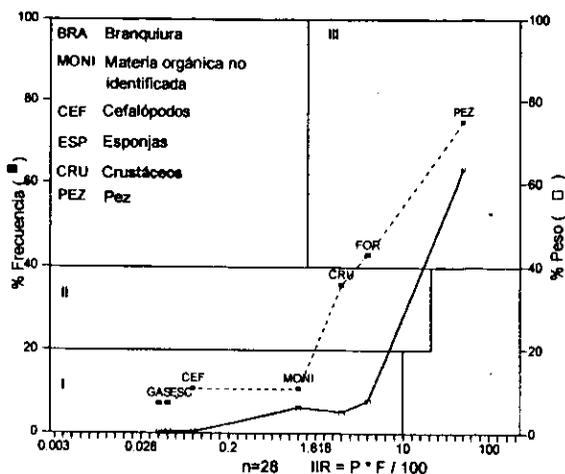


Fig. 13. Diagrama trófico combinado de los organismos en fase de manca de *Bathynomus giganteus*, analizados durante enero-febrero de 1990.

TABLA 16. Índice de importancia relativa, porcentajes de peso y frecuencia de los grupos taxonómicos del espectro alimenticio de los juveniles de *Bathynomus giganteus*, durante enero-febrero y septiembre de 1990.

(MONI= materia orgánica no identificada)

Grupos Taxonómicos	Enero-Febrero (n= 62)			Septiembre (n=32)		
	% peso	% frecuencia	IIR	% peso	%frecuencia	IIR
Peces	54.0	71.0	38.3	12.3	60.9	7.4
Crustáceos	1.9	43.5	0.8	1.8	52.2	0.9
Cefalópodos	3.1	21.0	0.6	3.3	52.2	1.7
Foraminíferos	0.4	38.7	0.2	0.0	0.0	0.0
MONI	1.0	17.7	0.2	0.9	17.4	0.2
Escafópodos	< 0.1	9.7	< 0.1	0.0	0.0	0.0
Esponjas	< 0.1	6.4	< 0.1	< 0.1	4.3	< 0.1
Corales	< 0.1	3.2	< 0.1	0.0	0.0	0.0
Briozoarios	< 0.1	1.6	< 0.1	0.0	0.0	0.0
Nemátodos	< 0.1	1.6	< 0.1	< 0.1	4.3	< 0.1
Gasterópodos	< 0.1	3.2	< 0.1	< 0.1	4.3	< 0.1
Poliquetos	< 0.1	1.6	< 0.1	0.0	0.0	0.0

TABLA 17. Índice de importancia relativa, porcentaje de peso y porcentaje de frecuencia de los grupos taxonómicos del espectro alimenticio de las mancas de *Bathynomus giganteus*. (MONI= materia orgánica no identificada)

<i>Grupos Taxonómicos</i>	<i>Enero-Febrero</i>		
	<i>(n=28)</i>	<i>% Peso</i>	<i>% Frecuencia</i>
Peces	63.6	75.0	47.7
Foraminíferos	7.7	42.8	3.3
Crustáceos	5.1	35.7	1.8
MONI	6.2	10.7	0.7
Cefalópodos	0.4	10.7	< 0.1
Escafópodos	0.4	7.1	< 0.1
Gasterópodos	0.3	7.1	< 0.1

DISCUSIÓN

El uso de trampas en el presente estudio demostró ser eficaz para recolectar cantidades relativamente grandes de *B. giganteus* en sus diferentes fases de desarrollo.

Shultz (1969) menciona que *B. giganteus* es un organismo lo suficientemente rápido como para escapar antes de ser alcanzado por instrumentos de muestreo móviles, tales como dragas o redes de arrastre. En cambio, los muestreos mediante artes fijas, como trampas con carnada, frecuentemente han brindado mayores cantidades de ejemplares (Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez 1991, Tso & Mok 1991, Perry *et al.* 1995). Cocke (1987) sugiere que *B. giganteus* se encuentra disperso aleatoriamente aunque también menciona que podrían existir en grupos en algunas áreas.

Las recolectas de *B. giganteus* en el presente estudio se obtuvieron en un

intervalo de profundidad de 391-721 m, es decir dentro del intervalo de distribución vertical registrado para esta especie, de 310-2140 m, con un 84% de registros entre 365-730 m (Holthuis & Mikulka, 1972). Sin embargo, Lemos de Castro (1978), registró la captura de un ejemplar de esta especie a una profundidad de 80 m en el litoral del estado de Ceará (Brasil), lo cual no es común (Briones-Fourzán & Lozano-Alvarez, 1991). Durante los dos muestreos realizados en este estudio alrededor del talud superior continental de la Península de Yucatán, el 73% de las estaciones de muestreo brindaron el total de los ejemplares de *Bathynomus giganteus*. Hubo, sin embargo, tres estaciones en las cuales no se obtuvo ningún ejemplar de estos isópodos, estas estaciones (la 3, 4 y 5 en septiembre) registraron profundidades \leq 300 m (Tabla 1).

Los organismos adultos obtenidos tanto en enero-febrero como en septiembre mostraron una proporción sexual similar, lo que sugiere que la proporción sexual no varía estacionalmente. Asimismo, se observó que, en enero-febrero, la mitad de las hembras sexualmente maduras presentaron oosteguitos desarrollados (forma funcional, larga y cóncava), mientras que en septiembre sólo una se encontraba en esta condición. A este respecto Charniaux-Cotton & Payen (1985) mencionaron que en los isópodos hembras, los oosteguitos crecen paulatinamente a lo largo de varias mudas, adquiriendo su máximo desarrollo, es decir, la forma funcional, en la muda previa a la puesta. Sin embargo, en el presente estudio, a pesar del número considerable de hembras analizadas no se encontró ninguna con oosteguitos en estados intermedios de desarrollo, lo que apoya la sugerencia de Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez. (1991), de que en las hembras de *B. giganteus* los oosteguitos

adquieren su forma plenamente desarrollada y funcional en una sola muda, posiblemente antes de la puesta.

Rokop (1977) y Thurston (1979) postularon que, debido a la poca variación en los factores abióticos, era poco probable que hubiera estacionalidad en la reproducción en los organismos bentónicos de profundidad, y que ésta debería ocurrir a lo largo de todo el año. Sin embargo, Tyler (1988) demostró la existencia de estacionalidad en la actividad reproductiva en ciertos organismos de profundidad, incluyendo algunos isópodos. Los resultados obtenidos en este estudio, muestran una estacionalidad en la reproducción de *B. giganteus*, considerando el número significativamente mayor de hembras maduras obtenidas durante el muestreo de enero-febrero que en el de septiembre. Además, en enero-febrero la mayoría de las hembras maduras tenían ovarios en los estadios 1 a 3, mientras que en septiembre se encontró una mayor proporción de hembras maduras con ovarios en estadios de desarrollo 3 y 4, es decir, más cerca del desove. Por otro lado, no se obtuvieron ejemplares en estadio de manca durante septiembre, por lo que cabe la posibilidad de que la reproducción se lleve a cabo en algún momento entre septiembre y enero, y la eclosión de los huevos y la liberación de las mancas se presente entre los meses de enero y febrero.

Esto parece indicar, como lo sugieren Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez (1991) que la actividad reproductiva de *B. giganteus* no se lleva a cabo durante todo el año, sino que presenta un patrón estacional con actividad reproductiva en los meses de otoño-invierno. Sería necesario realizar muestreos en primavera y otoño para completar un ciclo anual y determinar si existe otra época reproductiva además

de la observada para esta especie en el talud continental de la Península de Yucatán.

A pesar de la aparente estacionalidad en la reproducción, los porcentajes de vacuidad estomacal fueron similares en el total de los ejemplares adultos analizados entre las dos épocas de estudio (Tabla 2), lo que indica que no parecen existir cambios importantes en su comportamiento alimenticio, al menos durante estas dos épocas. Al hacer la comparación de los porcentajes de vacuidad por sexos y fases de desarrollo, se observó que, en los adultos de ambos sexos, no hubo diferencias significativas en las dos épocas de muestreo (Tablas 3 y 4), aunque se puede apreciar que, en enero-febrero, hubo mayor similitud de vacuidad entre machos y hembras en comparación con los de septiembre, cuando las hembras presentaron un mayor porcentaje de estómagos vacíos. Esto podría reflejar una menor disponibilidad de alimento en septiembre y que los machos, por sus mayores tallas, podrían competir de manera ventajosa con las hembras, las cuales en esa época se limitarían a conseguir alimento para su mantenimiento en lugar de canalizar energía a la reproducción. De esta manera, la abundancia del alimento disponible podría ser un factor importante para el inicio de la actividad reproductiva.

Por otro lado, la comparación del porcentaje de vacuidad registrado entre mancas, juveniles y adultos (Tabla 6), sí presentó diferencias significativas, siendo mayor el porcentaje de estómagos vacíos en los adultos y menor entre juveniles y mancas. Esto podría sugerir que los isópodos gigantes pueden tolerar períodos relativamente más largos sin alimentarse una vez que alcanzan la madurez sexual, mientras que, dado que los juveniles y mancas mudan con más frecuencia que los

adultos, requieren de alimentarse más frecuentemente para crecer y desarrollarse de manera adecuada.

Shultz (1969) menciona que los isópodos mudan primero la parte anterior del cuerpo y más tarde la parte posterior. Por el contrario, Brusca & Wilson (1991) afirman que la parte posterior del exoesqueleto es la primera en mudar y que la parte anterior lo hace después, ocurriendo la ruptura de las dos mitades entre los pereonites IV y V, y que las dos mitades están fuera de sincronía durante el ciclo de muda. Sin embargo, en el presente estudio no se obtuvieron especímenes en proceso de muda, por lo que no fue posible determinar cuál de las dos afirmaciones anteriores es la correcta para *B. giganteus*.

El hepatopáncreas de *B. giganteus* contiene una gran cantidad de lípidos que representan una forma de almacenamiento de energía. En el ambiente de bajas temperaturas en el que viven estos isópodos, la utilización de estos lípidos como sustrato metabólico podría representar una ventaja para su sobrevivencia (Steeves 1969). En el caso de *B. doederleini*, Tso & Mok (1991) suponen que los lípidos almacenados en el hepatopáncreas son particularmente importantes para la sobrevivencia de las hembras ovígeras. Los ejemplares examinados por estos autores tenían el cuerpo y los oosteguitos cubiertos de fango, lo que les llevó a sugerir que las hembras ovígeras probablemente se entierran en el sedimento para protegerse de los depredadores, con lo que se reducen sus oportunidades para alimentarse. Los ejemplares de *B. giganteus* analizados en el presente estudio también presentaron esta característica, lo que apoya la posibilidad de que estos organismos se entierren para evitar la depredación.

La respuesta de *B. giganteus* a la presencia de alimento es más por quimiorrecepción que por contacto visual (Cocke 1987). Este autor menciona que *B. giganteus* es capaz de consumir una gran cantidad de alimento en cada ocasión, y que esta habilidad se ve disminuida cuando aumenta la cantidad del alimento disponible en su entorno. A este respecto, Smith & Baldwin (1982) propusieron una estrategia metabólica para anfípodos carroñeros de profundidad, que involucra: habilidad para soportar largos periodos de inanición, una respuesta rápida a la calda de materia orgánica y una pronta localización de ésta, una tasa elevada en el consumo de alimento con máxima cantidad de ingesta, y una eficiente utilización del alimento consumido.

Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez (1991) adoptaron esta propuesta para *B. giganteus*, ya que observaron que varios de los isópodos gigantes que recolectaron contenían una gran cantidad de carnada en sus tractos digestivos. En el presente estudio varios isópodos también presentaban sus estómagos ampliamente distendidos, llegando a contener hasta un 100 % de carnada ingerida.

Smith & Baldwin (1982) observaron que los anfípodos de profundidad, debido a su habilidad para ingerir grandes cantidades de alimento, quedan con su cuerpo tan distendido que sus pereiópodos adoptan una posición anormal, dificultándoseles el deambular. Una vez que los organismos han comido hasta saciarse, sólo pueden desplazarse a corta distancia, para ocultarse de sus depredadores y poder digerir eficientemente el alimento ingerido.

Esta deformación corporal y la posición anormal de los pereiópodos provocada por la gran cantidad de alimento ingerido, fue observada en el presente

estudio en varios ejemplares de *B. giganteus*, lo que sugiere que, al igual que en los anfipodos, se trata de una estrategia metabólica común en organismos carroñeros del bentos batial. No se descarta la posibilidad de que, como se ha mencionado para las hembras ovígeras, los isópodos con estómagos ampliamente distendidos se entierren, o por lo menos se cubran con sedimentos, para protegerse mientras no pueden desplazarse rápidamente.

La dieta de *B. giganteus* es muy variada y está constituida por una gran cantidad de grupos taxonómicos (Tabla 8). Sin embargo, el hecho de que por lo general sólo se encontraron entre 1 y 4 grupos tróficos dentro de los estómagos individuales, y la naturaleza del contenido estomacal en la mayoría de los casos (restos de peces, decápodos y cefalópodos), señala que esta especie sí es fundamentalmente carroñera, y que se alimentan principalmente de organismos recién muertos. La gran atracción que ejerce la carnada colocada dentro de las trampas y su elevada tasa de consumo por parte de muchos especímenes apoyan esta sugerencia.

En el caso de los restos de cefalópodos, la mayoría pertenecían al calamar *Loligo pealei*. Esta especie es muy abundante en el Golfo de México (Roper *et al.* 1984), y presenta una elevada mortalidad posterior a la reproducción y al desove masivo. En septiembre se incrementó el porcentaje de frecuencia de cefalópodos en estómagos de las tres fases de *B. giganteus* estudiadas. Por tanto, es posible que *B. giganteus* aproveche esta gran mortalidad de calamares para alimentarse, pues es poco probable que sea lo suficientemente rápido como para atrapar organismos activos. Cocke (1987) propuso que *B. giganteus*, cuando actúa como depredador, lo

hace acechando y emboscando a la presa, más que cazándola activamente.

Cocke (1987) mencionó que la presencia de espículas de esponjas en el contenido estomacal de *B. giganteus* podría deberse a una ingestión más bien accidental. En contraste, los resultados del presente estudio sugieren que esta especie eventualmente sí se alimenta de esponjas, ya que algunos isópodos contenían entre un 70 y un 100% de espongina en su contenido estomacal, lo cual difícilmente puede interpretarse como una ingestión accidental.

Las larvas de nemátodos presentes en algunos estómagos pudieron haber sido ingeridas junto con restos de peces, o tomadas de manera incidental junto con algún otro material del sedimento, pero no puede excluirse la posibilidad de que *B. giganteus* actúe como hospedero intermediario para los nemátodos del género *Anisakis*.

En algunos estómagos de *B. giganteus* se encontraron restos de otros isópodos de la misma especie. Es posible que la ingestión de coespecíficos se dé ocasionalmente en la búsqueda de una fuente de carbonato de calcio para la formación del nuevo exoesqueleto después de la muda, y/o en situaciones de escasez de alimento. No puede descartarse, sin embargo, un canibalismo circunstancial debido al estrés ocasionado por la captura mediante las trampas, como ocurre en algunas langostas (Colinas-Sánchez & Briones Fourzán 1990). Esto podría sugerir el carácter oportunista de esta especie ante la presencia y disponibilidad del alimento.

En los estómagos de las mancas fue más frecuente la presencia de sólo 1 o 2 grupos taxonómicos, en contraste con los juveniles y adultos (Tabla 8). Esto sugiere

que los isópodos pequeños obtienen suficiente alimento y satisfacen sus necesidades con una menor cantidad de grupos taxonómicos, mientras que los organismos de tallas más grandes dependen de una mayor variedad de alimento para poder satisfacer sus necesidades metabólicas.

Debido a la trituración de los alimentos ingeridos por *B. giganteus* se dificulta en gran medida su cuantificación en términos del número de individuos consumidos, por lo que, en este caso, el método de frecuencia de aparición u ocurrencia resulta ventajoso. Sin embargo, tiene la desventaja de que sobrestima a los alimentos constituidos por organismos muy pequeños o de escaso número y, en cambio, tiende a subestimar a los de gran tamaño. Por otra parte el método gravimétrico tiende a subestimar a los alimentos con escaso peso, aún cuando se presenten frecuentemente, y a sobrestimar a los más pesados, aunque sean poco frecuentes (Hyslop 1980). De aquí que la combinación de ambos coeficientes en el IIR, y la subsecuente elaboración de espectros tróficos, ofrezcan una imagen más real del patrón alimenticio. En el caso de *B. giganteus*, el empleo de ambos métodos permite explicar las discrepancias entre los valores del porcentaje de frecuencia y el porcentaje de peso en un mismo grupo trófico, ya que los restos de alimentos con partes duras, como exoesqueletos de crustáceos, partes óseas de peces, picos y plumas de cefalópodos presentan una evacuación más lenta.

Aunque no se encontraron diferencias muy marcadas en los espectros tróficos de los adultos de ambos sexos durante las dos épocas de estudio, sí se detectaron entre los organismos en fase juvenil. Asimismo, los espectros tróficos presentaron diferencias entre las tres fases de desarrollo. En el caso de adultos y juveniles, los

grupos más importantes fueron, en orden descendente, los peces, crustáceos y cefalópodos (Figs. 11 y 12), pero en las mareas, después de los peces resalta la importancia del grupo de los foraminíferos en su contenido estomacal (Fig. 13). En contraste, los foraminíferos presentaron una importancia intermedia en la dieta de los juveniles (Tabla 16) e insignificante en el caso de los adultos (Tabla 15).

De esta manera, las mareas de *B. giganteus* muestran un comportamiento similar al del anfípodo *Mirondella gigas* (McConnaughey & Zottoli 1983), especie en la cual los anfípodos pequeños se alimentan de sedimentos, y la cantidad de éstos en el contenido estomacal decrece con el incremento en la talla de los anfípodos. De hecho, la talla de los organismos y restos de organismos presentes en el contenido estomacal guardaron una cierta relación con el tamaño del ejemplar analizado. Así, los adultos presentaron restos grandes de peces, cefalópodos y crustáceos; los juveniles presentaron restos de menor tamaño y, por último, las mareas, además de restos de peces pequeños (demostrado por vértebras muy pequeñas), presentaron restos de anfípodos e isópodos, así como ejemplares completos de tallas reducidas.

No se detectó una diferencia muy marcada en los patrones dietéticos entre los adultos de ambos sexos para las dos épocas, mientras que para las diferentes fases de desarrollo sí se detectaron diferencias, al menos para los ejemplares recolectados en enero-febrero, en los cuales el índice de similitud abarcó valores entre 0.5 y 0.7. En contraste, para los adultos y juveniles recolectados en septiembre se obtuvo una mayor similitud comparada con la de estos mismos estadios en enero-febrero.

A este respecto, Cartes & Sardá (1989) mencionan que las comunidades de invertebrados de profundidad normalmente exhiben bajos niveles de competencia y depredación aún cuando el alimento no sea abundante, y que la estructura de la población tiende a adoptar una forma que minimiza la competencia interespecífica, intraespecífica o entre clases de talla, para optimizar la utilización de la energía a través de la división del recurso disponible. Este patrón podría aplicarse a *B. giganteus*, en cuyo caso las diferencias encontradas podrían estar relacionadas con una mayor o menor habilidad física dependiente del tamaño o de la vulnerabilidad relativa. Cabe aclarar que la comparación se realizó entre las tres fases de desarrollo solamente en enero-febrero, lo cual coincidió con la época de mayor evidencia reproductiva, debido a que en septiembre no se obtuvieron ejemplares en fase de manca.

Dentro de la variada dieta de *B. giganteus*, los peces ocuparon un lugar preferencial durante las dos épocas de estudio, tanto en adultos de ambos sexos como en juveniles y mancas, lo cual sugiere que los peces son el alimento más abundante y, por ende, más disponible en su entorno, en comparación con los crustáceos y cefalópodos (y, en el caso de las mancas, los foraminíferos), grupos que por lo general tienden a ser un alimento secundario en su dieta.

CONCLUSIONES

- El uso de trampas con carnada es un método eficaz para la captura del isópodo gigante *Bathynomus giganteus* y resulta apropiado para llevar a cabo estudios comparativos de contenido estomacal, debido a que se puede detectar

fácilmente, dentro del tracto digestivo, la carnada que se utilizó.

- Aunque se trata de un organismo fundamentalmente carroñero, la dieta de *Bathynomus giganteus* incluye una gran variedad de grupos animales. En el presente trabajo, se identificaron 14 grupos o entidades tróficas en su contenido estomacal, incluyendo organismos sésiles y de lento movimiento.
- No se registraron diferencias significativas entre los patrones de alimentación de machos y hembras adultos en ninguna de las dos épocas de estudio (época fría y de nortes, y época de lluvias). Sin embargo los patrones de alimentación en las diferentes fases de desarrollo (mancas, juveniles y adultos) mostraron diferencias significativas, lo que indica variaciones en la dieta de *B. giganteus* a lo largo de su desarrollo.
- En adultos, juveniles y mancas, el grupo de los peces constituyó el alimento preferencial, mientras que los crustáceos y cefalópodos quedaron clasificados como alimento secundario para adultos y juveniles, y los foraminíferos y crustáceos para las mancas. Los grupos tróficos restantes quedaron incluidos en la categoría de alimento accidental u ocasional.
- *Bathynomus giganteus* tiene una actividad reproductiva estacional. Con base en las evidencias encontradas en este estudio se plantea que la reproducción se lleva a cabo por lo menos durante los meses de enero y febrero.
- En el bentos batial, *Bathynomus giganteus* puede desempeñar un papel relativamente importante en el reciclaje de la materia y, por tanto, en el flujo de energía del ecosistema, pues por sus hábitos carroñeros puede reducir a los organismos muertos en partículas más pequeñas, haciendo posible el retorno de

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

las sustancias que forman el cuerpo de los organismos muertos al medio ambiente.

LITERATURA CITADA

- Agassiz, A. 1888. Three cruises of the United States Coast and Geodetic Survey Steamer "Blake" in the Gulf of Mexico, in the Caribbean Sea, and along the Atlantic coast of the United States, from 1877 to 1880: A contribution to American Thalassography, Vol. II. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Univ.* 15: 1-220.
- Barnes, D. R. 1989. *Zoología de los invertebrados*. 5ª Ed. McGraw-Hill, México. i-vii, 1-957.
- Boone, L. 1927. Crustacea from tropical East-American seas. *Bull. Bingham Oceanogr. Collect.* 1 (2): 1-147.
- Bouvier, E. L. 1901. La circulation branchiale chez les Bathynomes (Crust.). *Bull. Soc. Entomol. France* 1901: 122-123.
- Bowman, T. E. & L. G. Abele. 1982. Classification of the Recent Crustacea. Pp. 1-27 In: Abele, L.G. (Ed.) *The Biology of the Crustacea. Vol. I: Systematics, the Fossil Record and Biogeography*. Academic Press, Nueva York.
- Briones-Fourzán, P. & E. Lozano-Alvarez. 1991. Aspects of the biology of the giant isopod *Bathynomus giganteus* A. Milne-Edwards, 1879. (Flabellifera: Cirolanidae) off the Yucatan Peninsula. *J. Crustacean Biol.* 11 (3): 375-385.
- Brusca, R. C. & G. J. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Sinauer, Sunderland. 922 p.
- Brusca, R. C. & G. D. F. Wilson. 1991. A phylogenetic analysis of the isopoda with some classificatory recommendations. *Mem. Queensland Mus.* 31: 143-204.
- Cartes, J. E. & F. Sardá. 1989. Feeding ecology of the deep-water aristeid crustacean *Aristeus antennatus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 54: 229-238.
- Clarke, M. R. 1988. *A Handbook for the Identification of Cephalopod Beaks*. Clarendon Press, Oxford.
- Cocke, B. T. 1987. Morphological variation in the giant isopod *Bathynomus giganteus* (Suborder Flabellifera: Family Cirolanidae) with notes on the genus. M. Sc. Thesis, Texas A & M University, College Station, Texas. Pp. 1-129.
- Colinas-Sánchez, F. & P. Briones-Fourzán. 1990. Alimentación de las langostas *Panulirus guttatus* y *P. argus* (Latreille, 1804) en el Caribe Mexicano. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Nal. Autón. México.* 17 (1):89-106.

- Chamberlain, S. C., V. B. Meyer-Rochow & W. P. Dossert. 1986. Morphology of the compound eye of the giant deep-sea isopod *Bathynomus giganteus*. *J. Morphol.* **189** (2): 145-156.
- Charniaux-Cotton, H. & G. Payen. 1985. Sexual differentiation. Pp. 217-300 *In*: D. E. Bliss & L. H. Mantel (eds.) *The Biology of Crustacea. Vol. 9. Integument, pigments, and hormonal processes.* Academic Press, Nueva York.
- Giesbrecht, W. 1892. *Systematik und faunistik der pelagischen copepoden des Golfs von Neapel und der Angrenzenden meeresabschnitte*. Fauna u Flora Neapel, Monogr., 19: 1-831 + 54 pls.
- Holthuis, L. B. & W. R. Mikulka. 1972. Notes on the deep-sea isopods of the genus *Bathynomus* A. Milne-Edwards, 1879. *Bull. Mar. Sci.* **22** (3): 575-591.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach content analysis: a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.* **17**:411-429.
- Lemos de Castro, A., 1978. Descrição de uma espécie nova gigante do gênero *Bathynomus* Milne-Edwards do litoral brasileiro (Isopoda, Cirolanidae). *Rev. Brasil. Biol.* **38** (1): 37-44.
- Lloyd, R. E. 1908. The internal anatomy of *Bathynomus giganteus* with a description of the sexually mature forms. *Mem. Indian Mus.* **1** (2): 81-102.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. 1st. Ed. Princeton University Press, Princeton. 179 pp.
- McConnaughey, H. B. & R. Zottoli. 1983. *Introduction to Marine Biology*. 4th Ed. Waveland Press, Prospect Heights. 638 pp.
- McLaughlin, P. A. 1980. *Comparative Morphology of Recent Crustacea*.- W. H. Freeman & Co., San Francisco, California Pp. 1-177.
- McLaughlin, P. A. 1983. Internal Anatomy. Pp. 35-38 *In*: D. E. Bliss & L. H. Mantel, (eds.) *The Biology of Crustacea. Vol.5, Internal Anatomy and Physiological Regulation*. Academic Press, Nueva York.
- Menzies, R. J. & D. Frankenberg. 1966. *Handbook on the Common Marine Isopod Crustacea of Georgia*. Univ. of Georgia Press, Athens. 93 p.
- Menzies, J. R. & W. L. Kruczynski. 1983. Memoirs of the Hourglass Cruises (Isopod Crustacea). Fla. Dep. Nat. Res. Mar. Res. Lab. Vol. VI, Part.I: 1-126.
- Merino, M. 1992. Afloramiento en la Plataforma de Yucatán: Estructura y Fertilización. Tesis Doctoral, UACPyP-CCH, UNAM, México. 255 p.

- Merino, M. & L. Otero. 1991. *Atlas Ambiental Costero: Puerto Morelos, Quintana Roo*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 89 p.
- Milne-Edwards, A. 1879. Sur un isopode gigantesque des grandes profondeurs de la mer. *Comptes Rendues Hebdom. des Séan. Acad. Sci.* **88**: 21-23.
- Milne-Edwards, A. & E. L. Bouvier. 1902. Les Bathynomes. Reports on the results of the dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of México (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. Bartlett, U.S.N. Commanding. *Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard* **27** (2): 129-176.
- Okada, J. & K. Kuwasawa. 1993. Valve dilator neurons of the lateral arteries of the isopod crustacean *Bathynomus doederleini*. *Zool. Sci.* **10** (2): 1057-1061.
- Ortmann, A. 1894. A new species of isopod, genus *Bathynomus*. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 1894: 191-193.
- Perry, H., R. Waller, C. Trigg, J. McBee, R. Erdman & N. Blake. 1995. A note of by-catch associated with deepwater trapping of *Chaceon* in the north central Gulf of Mexico. *Gulf Res. Rep.* **9** (2): 139-142.
- Perry, N. E. & G. W. Hinsch. 1991. Reproduction in the giant isopod, *Bathynomus giganteus*. *Invertebr. Reprod. Dev.* **20** (2): 153-157.
- Pica-Granados, Y. & R. Pineda-López. 1991. Golfo de México y Mar Caribe: Oceanografía Física. Pp. 31-78. En: G. de la Lanza (Comp.) *Oceanografía de los Mares Mexicanos*. A. G. T., México.
- Rokop, F. J. 1977. Patterns of reproduction in the deep-sea benthic crustaceans: a re-evaluation. *Deep-Sea Res.* **24**: 683-691.
- Roper, C. F. E., M. J. Sweeney & C. E. Nauen. 1984. FAO species catalogue. 3: Cephalopods of the world, an annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synopsis* **125** (3): 1-277
- Schmitt, W. L. 1931. Some carcinological results of the deeper water trawlings of the "Anton Dohrn", including description of two new species of Crustacea. *Yearbook Carnegie Inst. Washington* **30**: 389-394.
- Shih, C. T. 1972. Note on the giant isopod genus *Bathynomus* Milne-Edwards, 1879, with description of a new species. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* **21** (1): 31-42.
- Shultz, G. A. 1969. *How to Know the Marine Isopod Crustaceans*. W. C. Brown, Co., Dubuque, Iowa. Pp. 1-359.

- Smith, K. L. & R. J. Baldwin. 1982. Scavenging deep-sea amphipods: effects of odor on oxygen consumption and a proposed metabolic strategy. *Marine Biology* **68**: 287-298.
- Soong, K. 1992. Occurrence of the giant isopod *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879 (Isopoda, Flabellifera, Cirolanidae) in the West Pacific. *Crustaceana* **63** (3): 291-295.
- Steeves, H. R., III. 1969. Lipid contents of the hepatopancreas of the isopod *Bathynomus giganteus* A. Milne-Edwards, 1879. *Crustaceana* **16** :135-138.
- Tanaka, K. & K. Kuwasawa. 1991a. Identification of cardio-acceleratory neurons in the thoracic ganglion of the isopod crustacean *Bathynomus doederleini*. *Brain Res.* **544** (2): 311-314.
- Tanaka, K. & K. Kuwasawa. 1991b. Identification of cardio-inhibitory neurons in the thoracic ganglion of the isopod crustacean *Bathynomus doederleini*. *Brain Res.* **558** (2): 339-342.
- Tanaka, K., & K. Kuwasawa. 1991c. Central outputs for extrinsic neural control of the heart in an isopod crustacean, *Bathynomus doederleini*: Neuroanatomy and electrophysiology. *Comp. Biochem. Physiol.* **98C** (1): 79-86.
- Tso, S. F & H. K. Mok. 1991. Development, reproduction, and nutrition of the giant isopod *Bathynomus doederleini* Ortmann, 1894 (Isopoda, Flabellifera, Cirolanidae). *Crustaceana* **61** (2): 141-154.
- Thurston, M. H. 1979. Scavenging abyssal amphipods from the Northeast Atlantic Ocean. *Mar. Biol.* **51**: 55-68.
- Tyler, P. A. 1988. Seasonality in the deep sea. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **26**: 227-258.
- Van Holde, K. E. & M. Brenowitz. 1981. Subunit structure and physical properties of the hemocyanin of the giant isopod *Bathynomus giganteus*. *Biochemistry* **20**: 5232-5239.
- Williams, M. J. 1981. Methods for analysis of natural diet in Portunid crabs (Crustacea, Decapoda, Portunidae). *J. Exp. mar. Biol. Ecol.* **52**: 103-113.
- Wolff, T. 1970. The concept of the hadal or ultra-abyssal fauna. *Deep-Sea Res.* **17**: 983-1003.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 718 p.

INDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	Ejemplares recolectados del isópodo gigante <i>Bathynomus giganteus</i> sobre el talud de la Península de Yucatán.	22
2	Porcentajes de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares analizados de <i>Bathynomus giganteus</i> en las dos épocas de muestreo.	28
3	Porcentajes de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares adultos de <i>Bathynomus giganteus</i> de ambos sexos en enero-febrero de 1990.	29
4	Porcentajes de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares adultos de <i>Bathynomus giganteus</i> de ambos sexos en septiembre de 1990.	29
5	Porcentajes de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares adultos de <i>Bathynomus giganteus</i> de ambos sexos.	30
6	Porcentajes de vacuidad que presentaron los estómagos de los ejemplares analizados de <i>Bathynomus giganteus</i> en las diferentes fases de desarrollo.	31
7	Lista sistemática de los grupos taxonómicos encontrados en el contenido estomacal de <i>Bathynomus giganteus</i> durante enero-febrero y septiembre de 1990.	33
8	Número de especímenes de <i>Bathynomus giganteus</i> adultos, juveniles y mancas, que presentaron de 1 a 7 grupos taxonómicos en los contenidos estomacales.	35
9	Porcentaje total de peso y frecuencia del contenido estomacal presente en hembras y machos de <i>Bathynomus giganteus</i> en enero-febrero de 1990.	38
10	Porcentaje total de peso y frecuencia del contenido estomacal presente en hembras y machos de <i>Bathynomus giganteus</i> en septiembre de 1990.	38

Tabla	Pág.
11 Porcentajes totales de peso y frecuencia del contenido estomacal presente en juveniles y mancas de <i>Bathynomus giganteus</i> en enero-febrero de 1990.	40
12 Porcentajes totales de peso y frecuencia del contenido estomacal presente en los juveniles de <i>Bathynomus giganteus</i> en septiembre de 1990.	41
13 Datos de presencia (1) y ausencia (0) de los grupos taxonómicos encontrados en el contenido estomacal, de ambos sexos (a) y en las diferentes fases de desarrollo (b,c) de los ejemplares de <i>Bathynomus giganteus</i> durante enero-febrero y septiembre de 1990.	42
14 Resultados del índice de similitud entre: a) machos y hembras de <i>Bathynomus giganteus</i> para cada época de estudio; b) entre adultos y juveniles de una misma época; c) entre adultos y juveniles de ambas épocas y d) entre las diferentes fases de desarrollo.	43
15 Índice de importancia relativa, porcentajes de peso y frecuencia de los grupos taxonómicos del espectro alimenticio de los adultos de <i>Bathynomus giganteus</i> , durante enero-febrero y septiembre de 1990.	44
16 Índice de importancia relativa, porcentajes de peso y frecuencia de los grupos taxonómicos del espectro alimenticio de los juveniles de <i>Bathynomus giganteus</i> , durante enero-febrero y septiembre de 1990.	47
17 Índice de importancia relativa, porcentajes de peso y frecuencia de los grupos taxonómicos del espectro alimenticio de las mancas de <i>Bathynomus giganteus</i> .	48

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1 Área de estudio y estaciones de muestreo durante enero-febrero y septiembre de 1990.	10
2 Distribución por tallas (LT, mm) de los organismos adultos de <i>Bathynomus giganteus</i> capturados en (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.	23
3 Distribución por tallas (LT, mm) de los organismos inmaduros de <i>Bathynomus giganteus</i> (juveniles y mancas) en las muestras de (a) enero-febrero y (b) juveniles de septiembre de 1990.	24
4 Distribución por tallas (LT, mm) de los machos de <i>Bathynomus giganteus</i> con y sin apéndices masculinos (ap.mas.), en las muestras de (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.	25
5 Distribución por tallas (LT, mm) de hembras adultas de <i>Bathynomus giganteus</i> con y sin oostegitos desarrollados (des.), en las muestras de (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.	26
6 Distribución por tallas (LT, mm) de hembras adultas de <i>Bathynomus giganteus</i> > 180 mm LT, con ovarios en estado de desarrollo del 1- 5. Ejemplares capturados en (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.	27
7 Espectro de los grupos taxonómicos de (a) hembras y (b) machos de <i>Bathynomus giganteus</i> (enero-febrero de 1990).	37
8 Espectro de los grupos taxonómicos de (a) hembras y (b) machos de <i>Bathynomus giganteus</i> (septiembre de 1990).	37
9 Espectro de los grupos taxonómicos de los juveniles de <i>Bathynomus giganteus</i> , en (a) enero-febrero y (b) septiembre (1990).	39
10 Espectro de los grupos taxonómicos de las mancas de <i>Bathynomus giganteus</i> , de enero-febrero (1990).	40

Figura		Pág.
11	Diagrama trófico combinado de los organismos adultos de <i>Bathynomus giganteus</i> , analizados durante (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.	45
12	Diagrama trófico combinado de los organismos en fase juvenil de <i>Bathynomus giganteus</i> , analizados durante (a) enero-febrero y (b) septiembre de 1990.	46
13	Diagrama trófico combinado de los organismos en fase de manca de <i>Bathynomus giganteus</i> , analizados durante enero-febrero de 1990.	47