



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LOS
GASTERÓPODOS HOLOPLANCTÓNICOS EN EL SUR DE
LAS GRANDES ISLAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA,
DURANTE EL OTOÑO DE 1978**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA**

PRESENTA

SANDRA GUADALUPE ESPINOSA BALVANERA

TUTOR(A):

M. en C. MARICELA ELENA VICENCIO AGUILAR





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.

1. Datos del alumno

Espinosa
Balvanera
Sandra Guadalupe
58657143
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Bióloga
0-9718543-3

2. Datos del asesor

Dra.
Fernández
Álamo
María Ana

Dra.
Reguero
Reza
María Martha

M en C.
Vicencio
Aguilar
Maricela Elena

Dra.
Sanvicente
Añorve
Laura Elena

M. en C.
Rojas
Ascencio
Alicia

3. Datos de la tesis

Distribución y abundancia de los gasterópodos holoplanctónicos en el sur de las grandes islas del Golfo de California, durante el otoño de 1978.

58 p.

2008

Agradecimientos

En primer lugar, a la M. en C. Maricela Elena Vicencio Aguilar por dirigir, por el tiempo y la dedicación a este trabajo, pero sobre todo por su paciencia y amistad.

A la Dra. María Ana Fernández-Álamo por las facilidades que me brindó durante el desarrollo del Taller Estudio sistemático y biogeográfico del zooplancton marino, por facilitarme el material biológico para la realización del presente estudio y por su apoyo en la revisión de este trabajo.

A la Dra. María Martha Reguero Reza, por aportar sus conocimientos, su experiencia y su tiempo en la revisión de este trabajo que lo enriqueció.

A la Dra. Laura Sanvicente Añorve, por el conocimiento transmitido, por sus asesorías que me ayudaron a terminar mi tesis, por la revisión de la misma, por el apoyo y la amistad brindados.

A la M. en C. Alicia Rojas Ascencio, por sus comentarios y observaciones aportados a este trabajo y por su amistad.

A la Biól. Ivette Ruíz B. por el conocimiento brindado en el transcurso del Taller Estudio sistemático y biogeográfico del zooplancton marino, que sirvió como base para la realización del presente trabajo, además por su gran amistad.

Al Dr. Cesar Flores Coto por la ayuda y el espacio brindados para mi crecimiento profesional y personal, además por las facilidades y el conocimiento compartido por él y sus colaboradores del Laboratorio de Zooplancton Marino del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Invertebrados, Facultad de Ciencias, como parte del proyecto “Estudio sistemático y biogeográfico del zooplancton marino coordinado por la Dra. María Ana Fernández Álamo.

Para realizar este trabajo se contó con el apoyo económico del proyecto IN 218405-2 “Diversidad de larvas de peces en el Sur del Golfo de México”. PAPIIT-DGAPA, cuya responsable fue la Dra. Laura Sanvicente Añorve.

A mis padres por su apoyo y confianza incondicional, a mis hermanos, mi familia y mis amigos por la insistencia para llevar a término este trabajo.

Además agradezco a todos aquellos que de una forma u otra colaboraron y facilitaron la realización de este trabajo.

Resumen

Se analizó la composición, distribución y abundancia de los gasterópodos holoplanctónicos presentes en 11 muestras de zooplancton recolectadas al sur de las Grandes Islas del Golfo de California, durante el crucero oceanográfico AA7810, que se realizó del 20 septiembre al 2 de octubre de 1978, a bordo del B/O Antonio Alzate, se utilizó una red cónica con abertura de malla de 505 μm y con una boca de 1.5 m de diámetro. Se separaron 10,239 moluscos y se determinaron 32 taxones, que pertenecen a la Clase Gastropoda, a la Subclase Prosobranchia, al grupo Opisthobranchia, al Orden Mesogastropoda y a los Clados Thecosomata, Gymnosomata y Nudipleura, al Subclado Nudibranchia, a 12 familias, a 17 géneros y a 22 especies. Registrándose 14 taxones por primera vez en el área de estudio. La mayor distribución la presentaron: *Atlanta* spp, *A. lesueuri*, *A. gaudichaudi*, *Creseis virgula* forma *conica*, *C. virgula* forma *virgula*, *C. acicula* forma *acicula*, *C. acicula* forma *clava*, *Hyalocilis striata*, *Limacina trochiformis* y *Desmopterus pacificus*, los que se encontraron con la menor frecuencia de aparición fueron *Pterotrachea coronata*, *Cardiopoda richardi*, *Limacina helicoides*, *Cephalobranchia macrochaeta*, Thliptodontinae y *Pneumoderma* sp. La mayor abundancia correspondió a los euthecosomados, seguidos por los heterópodos y a nivel taxonómico menor, la más abundante fue *Creseis virgula* forma *virgula* (47.04%), seguida por *C. acicula* forma *acicula* (12.3%) y *Hyalocilis striata* (8.92%); mientras que *Cephalobranchia macrochaeta*, *Pneumoderma* sp., Thliptodontinae y *Cardiopoda richardi* presentaron el menor valor (0.0047%). La localidad más somera, frente a Guaymas (11) fue la que presentó la mayor abundancia (63%), el 37% restante, se repartió entre las otras 10 localidades. Al caracterizar los taxones ecológicamente, considerando su frecuencia y su abundancia, el 22% fue dominante, el 28% fue constante y el 50% fue raro. La abundancia y la riqueza de los moluscos holoplanctónicos aumenta hacia el sur de las Grandes Islas.

Índice

	Página
Resumen	i
Introducción	1
Objetivos	5
Antecedentes	7
Área de estudio	9
Material y método	15
Resultados	19
1 Hidrológicos	
1.1 Temperatura	19
1.2 Salinidad	22
2. Biológicos	
2.1 Composición sistemática	24
2.2 Distribución	27
2.3 Densidad	32
2.4 Densidad por localidades	34
2.5 Caracterización ecológica	35
2.6 Riqueza	38
2.7 Diversidad	39
Discusión	41
Conclusiones	52
Literatura citada	54

Índice de Tablas

	Página
Tabla 1. Posición geográfica de las 11 localidades de muestreo del crucero AA7810, analizadas en este estudio.	16
Tabla 2. Intervalos de clase, basados en Frontier (1981) de la densidad de los moluscos holoplanctónicos en 1000 m ³ de agua, recolectados en el otoño de 1978.	17
Tabla 3. Método de asociación de cuadrantes de Olmstead y Tukey.	18
Tabla 4. Frecuencia de aparición de los moluscos holoplanctónicos al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.	28
Tabla 5. Valores de densidad absoluta (No. de org/1000 m ³) y relativa (%) de los moluscos holoplanctónicos recolectados al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.	33
Tabla 6. Valores de diversidad y equidad de los moluscos holoplanctónicos al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.	30
Tabla 7. Taxones de moluscos holoplanctónicos reportados en el Golfo de California.	42
Apéndice 1. Registro de la densidad (No. org/1000 m ³) de los taxones determinados en cada localidad, su frecuencia y su riqueza, al sur de las Grandes Islas del Golfo de California, durante el otoño de 1978.	53

Índice de Figuras

	Página
Figura 1. Representantes de los moluscos holoplanctónicos recolectados en el Golfo de California. Heterópodos: (A) Atlantidae, (B) Carinariidae, (C) Pterotracheidae; pterópodos eutecosomados: (D) Cavoliniinae, (E) Limacinidae, (F) Creseinae (G) Clioninae; pterópodo pseudotecosomado: (H) Desmopteridae; gimnosomados: (I) Clionidae, (J) Thliptodontinae, (K) Notobranchaeidae, (L) Pneumodermatidae y nudibranquio: (M) <i>Phylliroe bucephala</i> . Tomados de: A, B y C Van der Spoel (1996a); D, E y H McGowan (1968); F, G, I, J, K y L Van der Spoel y Dadon (1999). Modificado de Jiménez-Navarro (2001).	3
Figura 2. Ubicación del Golfo de California y del área de muestreo	9
Figura 3. Distribución de las masas de agua del Golfo de California. Tomado de Lavín <i>et al.</i> (1997a)	12
Figura 4. Localización geográfica de las localidades de muestreo	15
Figura 5. Temperatura de las 11 localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978	20
Figura 6. Isotermas en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. (A) 0 m (B) 10 m (C) 30 m (D) 50 m (E) 75 m (F) 100 m (G) 150 m	21
Figura 7. Salinidad de las 11 estaciones de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978	22
Figura 8. Isohalinas en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. (A) 0 m (B) 10 m (C) 30 m (D) 50 m (E) 75 m (F) 100 m (G) 150 m.	23
Figura 9. Frecuencia de aparición de los moluscos holoplanctónicos al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.	27
Figura 10. Distribución y abundancia de los heterópodos al Sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. A) taxones de <i>Atlanta</i> , B) taxones de otras familias de heterópodos.	29
Figura 11. Distribución y abundancia de los pterópodos eutecosomados al	30

Sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. A) especies y formas de *Creseis*, B) taxones de *Clio* y *Cavolinia* C) especies de *Limacina* y *Hyalocylis*.

Figura 12. Distribución y abundancia de los pterópodos pseutecosomados, gimnosomadoa y nudibranquios al Sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. A) especies de pseudotecosomados, B) taxones de gimnosomados, C) especies de nudibranquios. 31

Figura 13. Densidad relativa (%) de los cinco grandes grupos de moluscos holoplanctónicos determinados al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. 32

Figura 14. (A) Densidad (No org/1000 m³) y (B) Densidad relativa (%) en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. 35

Figura 15. Caracterización ecológica de los moluscos holoplanctónicos, por el método de Olmstead-Tukey, se consideraron las medias de la densidad y de la frecuencia, al sur de las Grandes Islas, Golfo de México durante el otoño de 1978. 37

Figura 16. Riqueza (A) Número de taxones determinados y (B) relativa (%) de los moluscos holoplanctónicos en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. 38

Figura 17. Diversidad en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. 39

Introducción

Dentro del reino animal el *Phylum Mollusca* es, después de los artrópodos, el grupo más diverso, tiene cerca de 110,000 especies representantes de las cuales alrededor de 60,000 son fósiles y 50,000 son vivas (Keen, 1971; Abbott, 1974; Lalli y Gilmer, 1989).

Russell-Hunter (1983, en Lalli y Gilmer, 1989) remarcó el hecho de que con frecuencia por su biomasa, los moluscos dominan en los niveles tróficos bajos de varias comunidades de los fondos marinos y de algunos ecosistemas dulce-acuícolas y terrestres.

Este *Phylum* está dividido sistemáticamente, tomando en cuenta sus características anatómicas, morfológicas, embriológicas y evolutivas, en siete clases: Monoplacophora, Aplacophora, Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda y Cephalopoda (Lalli y Gilmer, 1989; Brusca y Brusca, 2003; Hickman *et al.*, 2003).

Esto mismos autores definieron a los moluscos como celomados protostomados con simetría bilateral o asimetría secundaria, son no segmentados y están envueltos por un epitelio denominado manto, el cual secreta una concha calcárea. Su cuerpo es blando y se divide en tres porciones: cabeza, masa visceral y pie. Sus órganos respiratorios son branquias o pulmones, tienen un sistema circulatorio abierto, excepto en los cefalópodos, además un órgano de alimentación llamado rádula. La mayoría de los moluscos son dioicos, presentan un pie muscular bien desarrollado y se caracterizan por presentar desarrollo con estadios larvarios de tipo trocófora o véliger.

Los moluscos se encuentran en casi todos los tipos de hábitats, en el mar están tanto en el ambiente bentónico, como flotando en la columna de agua en el ambiente pelágico; unos

formando parte del plancton, que son los organismos de talla pequeña y movimiento determinado por las corrientes y otros del necton, que son organismos de tallas grandes y con movimiento autónomo (Lalli y Gilmer, 1989; Brusca y Brusca, 2003).

En el plancton se pueden encontrar larvas y juveniles de organismos del bentos o del necton conocidos como meroplancton y organismos que pasan todo su ciclo de vida formando parte de éste, a los cuales se les conoce como holoplancton.

Entre los moluscos holoplanctónicos se pueden encontrar a los gastrópodos, a los cefalópodos menores (Van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Lalli y Gilmer, 1989; Richter y Seapy, 1999; Van der Spoel y Dadon, 1999) y a la clase Bivalvia (Lamellibranchia), representada por la especie *Planktomya henseni* (Van der Spoel, 1996b).

De los gastrópodos que son la clase de moluscos con el mayor número de especies (Brusca y Brusca, 2003; Hickman *et al.*, 2003) se encuentran representantes de las subclases Prosobranchia y Opisthobranchia (Keen, 1971; Abbott, 1974; Van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Lalli y Gilmer, 1989). Bouchet y Rocroi (2005) incluyeron dentro de los primeros a la familia Janthinidae y la superfamilia Pterotracheoidea (Heteropoda) y de los segundos se encuentran organismos de los clados, antes órdenes, Thecosomata (pterópodos con concha), Gymnosomata (pterópodos desnudos) y del clado Nudipleura el subclado Nudibranchia (babosas marinas). (Fig. 1)

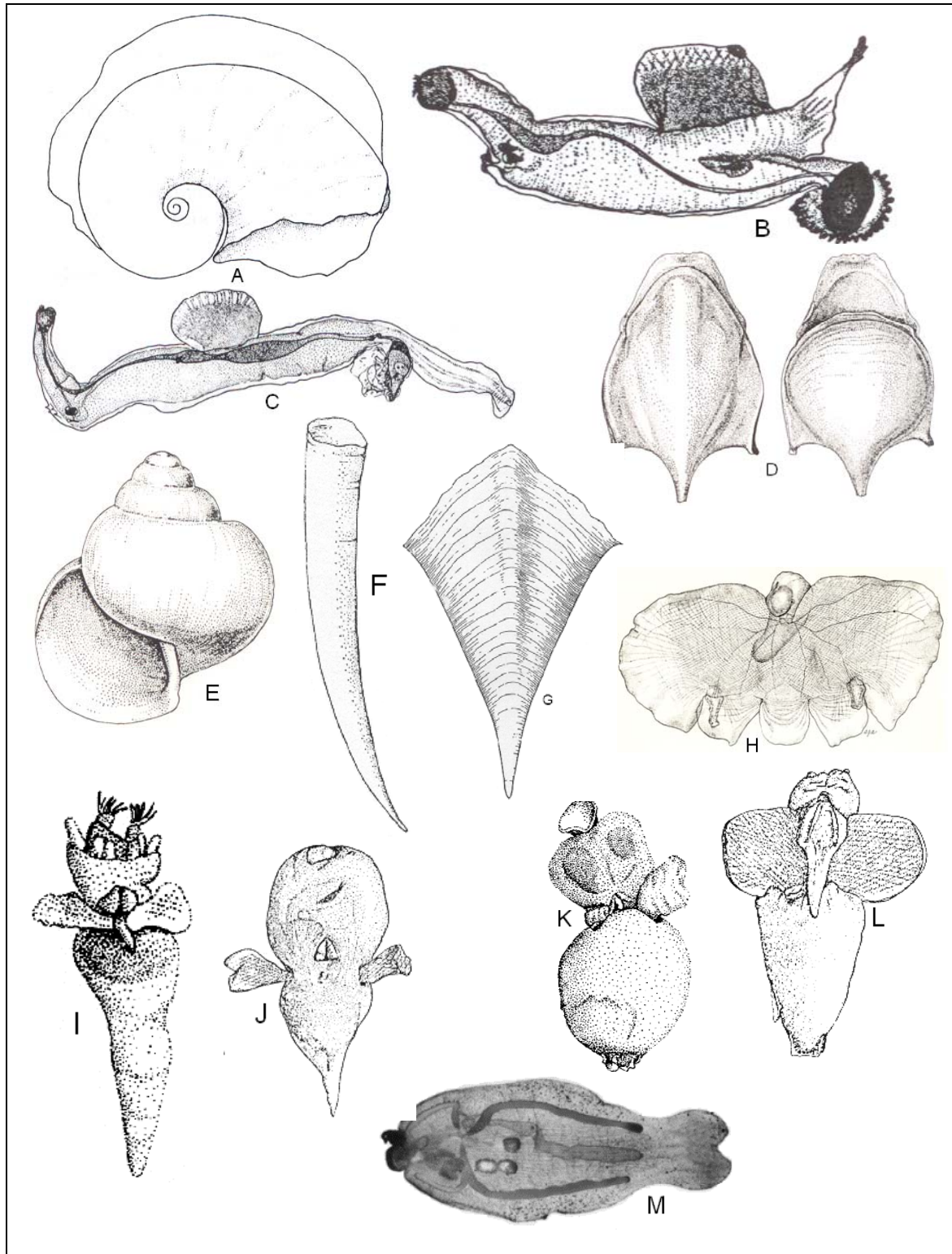


Figura 1. Representantes de los moluscos holoplantónicos recolectados en el Golfo de California. Heterópodos: (A) Atlantidae, (B) Carinariidae, (C) Pterotracheidae; pterópodos eutecosomados: (D) Cavoliniinae, (E) Limacinidae, (F) Creseinae (G) Clioninae; pterópodo pseudotecosomado: (H) Desmopteridae; gimnosomados: (I) Clionidae, (J) Thliptodontinae, (K) Notobranchaeidae, (L) Pneumodermatidae y nudibranquio: (M) *Phylliroe bucaphala*. Tomados de: A, B y C Van der Spoel (1996a); D, E y H McGowan (1968); F, G, I, J, K y L Van der Spoel y Dadon (1999). Modificado de Jiménez-Navarro (2001).

Estos moluscos tienen adaptaciones, anatómicas, fisiológicas y conductuales, para la vida planctónica, entre éstas destacan las modificaciones en el tamaño, forma y función del pie, para tener un eficaz órgano de natación, en el caso de los pterópodos está constituido por dos proyecciones de gran longitud llamados parapodios y en el caso de los heterópodos el pie se transformó en una sola aleta. Otras modificaciones importantes son la desaparición de la concha o la reducción de ésta en su tamaño y peso, la cual está generalmente formada de aragonita, la reducción del tejido muscular, la disminución de la talla, del peso y en algunos casos una tendencia a la transparencia del cuerpo y de la concha; además presentan modificaciones en los mecanismos de alimentación, reproducción y desarrollo (McGowan, 1968; Van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Lalli y Gilmer, 1989; Fernández-Álamo y Vicencio-Aguilar, 1996; Van der Spoel, 1996a y b).

En general los moluscos holoplanctónicos tienen una amplia distribución, aunque la mayoría se encuentran entre las latitudes 40° N y 40° S, es decir, en aguas cálidas-templadas (Van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Van der Spoel, 1996a y b; Richter y Seapy, 1999; Van der Spoel y Dadon, 1999). Chen y Bé (1964) mencionaron que algunos pterópodos eutecosomados están adaptados a ambientes polares y subpolares.

Los moluscos holoplanctónicos tienen importancia en la cadena trófica, al ser algunos de ellos filtradores y otros depredadores; por otra parte son el alimento de otros animales, algunos de interés comercial (Chen y Hillman, 1970; Chen y Bé, 1964; Van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Fabry, 1990; Van der Spoel, 1996a y b; Richter y Seapy, 1999; Van der Spoel y Dadon, 1999).

Van der Spoel y Boltovskoy (1981) consideraron que algunas especies de eutecosomados son indicadoras de masas de agua, por ser sensibles a los cambios ambientales y otras especies de pterópodos pueden llegar a transportar contaminantes.

Los pterópodos eutecosomados y heterópodos son importantes en estudios paleontológicos y geológicos porque sus conchas se depositan en grandes cantidades en los sedimentos marinos, acumulándose durante millones de años, pueden ser utilizados para detectar cambios en el clima y en la química de los océanos porque la disolución de sus conchas contribuye de manera importante al ciclo del carbono (Chen y Hillman, 1970; Chen y Bé, 1964; Van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Fabry, 1990; Fernández-Álamo y Vicencio-Aguilar, 1996; Van der Spoel, 1996a y b; Richter y Seapy, 1999; Van der Spoel y Dadon, 1999).

Debido a lo anterior y a las escasas investigaciones sobre estos organismos, particularmente en el Golfo de California, que tiene gran importancia científica, oceanográfica y económica, se plantean los siguientes objetivos

Objetivos

Objetivo General

- Conocer la composición, la distribución y la abundancia de los gastrópodos holoplanctónicos en la zona al sur de las Grandes Islas del Golfo de California, México, durante el otoño de 1978.

Objetivos particulares

- Determinar los taxones presentes en 11 muestras recolectadas durante la campaña oceanográfica AA7810.
- Realizar un análisis cuantitativo.
- Caracterizar ecológicamente a los gastrópodos holoplanctónicos.

Antecedentes

Con respecto a los heterópodos Van der Spoel (1999a) ha mencionado que antes de 1888 varios autores publicaron amplios estudios sobre su anatomía e histología, pero resultaba difícil su consulta debido a los complejos problemas de sinonimia, fue en 1888 que se sentaron las bases de la nomenclatura del grupo. Bé y Gilmer (1977) hicieron una referencia histórica sobre los trabajos de la anatomía comparada, la taxonomía y la biogeografía de los heterópodos realizados a principios del siglo XX. Tesch (1913, en Van der Spoel, 1996a) señaló que hay un mayor número de trabajos sobre la estructura interna de los heterópodos que sobre su sistemática, debido a la transparencia de sus cuerpos y conchas.

Sobre los pterópodos, McGowan (1960) y Lalli y Gilmer (1989) mencionaron que la referencia más antigua es la que hizo Martens en 1676, cuando describió e ilustró a los organismos que Phipps, en 1774, nombró como *Clione limacina* y *Limacina helicina*. Van der Spoel y Dadon (1999) mencionaron que hasta el siglo XIX, Cuvier y Gegenbaur consideraban a los pterópodos como una clase distinta de moluscos y los ubicaban al mismo nivel que a los gastrópodos, cefalópodos, pelecípodos y escafópodos, pero fue en 1886 que Boas realizó la primera monografía importante de este grupo, la cual incluía la taxonomía y distribución. Tesch (1913, en Van der Spoel, 1996b) publicó una monografía que contiene a casi todos los taxones que hasta entonces se habían recolectado en numerosas expediciones oceanográficas durante los siglos XIX y XX.

Refiriéndose a los trabajos sobre nudibranquios holoplanctónicos de la familia Phylliroidae Fernández-Álamo (1997) mencionó que son escasos y que el primer registro lo realizó Dales en 1953. Hernández *et al.* (2001) citaron los trabajos de varios autores en el Atlántico, el

Índico y el Pacífico, entre ellos, los de Van der Spoel (1970), Abbot (1974) y Hernández y Jiménez (1996).

En México los trabajos sobre moluscos holoplanctónicos son pocos, se refieren principalmente a su sistemática y distribución; estos se han realizado principalmente en el Golfo de México y el Caribe, entre ellos están los de Matsubara (1975) y Suárez y Gasca (1992, 1998). En el Pacífico los estudios también son escasos, se pueden citar a McGowan (1960), Leal (1968), Guerrero-Vázquez (1985) y Vicencio-Aguilar *et al.* (2000).

Particularmente en el Golfo de California los estudios sobre moluscos holoplanctónicos son escasos, se pueden citar los trabajos de Fernández-Álamo (1996, 1997) y la tesis de licenciatura de Zárate-Juárez (2006) desarrollada en el Laboratorio de Invertebrados, Facultad de Ciencias, UNAM.

Área de estudio

Se ubica dentro del Golfo de California, al sur de las Grandes Islas, entre los 27° y 28.5° Latitud N y los 110.5° y 112.5° Longitud W.

El Golfo de California se localiza en el Pacífico occidental mexicano, colindando con los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit en su costa Este y con la península de Baja California en la parte Oeste, al Norte con la desembocadura del Río Colorado y al Sur con el Océano Pacífico (Fig.2).

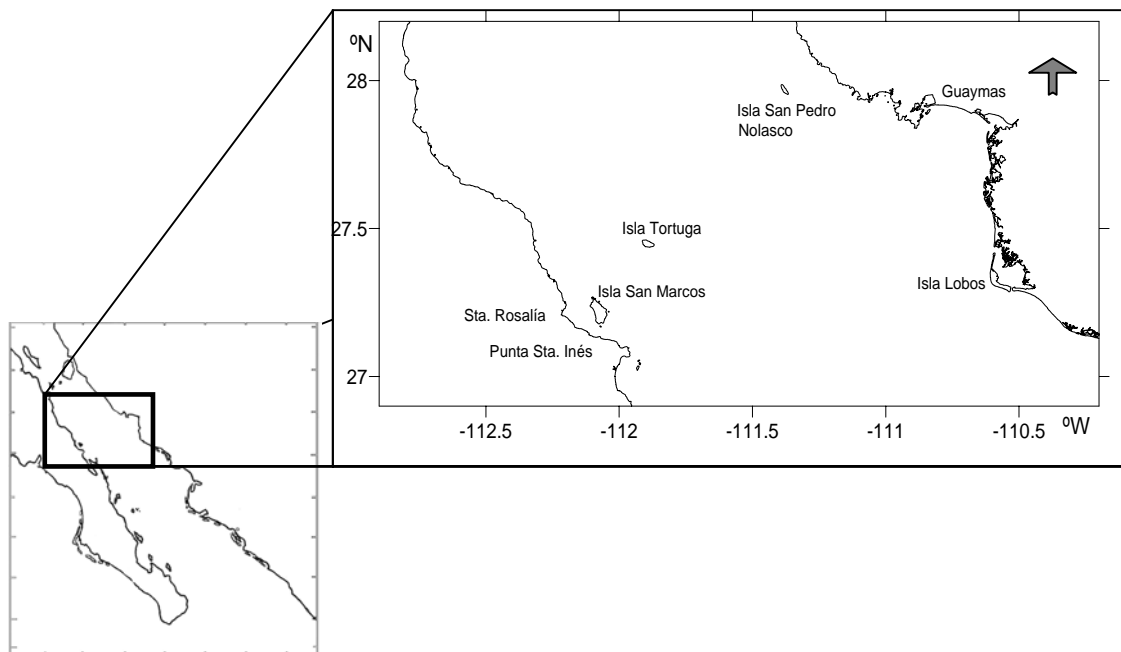


Figura 2. Ubicación del Golfo de California y del área de muestreo

Este golfo es un mar subtropical semicerrado (Kahru *et al.*, 2004), es considerado la cuenca de evaporación más importante del Pacífico, el cual tiene forma alargada orientado de noroeste a sureste, con una longitud entre los 1,100 y 1,400 km y con 135 km de ancho promedio. Tiene un área superficial de 150,000 km² y un volumen aproximado de 123,000 km³ (Roden y Emilsson, 1979; Álvarez-Borrego, 1983; Badan-Dangon *et al.*, 1985).

El Golfo de California tiene un clima más continental que oceánico, debido a que se encuentra entre dos zonas con clima árido, caracterizadas por grandes cambios de humedad y temperatura tanto diurnos como estacionales, a la alta evaporación e intensa radiación solar y a las cadenas montañosas, de entre 1 a 3 km de altura, que se encuentran a lo largo de la península de Baja California (Hernández, 1923, citado por Roden, 1964; Roden, 1964, Roden y Emilsson, 1979; Álvarez-Borrego, 1983).

El Golfo de California tiene a través de su boca, de 220 km de ancho y 2,500 m de profundidad, una amplia comunicación con el Océano Pacífico (Roden y Emilsson, 1979), debido a ésto el intercambio de agua entre ellos es un aspecto oceanográfico importante (Emilsson y Alatorre, 1997; Lavín *et al.*, 1997a y b; Soto-Mardones *et al.*, 1999)

La batimetría del golfo es muy variable, ya que presenta una serie de cuencas que van disminuyendo su profundidad conforme se avanza hacia el Norte, por lo que juega un papel muy importante en los procesos de circulación marina (Shepard, 1950, en Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979). Lavín *et al.* (1997a) dividen al golfo en cinco zonas: la Parte Norte, el Alto Golfo, la Zona entre las islas, la Parte Sur y la Zona de la Boca, en las cuales se ve reflejada principalmente la batimetría.

Lavín *et al.* (1997a) mencionan que la comunicación y el intercambio de agua entre el Norte y el Sur del golfo son a través de los umbrales y los canales que se encuentran en la zona de las Grandes Islas y por otra parte, Badan-Dangon *et al.* (1985) consideran que este intercambio se da principalmente por el canal de Ballenas.

Torres-Orozco (1993, citado en Lavín *et al.*, 1997a) determinó que el golfo está influenciado por cinco masas de agua (Fig. 3), distribuidas de manera ascendente en la columna de agua debido a la topografía del golfo, éstas son:

-El Agua Profunda del Pacífico (APP), se encuentra del fondo hasta aproximadamente los 1,200 m de profundidad, delimitada por la isoterma de los 4 °C, su salinidad aumenta hacia el fondo desde 34.56 hasta 34.75 ups. Es una masa de agua muy estable y se encuentra aislada de las capas superiores.

-El Agua Intermedia del Pacífico (AIP), se encuentra entre la isoterma de 4 °C y la de 9 °C, aproximadamente entre los 500 y los 1,200 m de profundidad, tiene una salinidad máxima de 34.6 ups y una mínima de 34.5 ups. Su frontera inferior no presenta variaciones estacionales apreciables, mientras que la superior sí, se retrae hacia la boca en verano y avanza en invierno.

- El Agua Subsuperficial Subtropical (ASS), se encuentra por arriba de AIP, alrededor de los 500 m de profundidad, delimitada por la isoterma de los 9 °C, hasta aproximadamente los 150 m donde se encuentra la isoterma de los 18 °C, con una salinidad de 35 ups. Es durante otoño-invierno, cuando presenta su mayor intrusión hacia el Norte llegando aproximadamente a 150 km de la desembocadura del Río Colorado (isobata de 150 m), mientras que en primavera-verano se retrae hasta los 300 o 350 m de profundidad.

-El Agua Superficial Ecuatorial (ASE), proviene de la región ecuatorial, tiene una temperatura mayor a 18 °C y su salinidad es menor a 35 ups. La máxima intrusión de esta masa de agua es en verano, cuando llega hasta la cuenca de Guaymas, mientras que en invierno tiene su máximo retroceso cuando llega solamente cerca de la Boca del Golfo.

-El Agua del Golfo de California (AGC), es superficial y se encuentra principalmente en el Norte, siendo la única masa de agua en esa zona, tiene una temperatura por arriba de los 12 °C y su salinidad es mayor a 35 ups, tiene su máximo alcance en verano cuando llega

hasta Guaymas, en la boca se logran detectar capas o núcleos subsuperficiales de alta salinidad a los 100 m. Lavín *et al.* (1997a) comentaron que la formación de esta masa de agua se debe a la evaporación, la mezcla por marea y la mezcla en la capa superficial, además del descenso de la temperatura. Tanto el ASE como el AGC se encuentran por encima del ASS y abarcan de los 150 m de profundidad a la superficie. A finales de otoño, por el aumento de los vientos y la disminución de la radiación solar, que provoca la pérdida de calor superficial, se intensifica la capa de mezcla en el Golfo de California.

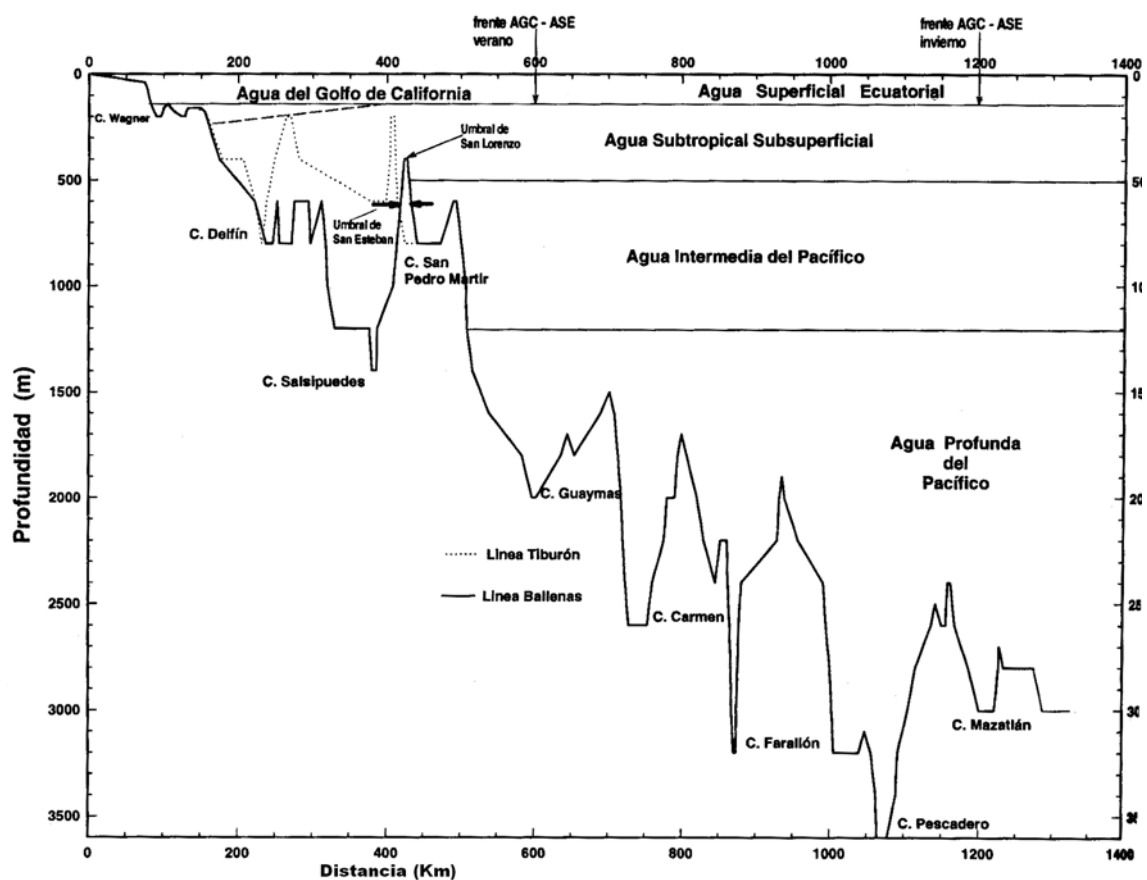


Figura 3. Distribución de las masas de agua del Golfo de California. Tomado de Lavín *et al.* (1997a).

Con respecto a la salinidad, tanto Roden (1958) como Álvarez-Borrego (1983) indicaron que es mayor a lo largo de la costa peninsular que del lado continental. Roden (1980) mencionó que mientras dentro del golfo la Salinidad decrece con la profundidad, en el océano abierto aumenta.

Con relación a la temperatura, Soto-Mardones *et al.* (1999) mencionaron que al sur de las grandes islas se observan fuertes gradientes, los cuales son mayores en la región continental que en la peninsular, presentando las temperaturas más bajas durante el invierno. Thorade (1909, citado en Álvarez-Borrego, 1983) concluyó que las bajas temperaturas a lo largo de la costa este del golfo, en el invierno, son el resultado de las surgencias producidas por los vientos norteros.

Álvarez-Borrego y Schwartzlose (1979) consideraron que al sur de las islas Ángel de la Guarda y Tiburón, el golfo tiene una estructura termohalina muy similar a la del Pacífico Tropical Oriental, pero con modificaciones en la superficie como resultado de la evaporación.

La circulación superficial en el golfo es estacional, durante el invierno se da por las corrientes que van del Norte al Sur, hacia Cabo Corrientes, es decir de salida y en verano, por la corriente que fluye hacia el Norte, a lo largo de la costa de México y que entra al golfo por las regiones Este y central de la boca (Roden, 1958). En una descripción más detallada, Breier (1997, citado en Soto-Mardones *et al.*, 1999) observó que la circulación superficial en el golfo es anticiclónica en invierno y ciclónica en el verano.

La dinámica circulación dentro del golfo permite un eficiente arrastre de nutrientes a la zona eufótica, que aunado a la marea mixta, las surgencias costeras y la mezcla de marea favorecen para que se de una alta productividad biológica. A diferencia de otros mares cerrados como el Mediterráneo, el Mar Rojo y otros océanos en latitudes similares, la productividad primaria del Golfo de California es de dos a tres veces mayor. La concentración de nutrientes en la superficie tiende, de manera general, a aumentar de la boca

a las islas, pero en el sur de las Grandes Islas tiene una distribución vertical de nutrientes más similar a la del océano abierto (Gilbert y Allen, 1943, citado en Álvarez-Borrego, 1983; Roden y Emilsson, 1979; Britton *et al.*, 1986; Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991; Lavín *et al.*, 1995; Soto-Mardones *et al.*, 1999).

Material y métodos

Las muestras de zooplancton se recolectaron en el Golfo de California durante el crucero AA7810, efectuado del 20 septiembre al 2 octubre de 1978 a bordo del Buque Oceanográfico “Antonio Alzate” del Instituto Nacional de la Pesca (INP) y donadas al Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias, UNAM.

En el presente trabajo se analizaron muestras de 11 de las 68 localidades oceanográficas muestreadas, las cuales se ubicaron entre la zona sur de las grandes islas y un transecto entre Santa Rosalía y Guaymas (Fig. 4 y Tabla 1).

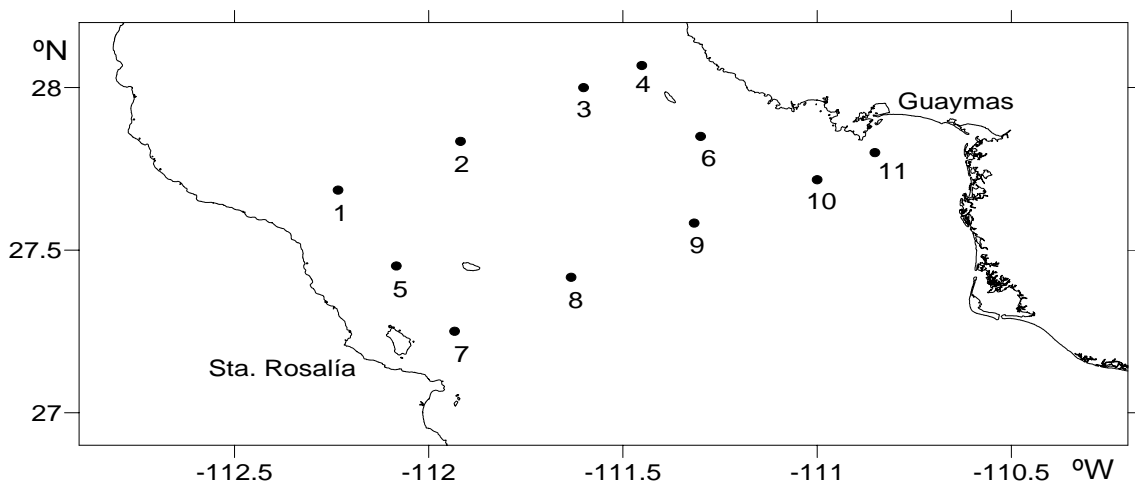


Figura 4. Localización geográfica de las localidades de muestreo.

Rosas (1985) señaló que en cada una de las localidades de muestreo se tomaron datos de salinidad, utilizando botellas Nansen espaciadas a 1, 10, 20, 30, 50, 75, 100 y 150 m de profundidad o como lo permitió el fondo. Sobre cada botella se colocaron dos termómetros reversibles protegidos. Los datos de temperatura se obtuvieron por lecturas dobles de los termómetros; además de cada botella se extrajeron muestras de agua para el análisis de salinidad, la cual se determinó con salinómetros de inducción (Beckman modelo RSC-7) en el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Mazatlán, Sin.

Tabla 1. Posición geográfica de las 11 localidades de muestreo del crucero AA7810, analizadas en este estudio.

ESTACIÓN	LATITUD (N)	LONGITUD (W)	FECHA	HORA
1 (56-20)	27° 41.5´	112° 14.0´	30/09/78	09:53
2 (56-30)	27° 50.5´	111° 55.5´	30/09/78	03:00
3 (56-40)	28° 00.0´	111° 36.5´	30/09/78	00:01
4 (56-45)	28° 04.5´	111° 27.5´	29/09/78	19:40
5 (59-20)	27° 27.5´	112° 05.0´	30/09/78	06:44
6 (59-45)	27° 51.0´	111° 18.0´	29/09/78	07:30
7 (62-20)	27° 15.2´	111° 56.5´	27/09/78	12:19
8 (62-30)	27° 25.0´	111° 38.0´	29/09/78	02:00
9 (62-40)	27° 35.0´	111° 19.0´	29/09/78	05:00
10 (62-50)	27° 43.0´	111° 00.0´	29/09/78	10:25
11 (62-55)	27° 48.0´	111° 51.5´	29/09/78	12:11

Las muestras de zooplancton se obtuvieron mediante lances oblicuos de 20 minutos en la zona epipelágica (0 - 200 m), utilizando una red cónica con abertura de malla de 505 μm y de 1.5 m de diámetro en la boca; la red contaba con un flujómetro para cuantificar el volumen de agua filtrada. Las muestras se fijaron con una solución de formol al 4% neutralizado con borato de sodio.

El análisis de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias, UNAM; la separación de los moluscos holoplanctónicos se realizó bajo un microscopio estereoscópico.

De la totalidad de las muestras se separaron los gastrópodos holoplanctónicos, los cuales fueron identificados al nivel taxonómico más bajo posible, con base en la masa visceral y las

partes blandas de los moluscos, ya que las conchas se disolvieron, debido al prolongado tiempo que permanecieron en la solución conservadora. Se utilizaron los trabajos de McGowan (1968, 1976), Van der Spoel y Boltovskoy (1981), Fernández-Álamo (1996), Richter y Seapy (1999), Van der Spoel y Dadon (1999) y Hernández *et al.* (2001).

Posteriormente se cuantificaron y se estandarizaron los datos de abundancia a 1000 m³ de agua filtrada. Estos datos se utilizaron para elaborar los mapas de distribución y abundancia de los grupos en la zona de estudio, para ésto se consideró el criterio de clases de abundancia logarítmica de Frontier (1981), quien establece varias categorías cuantitativas, de las cuales se seleccionaron cinco y se les agregó una denominación cualitativa de abundancia: raro, escaso, común, abundante y muy abundante (Tabla 2).

Tabla 2. Intervalos de clase, basados en Frontier (1981) de la densidad de los moluscos holoplanctónicos en 1000 m³ de agua, recolectados en el otoño de 1978.

○	1-3	raro
◐	4-18	escaso
◑	19-80	común
◒	81-350	abundante
●	351 ...	muy abundante

Para caracterizar a las especies de acuerdo con su frecuencia y su densidad, se utilizó la prueba de asociación de Olmstead y Tukey (en Steel y Torrie, 1988), la cual considera las siguientes categorías: ocasionales, raras, constantes y dominantes (Tabla 3).

Tabla 3. Método de asociación de cuadrantes de Olmstead y Tukey.

D e n s i d a d	Ocasionales Densidad mayor a la media y frecuencia menor a la media	Dominantes Densidad y frecuencia mayor a la media
	Raros Densidad y frecuencia menores a la media	Constantes Densidad menor a la media y frecuencia mayor a la media
	Frecuencia	

Para el análisis de la diversidad se utilizaron los índices:

- Shannon- Weaver (H') (Magurran, 1988).

$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$$

Donde:

S= al número de especies en la muestra o colección

Pi = proporción de individuos de la especie i

- Equidad de Pielou (E) (Magurran, 1988).

$$E = H' / H'_{\max}$$

Donde:

H' = Diversidad

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

Resultados

1. Hidrológicos

1.1 Temperatura

En superficie este parámetro fue muy homogéneo, con temperaturas que variaron entre los 28 y 29.6 °C, sin embargo, las temperaturas decrecieron con el aumento de profundidad, con los mayores valores en la superficie y los menores a los 150 m (13.55 y 15.12 °C).

De los 0 a los 10 m de profundidad, la variación mayor en los valores de temperatura fue de 2 °C, a los 30 m en el margen peninsular, la diferencia en las temperaturas fue de 4 °C, mientras que en las localidades del lado oriente la variación fue de 1 a 2 °C. A los 50 m las menores temperaturas se registraron en las localidades norteñas (1, 2 y 3), en el transecto central (6) y al sur (8, 9 y 10). La variación entre los 30 y 50 m de profundidad fue de hasta 5 °C. Cabe mencionar que la localidad 11 que se encuentra frente a Guaymas, presentó en toda la columna de agua (0 - 50 m) una temperatura mayor a la de las demás localidades (Figs. 5 y 6).

A los 75 m de profundidad, la variación fue de hasta 5 °C, excepto en las localidades ubicadas en el margen peninsular (5 y 7) y todas las temperaturas fueron menores a los 20 °C. El decremento de la temperatura se mantuvo entre 2 y 3 °C hasta los 150 m (Figs. 5 y 6).

De los 0 a los 30 m la temperatura entre el lado este y oeste varió hasta 2 °C, siendo menores en el lado este, excepto por la estación 6 que a los 30 m fue menor a las demás localidades del margen continental. A partir de los 75 m y hasta los 100 m los mayores valores de temperatura se registraron en el norte y en el margen peninsular, mientras que los menores se

encontraron en las localidades que se ubican en el margen continental (6) y al sur (8, 9 y 10). A los 150 m no se logró ver ningún gradiente, las menores temperaturas se registraron en las localidades del norte (2 y 4), encontrándose la menor en el margen continental (Figs. 5 y 6).

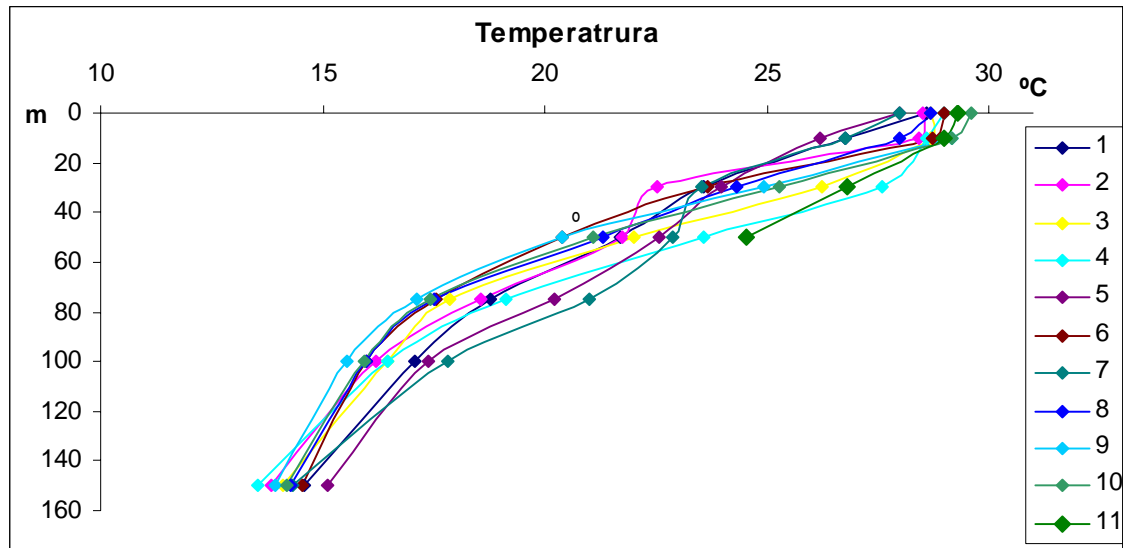


Figura 5. Temperatura de las 11 localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

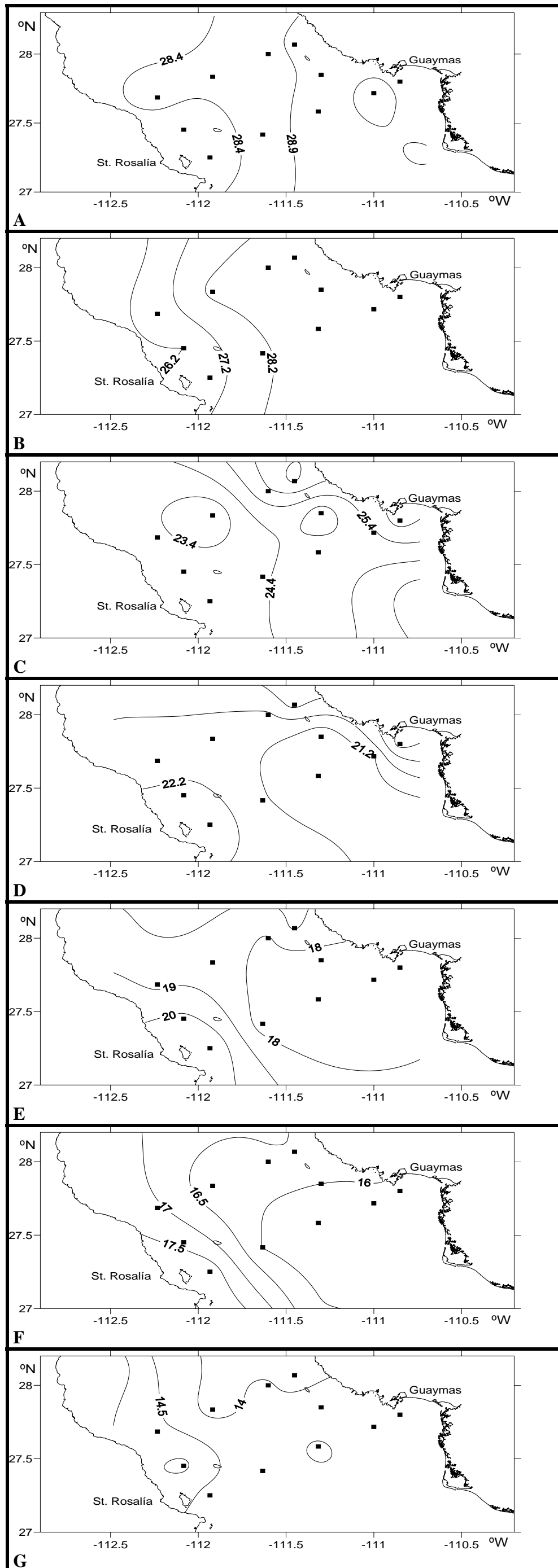


Figura 6. Isotermas en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. (A) 0 m (B) 10 m (C) 30 m (D) 50 m (E) 75 m (F) 100 m (G) 150 m.

1.2 Salinidad

La salinidad varió entre 35.6 y 35.02 ups, siendo en la superficie donde se encontraron los valores más altos, los cuales fueron decreciendo conforme aumenta la profundidad.

Los intervalos de salinidades registradas para cada nivel fueron homogéneos, excepto en la localidad ubicada frente a Guaymas (11), su salinidad siempre fue mayor (Figs. 7 y 8).

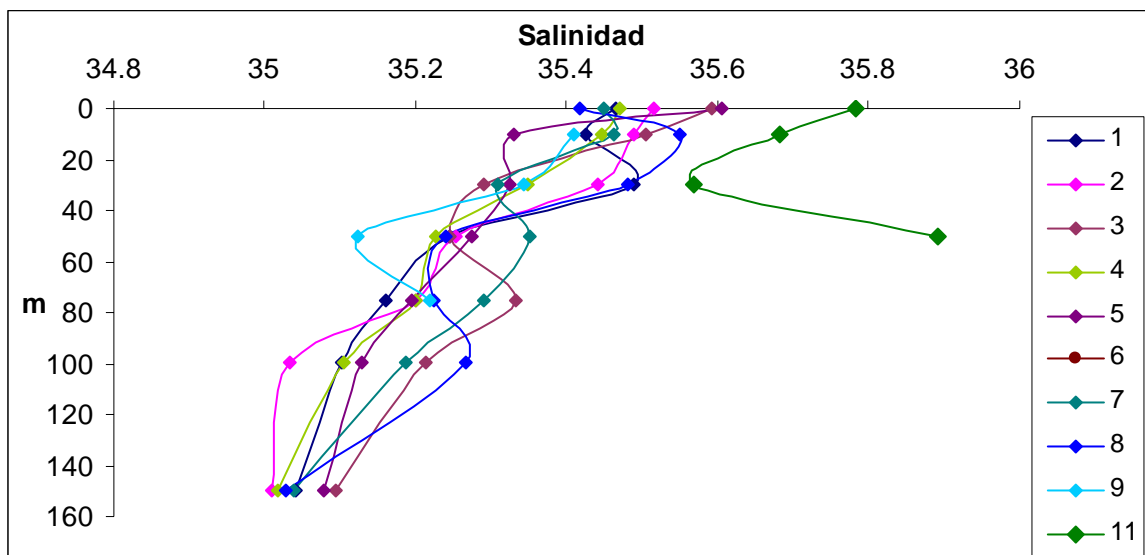


Figura 7. Salinidad de las 11 estaciones de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

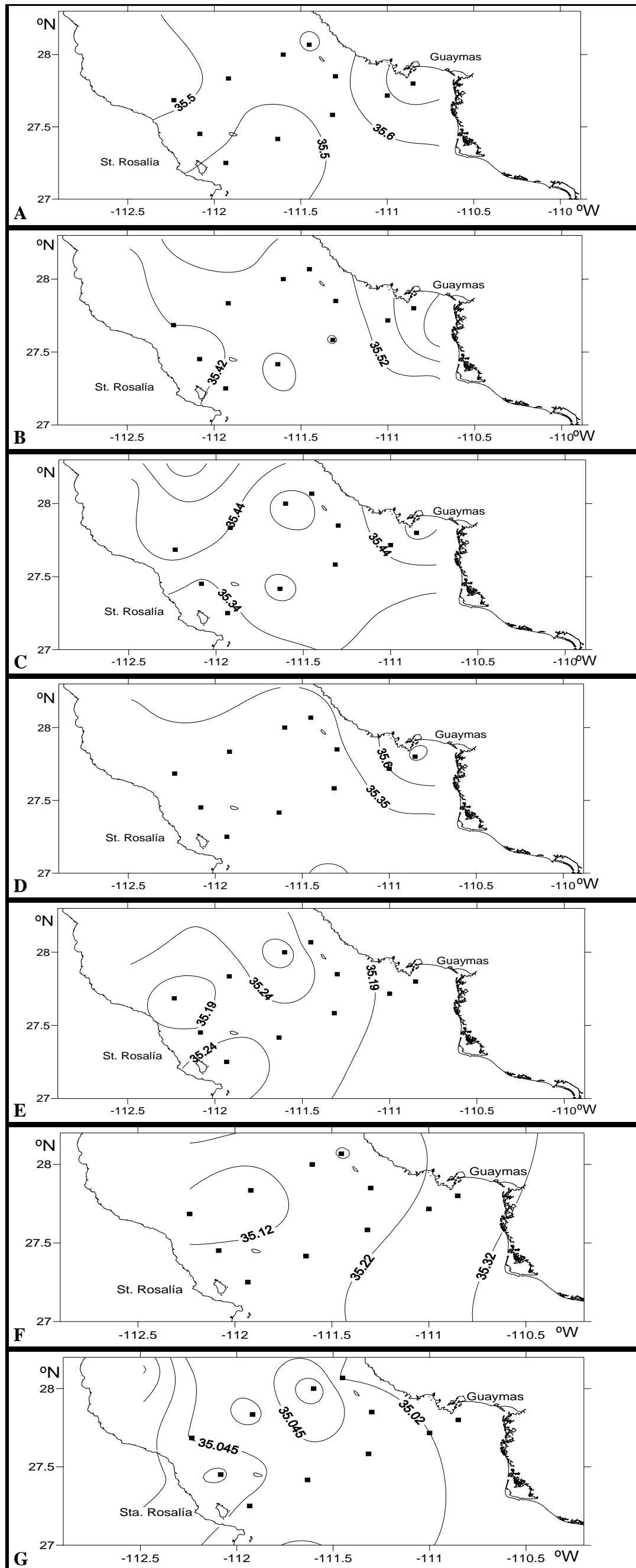


Figura 8. Isohalinas en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. (A) 0 m (B) 10 m (C) 30 m (D) 50 m (E) 75 m (F) 100 m (G) 150 m.

2. Biológicos

2.1 Composición sistemática

De las 11 muestras estudiadas se separaron y analizaron 10,239 moluscos holoplanctónicos, determinándose 32 taxones del Phylum Mollusca, que sistemáticamente pertenecen a la Clase Gastropoda, a las Subclases Prosobranchia y Opisthobranchia, esta última a partir de Bouchet y Rocroi (2005) se considera como un grupo informal, al Orden Mesogastropoda y a los Clados Thecosomata, Gymnosomata y Nudipleura, al Subclado Nudibranchia, a 12 familias, a 17 géneros y a 22 especies. Para realizar la lista sistemática se siguieron las clasificaciones propuestas por Van der Spoel y Dadon (1999), Richter y Seapy (1999) y Bouchet y Rocroi (2005).

Lista sistemática de los moluscos holoplanctónicos determinados al sur de las grandes islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

Phylum Mollusca (Linnaeus, 1758) Cuvier, 1795

Clase Gastropoda Cuvier, 1797

Subclase Prosobranchia (Spengel, 1881)

Orden Mesogastropoda (Spengel, 1881)

*Superfamilia Pterotracheoidea (Heterópodos) Rafinesque, 1814

Familia Atlantidae Weigmann and Ruthe, 1823

Género *Atlanta* Lesueur, 1817 ⁽¹⁾

Atlanta lesueuri Souleyet, 1852 ⁽²⁾

Atlanta gaudichaudi Souleyet, 1852 ⁽³⁾

Atlanta helicinoidea Souleyet, 1852 ⁽⁴⁾

Familia Carinariidae Fischer, 1883

*Subfamilia Carinariinae Blainville, 1818

Género *Cardiapoda* d'Orbigny, 1836

Cardiapoda richardi Vayssiere, 1904 ⁽⁵⁾

Cardiapoda placenta (Lesson, 1830) ⁽⁶⁾

Género *Carinaria* Lamarck, 1801 ⁽⁷⁾

Familia Pterotracheidae Gray, 1843

Género *Pterotrachea* Forskal, 1775

Pterotrachea coronata Niebuhr (ms. Forskal, 1775) ⁽⁸⁾

Género *Firoloida* Lesueur, 1817

Firoloida desmaresti Lesueur, 1817 ⁽⁹⁾

*Grupo informal Opisthobranchia Bouchet y Rocroi (2005)

- *Clado Thecosomata Bouchet y Rocroi (2005)
 - *Superfamilia Cavolinioidea (Pterópodos eutecosomados) Gray, 1850 (1815)
 - Familia Cavoliniidae Gray, 1850 (1815)
 - *Subfamilia Cavoliniinae Gray, 1850 (1815)
 - Género *Cavolinia*⁽¹⁰⁾
 - Cavolinia tridentata* forma *tridentata* (Niebuhr, 1775)⁽¹¹⁾
 - Cavolinia uncinata* forma *uncinata* (Rang, 1829)⁽¹²⁾
 - *Subfamilia Creseinae Curry, 1982
 - Género *Creseis* Rang, 1828
 - Creseis acicula* forma *acicula* Rang, 1828⁽¹³⁾
 - Creseis acicula* forma *clava* Rang, 1828⁽¹⁴⁾
 - Creseis virgula* forma *virgula* Rang, 1828⁽¹⁵⁾
 - Creseis virgula* forma *conica* Rang, 1828⁽¹⁶⁾
 - Género *Hyalocylis* Fol, 1875
 - Hyalocylis striata* Rang, 1828⁽¹⁷⁾
 - *Subfamilia Clioinae Jeffreys, 1869
 - Género *Clio* Linnaeus, 1767
 - Clio pyramidata* Linnaeus, 1767⁽¹⁸⁾
 - Familia Limacinidae Gray, 1847
 - Género *Limacina* Bosc, 1817
 - Limacina inflata* d'Orbigny, 1836⁽¹⁹⁾
 - Limacina trochiformis* d'Orbigny, 1836⁽²⁰⁾
 - Limacina helicoides* Jeffreys, 1877⁽²¹⁾
 - *Superfamilia Cymbulioidea (Pterópodos pseudotecosomados) Gray, 1840
 - Familia Cymbuliidae Gray, 1840
 - *Subfamilia Cymbuliinae Gray, 1840
 - Género *Cymbulia* Peron and Lesueur, 1810
 - Cymbulia peroni* de Blainville, 1818⁽²²⁾
 - *Subfamilia Glebinae van der Spoel, 1978
 - Género *Corolla* (Dall, 1871)
 - Corolla spectabilis* (Dall, 1871)⁽²³⁾
 - Familia Desmopteridae Chun, 1889
 - Género *Desmopterus* Chun, 1889
 - Desmopterus pacificus* Essenberg, 1919⁽²⁴⁾
- *Clado Gymnosomata (Pterópodos gimnosomados) Bouchet y Rocroi (2005)
 - *Superfamilia Clionoidea Rafinesque, 1815
 - Familia Pneumodermatidae Pelseneer, 1887⁽²⁵⁾
 - Género *Pneumoderma* Dumeril, 1806⁽²⁶⁾
 - Familia Notobrancheidae Pelseneer, 1886⁽²⁷⁾
 - Familia Clionidae Gray, 1840⁽²⁸⁾
 - *Subfamilia Thliptodontinae Kwietniewski, 1902⁽²⁹⁾
 - Género *Cephalobrachia* Bonnevie, 1913
 - Cephalobrachia macrochaeta* Bonnevie, 1913⁽³⁰⁾
- *Clado Nudipleura Bouchet y Rocroi (2005)
 - *Subclado Nudibranchia (Nudibranchios) Bouchet y Rocroi (2005)
 - Familia Phyllioroidae (Férussac, 1821)

Género *Cephalopyge* (Hanel, 1905)
Cephalopyge trematoides (Chun, 1889) ⁽³¹⁾
Género *Phylliroe* (Péron & Lesueur, 1810)
Phylliroe bucephala (Pruvot-Fol, 1954) ⁽³²⁾

Notas:

Los números entre () indican los taxones a los que se llegó en la determinación

(★) niveles taxonómicos propuestos por Bouchet y Rocroi (2005)

2.2 Distribución

Los taxones con amplia distribución (Figs. 9, 10, 11 y 12, Tabla 4), que se registraron en el 100% de las localidades fueron *Atlanta* spp, *A. lesueuri*, *A. gaudichaudi*, *Creseis virgula* forma *conica*, *C. virgula* forma *virgula*, *C. acicula* forma *acicula*, *C. acicula* forma *clava*, *Hyalicyclis striata*, *Limacina trochiformis* y *Desmopterus pacificus*; en el 90% de las localidades se registraron a las especies: *Firoloida desmaresti*, *Clio pyramidata*, *Limacina inflata* y *Cavolinia tridentata* forma *tridentata*, seguidas de *Cymbulia peroni* (73%) y *Cavolinia* sp. (64%).

Los taxones que se encontraron con la menor frecuencia de aparición (Figs. 9, 10, 11 y 12, Tabla 4) en el área de muestreo con el 9% fueron *Pterotrachea coronata*, *Cardiapoda richardi*, *Limacina helicoides*, *Cephalobranchia macrochaeta*, Thliptodontinae y *Pneumoderma* sp.

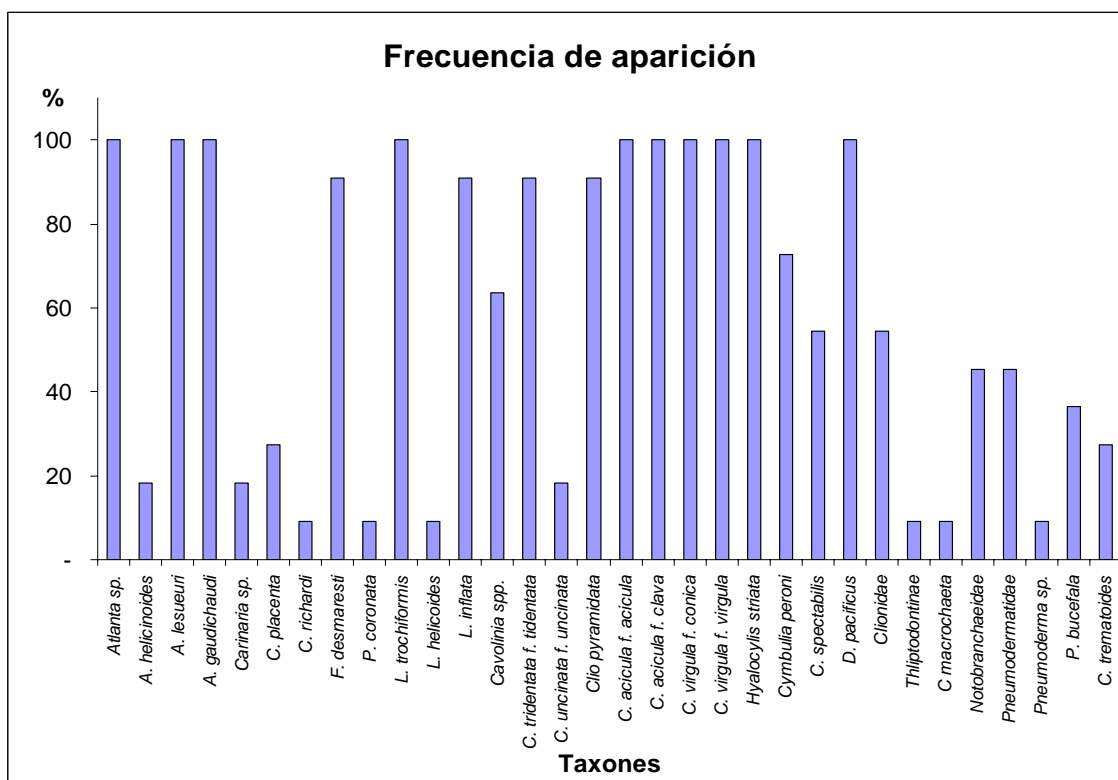


Figura 9. Frecuencia de aparición de los moluscos holoplanctónicos al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

Tabla 4. Frecuencia de aparición de los moluscos holoplanctónicos al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

Especie	Frec.	% Frec.
<i>Atlanta</i> spp	11	100
<i>A. lesueuri</i>	11	100
<i>A. gaudichaudi</i>	11	100
<i>Limacina trochiformis</i>	11	100
<i>C. acicula</i> f <i>acicula</i>	11	100
<i>C. acicula</i> f <i>clava</i>	11	100
<i>C. virgula</i> f <i>conica</i>	11	100
<i>Creseis virgula</i> f <i>virgula</i>	11	100
<i>Hyalocylis striata</i>	11	100
<i>Desmopterus pacificus</i>	11	100
<i>Firoloida desmaresti</i>	10	90
<i>Limacina inflata</i>	10	90
<i>C. tridentata</i> f <i>tridentata</i>	10	90
<i>Clio pyramidata</i>	10	90
<i>Cymbulia peroni</i>	8	72
<i>Cavolinia</i> spp.	7	63
<i>Corolla spectabilis</i>	6	54
Clionidae	6	54
Notobranchaeidae	5	45
Pneumodermatidae	5	45
<i>Phylliroe bucefala</i>	4	36
<i>Cardiapoda placenta</i>	3	27
<i>Cephalophyge trematooides</i>	3	27
<i>A. helicinooides</i>	2	18
<i>Carinaria</i> sp.	2	18
<i>C. uncinata</i> f. <i>uncinata</i>	2	18
<i>Cardiapoda richardi</i>	1	9
<i>Pterotrachea coronata</i>	1	9
<i>Limacina helicoides</i>	1	9
<i>Thliptodontinae</i>	1	9
<i>Cephalobranchia macrochaeta</i>	1	9
<i>Pneumoderma</i> sp.	1	9

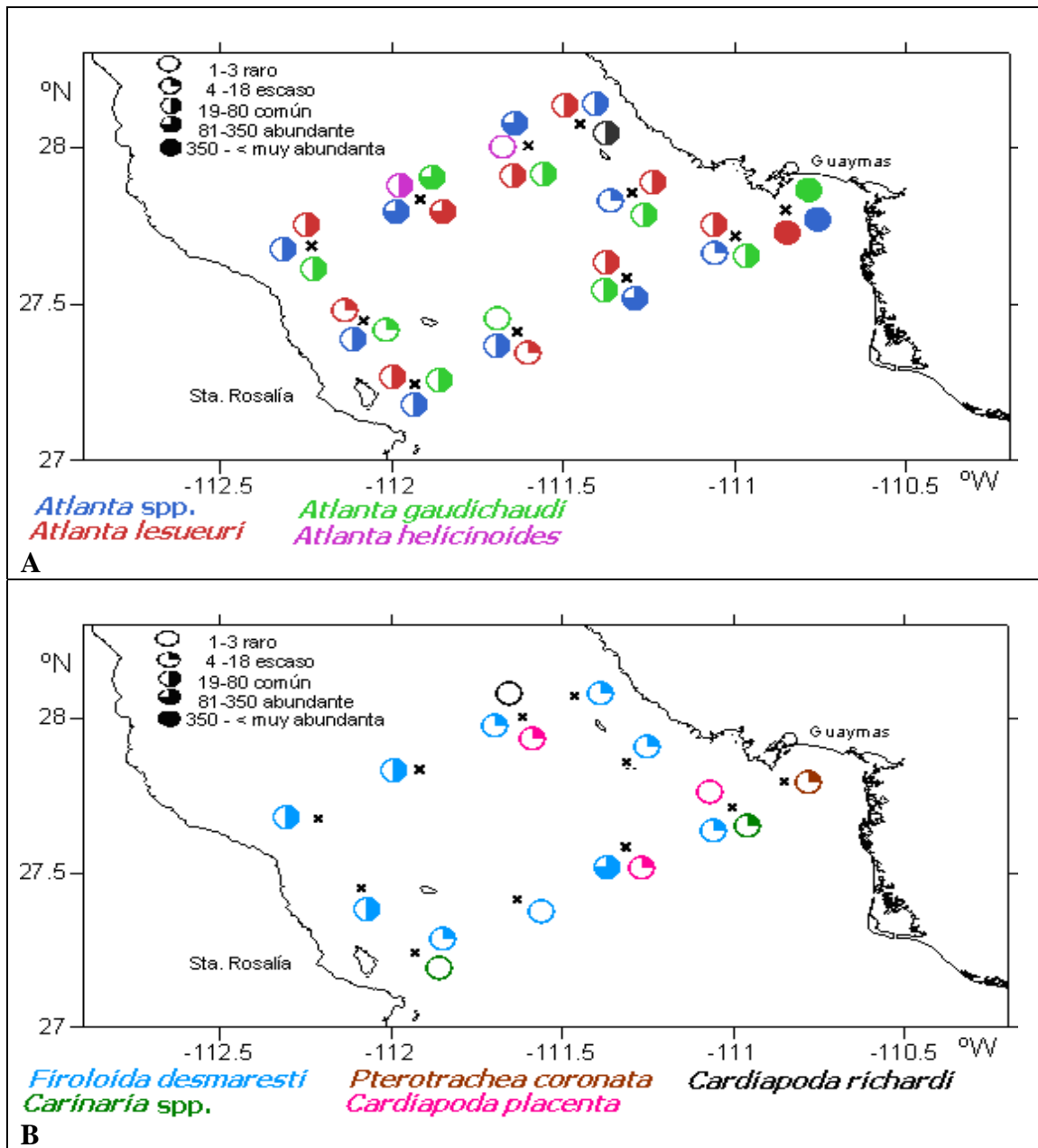


Figura 10. Distribución y abundancia de los heterópodos al Sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. A) taxones de *Atlanta*, B) taxones de otras familias de heterópodos.

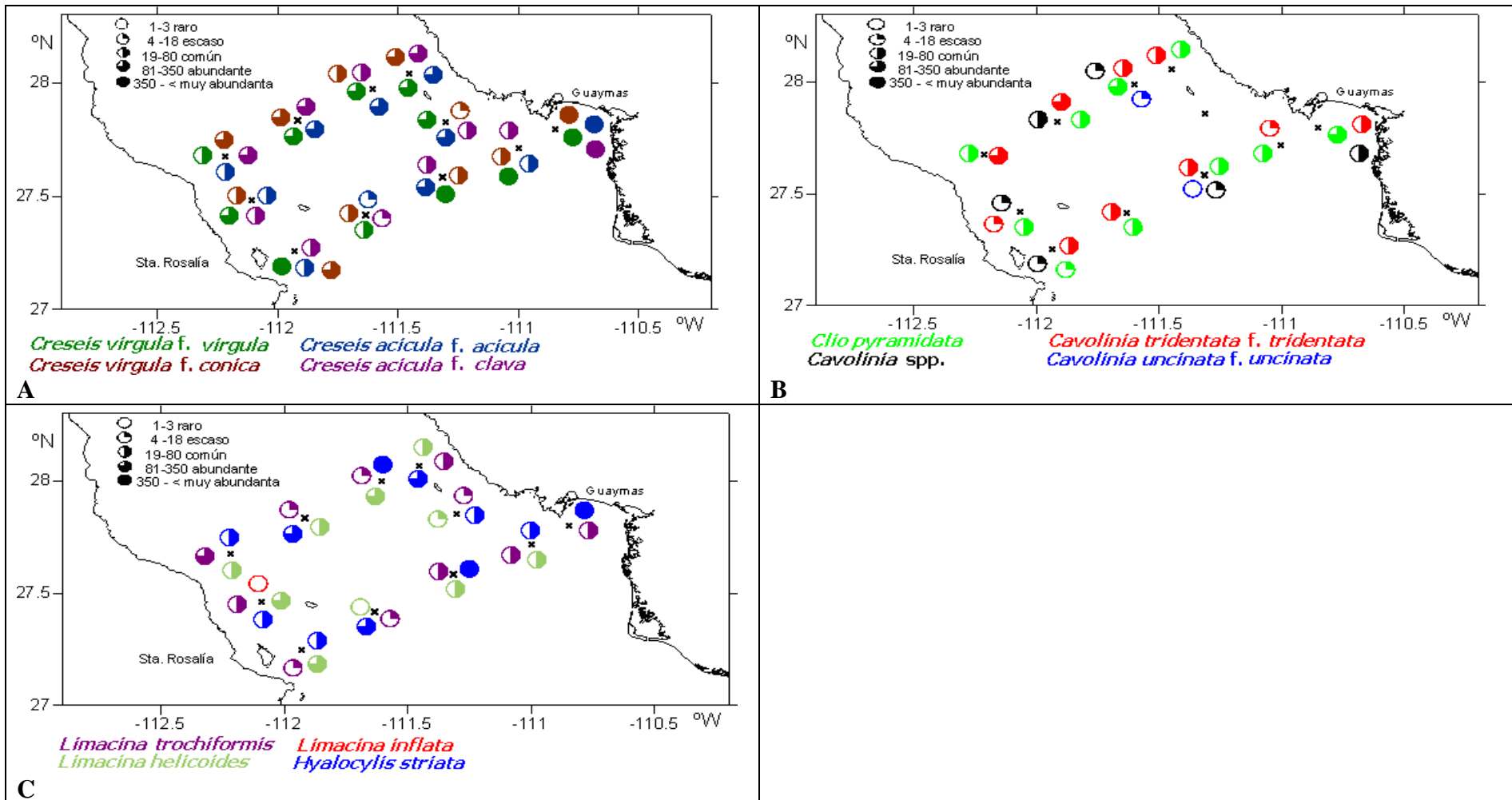


Figura 11. Distribución y abundancia de los pterópodos eutecosomados al Sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. A) especies y formas de *Creseis*, B) taxones de *Clio* y *Cavolinia* C) especies de *Limacina* y *Hyalocylis*.

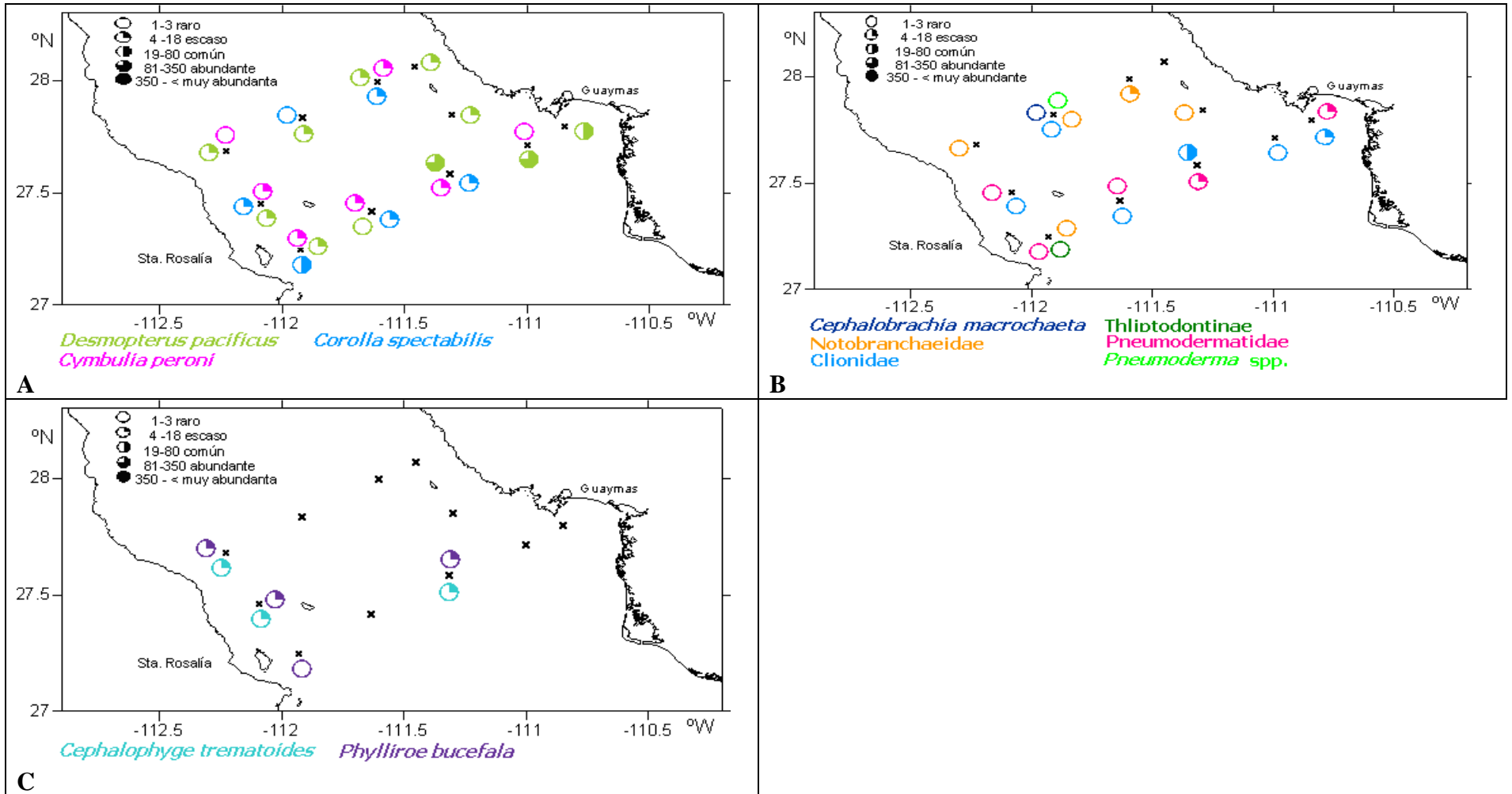


Figura 12. Distribución y abundancia de los pterópodos y nudibranchios al Sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. A) especies de pseudotecosomados, B) taxones de gimnosomados, C) especies de nudibranchios.

2.3 Densidad

De los cinco grupos determinados: los eutecosomados fueron los más abundantes, con un valor estandarizado que representó el 86% de la densidad total (24,854.98 ind/1000m³), seguido por los heterópodos con el 11% (3,205.21 ind/1000m³). Los pseudotecosomados representaron el 2% (454.05 ind/1000m³), los gimnosomados aproximadamente el 0.3% (88.07 ind/1000m³), mientras que la menor densidad la presentaron los nudibranchios con tan sólo el 0.2% (63.73 ind/1000m³) (Fig. 13, Tabla 5).

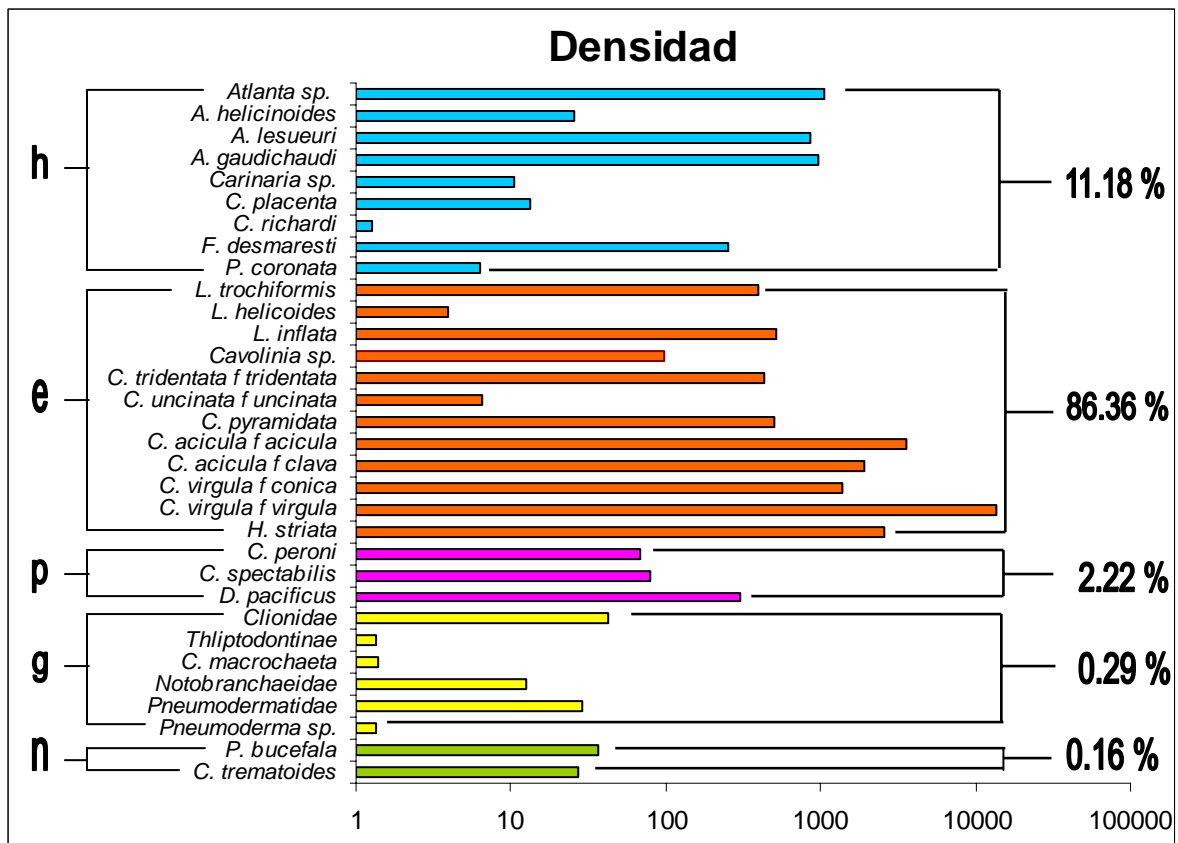


Figura 13. Densidad relativa (%) de los cinco grandes grupos de moluscos holoplanktónicos determinados al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978. h-heterópodos, e-eutecosomados, p-pseudotecosomados, g-gimnosomados y n-nudibranchios

A nivel taxonómico más bajo, *Creseis virgula* forma *virgula* fue la especie más abundante con el 47.04% (13,490.50 ind/1000m³) del total, seguida por los tecosomados *C. acicula* forma

acicula con el 12.3% (3,525.83 ind/1000m³), *Hyalicylis striata* con el 8.92% (2,558.61 ind/1000m³), *C. acicula* forma *clava* con el 6.74% (1,933.53 ind/1000m³), *C. virgula* forma *conica* con el 4.84% (1,389.14 ind/1000m³), por los heterópodos *Atlanta spp.* con el 3.71% (1,062.60 ind/1000m³), *A. gaudichaudi* con el 3.38% (970.10 ind/1000m³) y *A. lesueuri* con el 3.01% (861.99 ind/1000m³) (Fig. 13, Tabla 5).

Los valores menores de densidad (Fig. 13, Tabla 4), con el 0.0047% del total, lo registraron los gimnosomados: *Cephalobranchia macrochaeta* (1.36 ind/1000m³), *Pneumoderma sp.* (1.36 ind/1000m³) y Thliptodontinae (1.35 ind/1000m³) y el heterópodo *Cardiapoda richardi* (1.27 ind/1000m³).

Tabla 5. Valores de densidad absoluta (No. de org/1000 m³) y relativa (%) de los moluscos holoplanctónicos recolectados al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

Taxones	Densidad	%
<i>Creseis virgula</i> forma <i>virgula</i>	13490.50	47.04
<i>Creseis acicula</i> forma <i>acicula</i>	3525.83	12.30
<i>Hyalicylis striata</i>	2558.61	8.92
<i>Creseis acicula</i> forma <i>clava</i>	1933.53	6.74
<i>Creseis virgula</i> forma <i>conica</i>	1389.14	4.84
<i>Atlanta spp.</i>	1062.60	3.71
<i>Atlanta gaudichaudi</i>	970.10	3.38
<i>Atlanta lesueuri</i>	861.99	3.01
<i>Limacina inflata</i>	515.22	1.80
<i>Clio pyramidata</i>	507.90	1.77
<i>Cavolinia tridentata</i> forma <i>tridentata</i>	431.11	1.20
<i>Limacina trochiformis</i>	394.77	1.38
<i>Desmopterus pacificus</i>	305.87	1.03
<i>Firoloida desmaresti</i>	253.44	0.88
<i>Cavolinia spp.</i>	97.96	0.34
<i>Corolla spectabilis</i>	79.42	0.28
<i>Cymbulia peroni</i>	68.76	0.91
Clionidae	42.37	0.15
<i>Phylliroe bucefala</i>	36.35	0.13
Pneumodermatidae	29.01	0.10
<i>Cephalophyge trematoides</i>	27.38	0.03
<i>Atlanta helicoides</i>	25.73	0.09
<i>Cardiapoda placenta</i>	13.17	0.05
Notobranchaeidae	12.62	0.04
<i>Carinaria sp.</i>	10.51	0.04
<i>Cavolinia uncinata</i> forma <i>uncinata</i>	6.48	0.02
<i>Pterotrachea coronata</i>	6.39	0.02
<i>Limacina helicoides</i>	3.93	0.01
<i>Cephalobranchia macrochaeta</i>	1.36	0.0047
<i>Pneumoderma sp.</i>	1.36	0.0047
Thliptodontinae	1.35	0.0047
<i>Cardiapoda richardi</i>	1.27	0.0044

2.4 Densidad por localidades

La localidad que presentó la mayor densidad relativa de moluscos fue la que se encuentra frente a Guaymas (11) con el 63% (17,942.49 ind/m³) del total, el 37% restante se repartió entre las otras 10 localidades; con valores entre el 4 y 7% (de 1,065.88 ind/m³ a 2,027.82 ind/m³) registrados en las localidades 1, 2, 3, 4, 7 y 9, ubicadas al Norte y Sur del área de estudio y entre el 1 y el 3% de densidad (de 387.91 ind/m³ a 901.71 ind/m³) en las cuatro localidades restantes (Fig. 14).

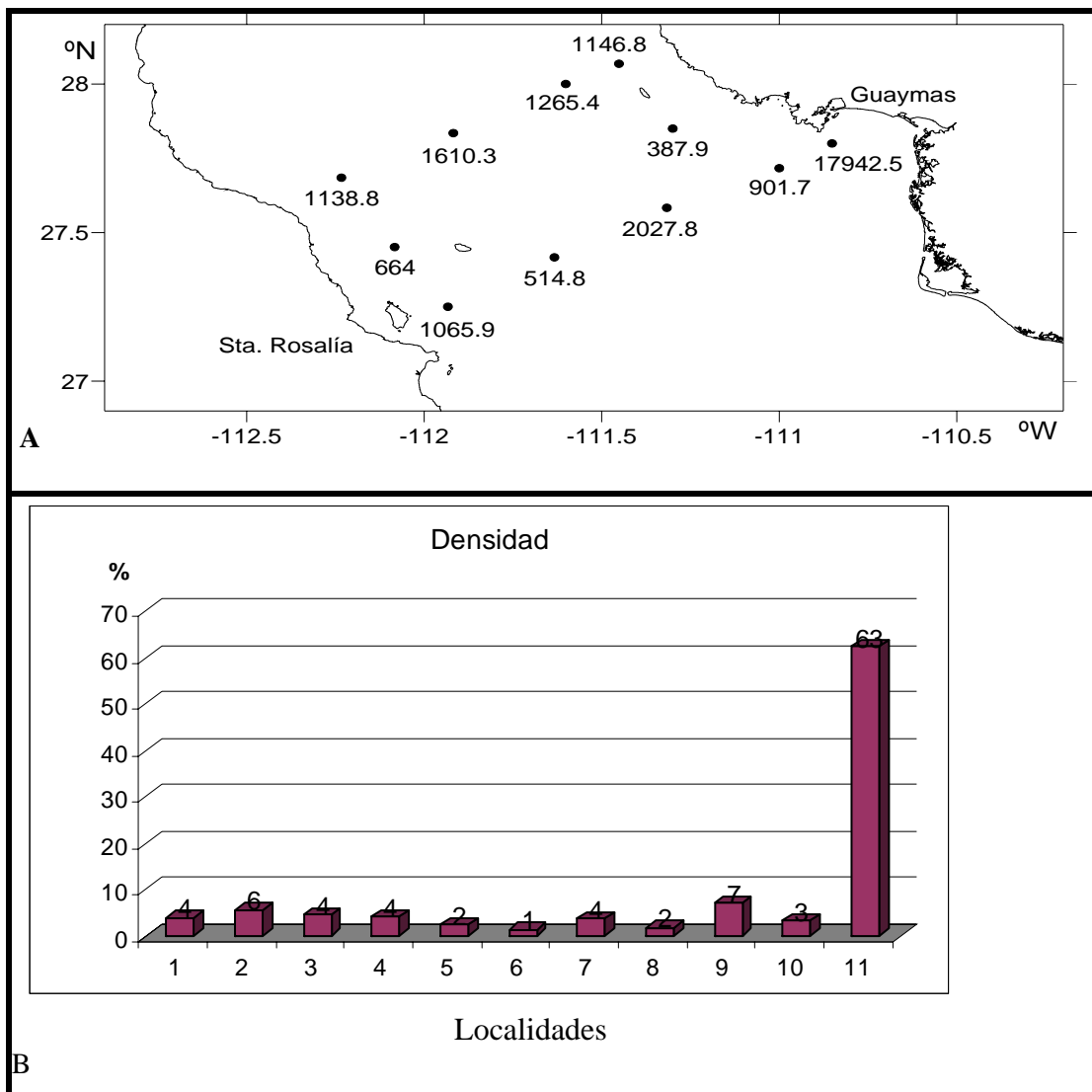


Figura 14. (A) Densidad (No org/1000 m³) y (B) Densidad relativa (%) en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

2.4 Caracterización ecológica

En el método de Olmstead-Tukey (Fig. 15) se consideró la media de la frecuencia relativa, cuyo valor fue 59.38% y la media de la densidad, con valor de 895.81 ind/1000 m³.

Dentro de la categoría de dominantes se encontraron a *Creseis virgula* forma *virgula*, *Creseis acicula* forma *acicula*, *Hyalicylis striata*, *Creseis acicula* forma *clava*, *Creseis virgula* forma *conica*, *Atlanta* spp. y *Atlanta gaudichaudi*, éstos representaron el 22% de los taxones.

En la categoría de constantes se ubicaron a *Atlanta lesueuri*, *Limacina inflata*, *Clio pyramidata*, *Cavolinia tridentata* forma *tridentata*, *Limacina trochiformis*, *Desmopterus pacificus*, *Firoloida desmaresti*, *Cymbulia peroni* y *Cavolinia* spp. que representaron el 28% de los taxones.

Para la categoría de raros se registraron a *Corolla spectabilis*, Clionidae, Pneumodermatidae, Notobranchaeidae, *Phylliroe bucefala*, *Cephalophyge trematoides*, *Cardiapoda placenta*, *Atlanta helicoides*, *Carinaria* sp., *Cavolinia uncinata* forma *uncinata*, *Pterotrachea coronata*, *Limacina helicoides*, *Cephalobrachia macrochaeta*, *Pneumoderma* sp., Thliptodontinae y *Cardiapoda richardi* que representaron el 50% de los taxones.

En la categoría de ocasionales no se encontró a taxón alguno.

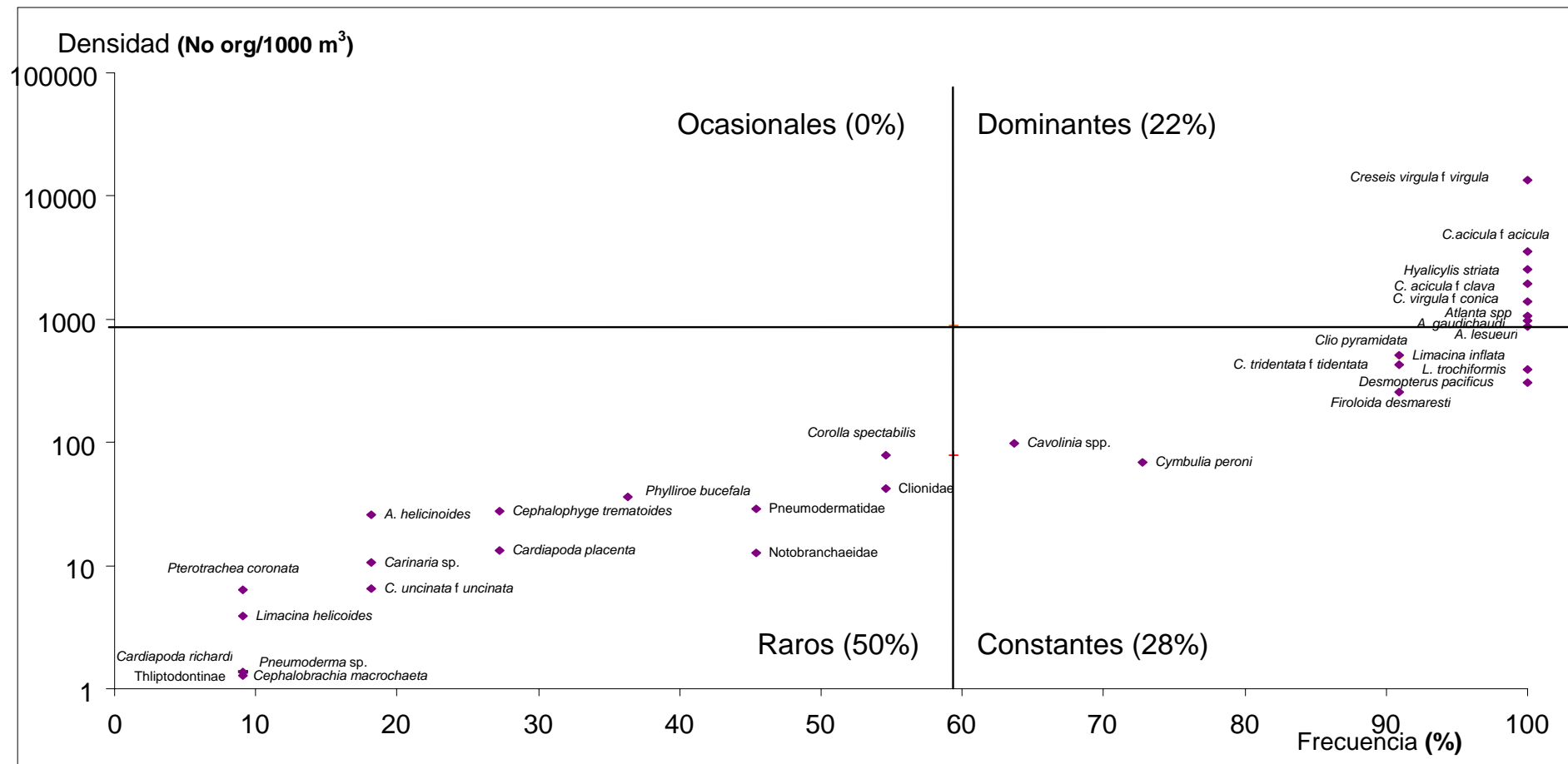


Figura 15. Caracterización ecológica de los moluscos holoplanctónicos, por el método de Olmstead-Tukey, se consideraron las medias de la densidad y de la frecuencia, al sur de las Grandes Islas, Golfo de México durante el otoño de 1978.

2.5 Riqueza

En la figura 16 se presenta la riqueza de las localidades, el mayor valor, con 23 de los 32 taxones (69%), se presentó en la localidad 9 ubicada al sureste del área de estudio, seguido por 22 taxones (68%) en las localidades 5 y 7 (en el margen peninsular) y en la 3 (cercana al margen continental); la localidad 2, ubicada al noreste en el área de estudio, tuvo 21 taxones (66%), seguida por las localidades 8 (al suroeste), 10 (al sureste) y 1 (al extremo noroeste) que tuvieron 19 taxones (59%); la localidad 11, frente a Guaymas, contó con 16 taxones (50%). Las localidades que presentaron los menores valores de riqueza fueron la localidad 4 (al extremo noreste) y la 6 (al Este del transecto central del área de estudio), que contaron con 14 (44%) y 13 (41%) taxones respectivamente.

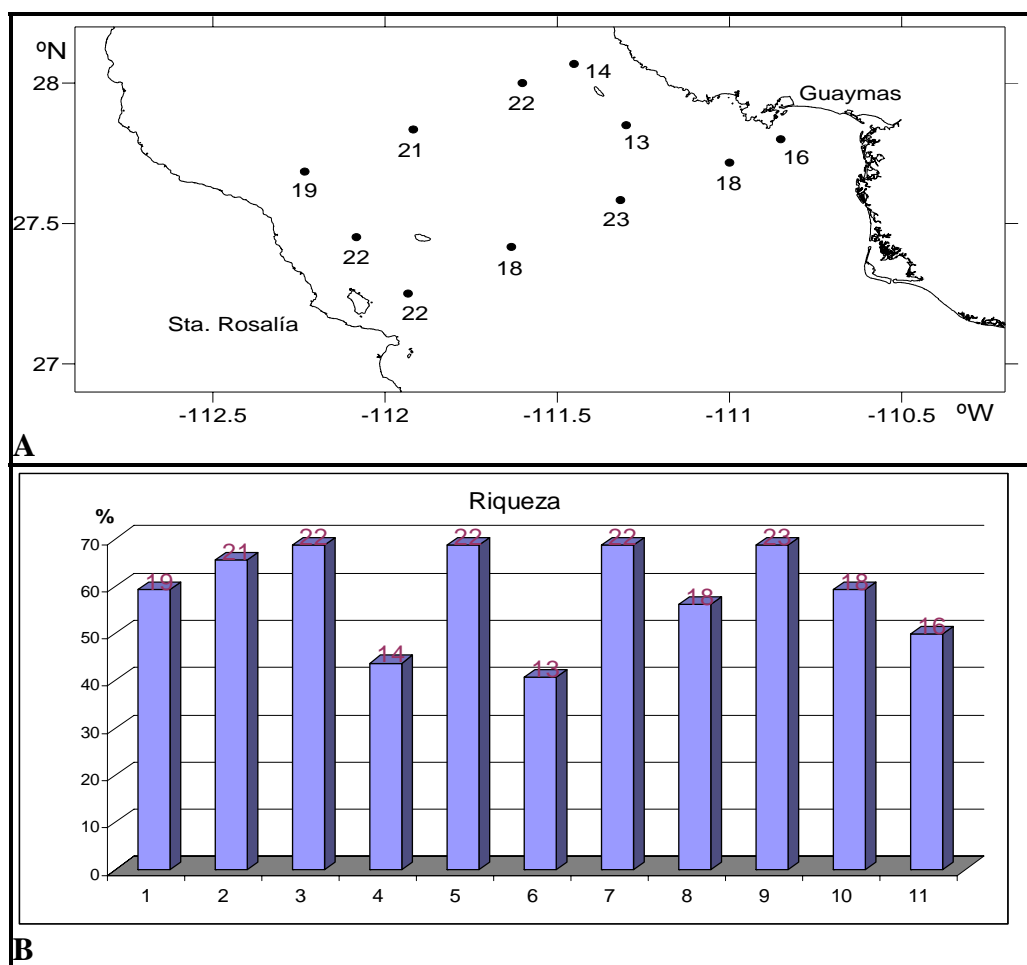


Figura 16. Riqueza (A) Número de taxones determinados y (B) relativa (%) de los moluscos holoplácticos en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

2.6 Diversidad

La diversidad se presentó entre 1.325 bits ind.⁻¹ y 2.622 bits ind.⁻¹ (Fig. 17 y Tabla 6), el valor máximo se ubicó en la localidad 5, ubicada al oeste del transecto central del área de muestreo, mientras que el menor se encontró en la localidad 11, frente a Guaymas.

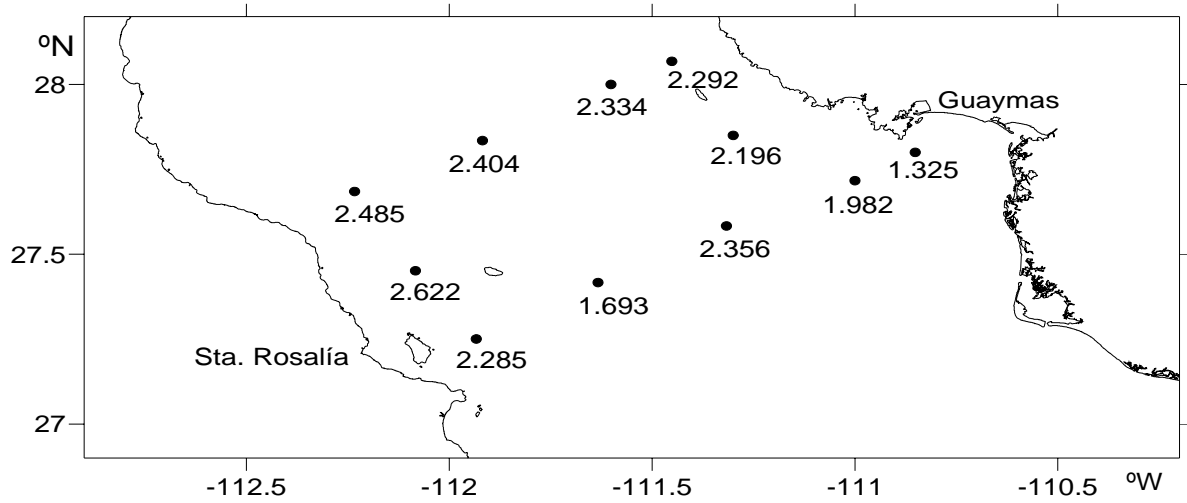


Figura 17. Diversidad en las localidades de muestreo al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

Con respecto a la equidad, los valores variaron de 1.9 a 3.3 (Tabla 6) el valor máximo se presentó en la localidad 11, ubicada frente a Guaymas, mientras que el menor se encontró en la localidad 5, al Oeste del transecto central del área.

Tabla 6. Valores de diversidad y equidad de los moluscos holoplanctónicos al sur de las Grandes Islas, Golfo de California, durante el otoño de 1978.

Localidad	Diversidad	Equidad
1	2.485	1.892
2	2.404	1.900
3	2.334	1.909
4	2.292	1.915
5	2.622	1.885
6	2.196	1.935
7	2.285	1.916
8	1.639	2.298
9	2.356	1.906
10	1.982	2.008
11	1.325	3.263

Discusión

Los datos registrados de temperatura y salinidad para el presente estudio tuvieron pequeñas diferencias, que pueden deberse a la variación en la profundidad y a que los muestreos se realizaron en diferentes horarios y días, por lo que resultó difícil hacer comparaciones entre las localidades. De acuerdo con estos parámetros en las localidades muestreadas se encontró el Agua del Golfo de California, denominada así por Torres Orozco (1993, en Lavín *et al.*, 1997a), la cual se caracteriza por una salinidad mayor a 35 ups y temperatura por arriba de los 12 °C. Debido a que la máxima profundidad muestreada fue de 150 m, no se lograron determinar el Agua Subtropical Subsuperficial y el Agua Intermedia del Pacífico, que este autor para esa época del año, la primera se puede encontrar alrededor de los 500 m y la segunda entre los 500 y 1,200 m.

Para este estudio no se encontraron datos que denotaran alguna zona de surgencia u otro tipo de fenómeno climático u oceanográfico, ésto puede deberse a la época del año en que se realizó el estudio, ya que Thorade (1909, citado en Álvarez-Borrego, 1983) menciona la presencia de surgencias producidas por los vientos norteros durante el invierno.

Con respecto a los resultados biológicos, es importante mencionar que la identificación se realizó con base en la masa visceral y las partes blandas de los moluscos, ya que las conchas se disolvieron, debido al prolongado tiempo que permanecieron en la solución conservadora. Por otra parte, se encontraron organismos juveniles que no se lograron identificar hasta especie y se dejaron a nivel de género o familia, ya que las claves taxonómicas se basan en caracteres conchiliológicos y principalmente para los pterópodos están dadas para adultos.

Son dos los trabajos sobre moluscos holoplanctónicos que se han realizado en el Golfo de California, por lo que se hace una comparación con estos en la tabla 7.

Tabla 7. Taxones de moluscos holoplanctónicos reportados en el Golfo de California.

Nombre del taxón	Fernández-Álamo (1996, 1997)	Zárate-Juárez (2006)	Presente Trabajo
<i>Atlanta</i> spp.		X	X
<i>Atlanta helicoides</i>			X
<i>Atlanta lesueuri</i>		X	X
<i>Atlanta gaudichaudi</i>		X	X
<i>Carinaria</i> sp.			X
<i>Cardiapoda placenta</i>		X	X
<i>Cardiapoda richardi</i>			X
<i>Firoloida desmaresti</i>		X	X
<i>Pterotrachea coronata</i>			X
<i>Limacina trochiformis</i>		X	X
<i>Limacina helicoides</i>		X	X
<i>Limacina inflata</i>			X
<i>Cavolinia</i> spp.			X
<i>Cavolinia tridentata</i> f. <i>tridentata</i>			X
<i>Cavolinia uncinata</i> f. <i>uncinata</i>			X
<i>Diacavolinia</i> spp.		X	
<i>Clio pyramidata</i>		X	X
<i>Creseis acicula</i>		X	
<i>Creseis acicula</i> f. <i>acicula</i>			X
<i>Creseis acicula</i> f. <i>clava</i>			X
<i>Creseis virgula</i>		X	
<i>Creseis virgula</i> f. <i>virgula</i>			X
<i>Creseis virgula</i> f. <i>conica</i>			X
<i>Hyalocylis striata</i>		X	X
<i>Cymbulia peroni</i>		X	X
<i>Corolla spectabilis</i>			X
<i>Desmopterus pacificus</i>		X	X
Clionidae			X
<i>Clione</i> spp.		X	
Thliptodontinae			X
<i>Cephalobrachia macrochaeta</i>			X
Notobranchaeidae			X
Pneumodermatidae			X
<i>Pneumoderma</i> sp.			X
<i>Phylliroe bucefala</i>	X	X	X
<i>Cephalophyge trematoides</i>	X	X	X

De los 32 taxones que se determinaron en el presente trabajo se coincidió con 15 de los taxones registrados por Zárate-Juárez (2006) en la zona de las Grandes Islas, con material biológico recolectado en la misma campaña oceanográfica (AA7810); la diferencia se puede deber, a que esta autora no determinó niveles infraespecíficos, a los parámetros fisicoquímicos

de las localidades de muestreo y al fuerte intercambio de agua entre el Golfo de California y el Pacífico, que propicia una mayor riqueza en las zonas más sureñas del golfo que en sus zonas norteñas.

En comparación con el trabajo de Zárata-Juárez (2006), se coincidió en cinco taxones de heterópodos: el género *Atlanta* y las especies *A. lesueuri*, *A. gaudichaudi*, *Firoloida desmaresti* y *Cardiapoda placenta*; en ambos trabajos se registraron representantes tanto eutecosomados como pseudotecosomados coincidiendo, para el primer grupo, en cuatro especies (*Limacina trochiformis*, *L. helicoides*, *Clio pyramidata* y *Hyalocylis striata*) y para el segundo, en dos especies (*Cymbulia peroni* y *Desmopterus pacificus*); con respecto a los gimnosomados, no hubo taxones que coincidieran y los nudibranchios *Phylliroe bucefala* y *Cephalophyge trematoides* fueron registrados en los dos trabajos.

En particular la autora mencionada registró a *Creseis acicula* y *C. virgula*, pero no hizo una diferenciación infraespecífica, mientras que en el presente trabajo se determinaron dos formas para cada especie.

El único gimnosomado registrado por Zárata-Juárez (2006) fue *Clione*, en el presente trabajo se encontraron organismos pertenecientes a la familia Clionidae, pero las condiciones del material no permitieron avanzar más en su determinación; además de este grupo, se identificaron a los taxones Pnuemodermatidae, *Pneumoderma*, Thliptodontinae, encontrados por McGowan (1968) en la corriente de California. Notobranchaeidae y *Cephalobranchia macrochaeta* no han sido previamente registradas para el golfo ni en aguas adyacentes.

Los heterópodos *Pterotrachea coronata*, *Cardiapoda richardi*, *Atlanta helicoides* y *Carinaria* sp. así como el pterópodo pseudotecosomado *Corolla spectabilis* no han sido registrados previamente en el Golfo de California; McGowan (1960, 1968) lo hizo para la parte occidental de la península, en la corriente de California.

Fernández-Álamo (1996, 1997) previamente registró, para el Golfo de California, a los nudibranchios *Phylliroe bucefala* y *Cephalophyge trematoides*.

Con respecto a la distribución de los moluscos holoplanctónicos se determinó que los pterópodo (eutecosomados, pseudotecosomados y gimnosomados) se registraron, como se podría esperar, en la totalidad de las localidades de muestreo, ya que este grupo habita todos los ambientes marinos, desde los polos hasta el ecuador y de la superficie a la zona batipelágica (Van der Spoel, 1996b). Los heterópodos también se encontraron en la totalidad de las localidades de muestreo, esto pudo deberse a que el muestreo fue epipelágico ya que la distribución de los heterópodos esta restringida a aguas cálidas y superficiales, dado a la necesidad de luz para capturar a sus presas (Van der Spoel, 1996a). Este mismo autor mencionó, que la mayor parte de estos moluscos muestran una distribución de tipo nerítica, evitando áreas con baja variabilidad térmica anual. Con respecto a los nudibranquios su distribución fue restringida, presentándose en cuatro localidades, esto podría deberse que los miembros de la familia Phylliroidae son carnívoros especializados que se adhieren temporalmente a sus presas (Hernández *et al.*, 2000).

Refiriéndose a la densidad por grupo, en el presente trabajo, los pterópodos eutecosomados fueron los organismos con el mayor valor, coincidiendo con Van der Spoel (1996b) y Van der Spoel y Dadon (1999) quienes mencionaron que este grupo es de los más abundantes y con mayor riqueza dentro de los moluscos pelágicos. En segundo lugar de densidad se encontraron los heterópodos, coincidiendo con los trabajos de McGowan (1968), Van der Spoel (1996a) y Zárate-Juárez (2006). Con menos del 3% de densidad se encontraron los pterópodos pseudotecosomados, los gimnosomados y los nudibranquios.

Para analizar las diferencias en las densidades entre los grupos de moluscos holoplanctónicos se deben de considerar las diferencias de los horarios de colecta, debido a las migraciones verticales, las características morfológicas, los hábitos alimenticios y posiciones en la red trófica, ya que los pterópodos tecosomados y los pseudotecosomados son herbívoros, con un sistema de alimentación que depende de la actividad ciliar, en los primeros y de la secreción de mucosidad en los últimos (Van der Spoel, 1996b), mientras que los heterópodos y los gimnosomados son carnívoros, en particular los segundos son depredadores específicos de

algunas especies de tecosomados (Van der Spoel, 1996b; Richter y Seapy, 1999; Van der Spoel y Dadon, 1999).

El análisis de los resultados de distribución y abundancia, a nivel de taxón, dió como resultado que del grupo de los heterópodos, los organismos del género *Atlanta* registraron la mayor densidad, lo cual concuerda con lo mencionado por Richter y Seapy (1999) quienes consideraron a este taxón como numéricamente mayor dentro del grupo.

Atlanta lesueuri registró una amplia distribución y alta densidad, lo que concuerda con Zárate-Juárez (2006). Esta especie ha sido citada por Tesch (1948) para el Indo-Pacífico y por Keen (1971) para el Pacífico Tropical Oriental.

A. gaudichaudi tuvo una amplia distribución tanto en la zona de las grandes islas como en este estudio, registrando, en ambos, su mayor densidad en localidades someras; Tesch (1948) la citó en el Indo-Pacífico, en profundidades entre los 1000-3000 m, Della Croce y Frontier (1966) en el canal de Mozambique, la consideraron una especie cosmopolita, predominante en el Indo-Pacífico y Vicencio-Aguilar *et al.* (2000) la registraron como una especie ampliamente distribuida y abundante en la parte occidental de la península de Baja California.

A. helicinoides se registró en la zona de estudio con distribución restringida y una densidad baja, mientras que en la región de las grandes islas no fue localizada. Magaldi (1977) en el Atlántico Sudoccidental, la consideró una especie típica de aguas cálidas y al igual que Richter y Seapy (1999), mencionó su presencia en los tres grandes océanos y en el Mediterráneo.

El género *Carinaria* tuvo una distribución restringida, se localizó en dos localidades al sur del área de muestreo, con una densidad baja; Seapy (1974, en Van der Spoel, 1996a) registró 150 ind./1000 m³ en la corriente de California, mientras Zárate-Juárez (2006) no lo registró.

Firoloida desmaresti se encontró con una densidad de baja a abundante en casi todas las localidades de muestreo, excepto en la localidad 11, frente a Guaymas. Della Croce y Frontier (1966) en el Canal de Mozambique, la consideraron una especie común y cosmopolita; McGowan (1968) la citó en la corriente de California y Zárate-Juárez (2006) la registró con una densidad de baja a media, teniendo su mayor abundancia en la parte sureste.

No hay registro previo de *Pterotrachea coronata* en el Golfo de California, en este estudio se encontró sólo en la localidad frente a Guaymas. Van der Spoel (1996a) consideró que es posible detectar una influencia nerítica en la distribución de esta especie, pero que se encuentra ausente en áreas donde la temperatura varía muy poco durante el año. Richter y Seapy (1999) la reportaron en los tres grandes océanos y Della Croce y Frontier (1966) en el Canal de Mozambique, la consideraron como una especie cosmopolita.

Cardiapoda placenta se registró en tres localidades, mientras que Zárate-Juárez (2006) la encontró en una localidad con los menores valores de densidad.

Cardiapoda richardi se encontró con baja densidad y sólo en una localidad, pero no fue localizada por Zárate-Juárez (2006) en la región de las grandes islas. Della Croce y Frontier (1966) la registraron en el canal de Mozambique y mencionaron que es una especie presente en todas las aguas tropicales.

Con relación a los pterópodos eutecosomados, se registró a *Creseis virgula* como la especie más abundante y más ampliamente distribuida, tanto en el presente trabajo como en el de Zárate-Juárez (2006); sin embargo, en este trabajo la determinación llegó a un nivel infraespecífico, teniendo mayor densidad su forma *virgula* que su forma *conica*.

C. acicula, en general registró mayor densidad en su forma *acicula* que en la *clava*, registrando, en ambas formas los valores más altos frente a Guaymas, que es la localidad más somera, lo que concuerda con Matsubara (1975) en el Golfo de México, quien observó que estos pterópodos tienen preferencia por las aguas neríticas y se encuentran frecuentemente en regiones someras; Van der Spoel y Boltovskoy (1981), Van der Spoel (1996b) y Van der

Spoel y Dadon (1999) relacionan a esta especie, en su forma *clava*, con ambientes costeros y **en** su forma *acicula*.

Hyalocylis striata presentó una amplia distribución y una densidad de media a alta, tanto en el presente estudio como en la región de las grandes islas. Chen y Hillman (1970), Bé y Gilmer (1977) y Van der Spoel y Dadon (1999) mencionaron que es una especie epipelágica que habita las aguas tropicales y subtropicales, así como las zonas donde hay mezcla entre las aguas cálidas y frías; Keen (1971) la registró en el Océano Pacífico, desde Baja California hasta Perú; Guerrero-Vázquez (1985) la registró como una especie abundante en las costas de Nayarit durante el otoño.

Limacina inflata registró una amplia distribución, excepto en la localidad frente a Guaymas, Van der Spoel (1996b) y Van der Spoel y Dadon (1999) la reportan como una especie epipelágica, con preferencia por los ambientes neríticos, por su parte Magaldi (1974) en el Atlántico Sur, mencionó que es una de las especies de pterópodos con mayor abundancia y frecuencia de aparición.

L. helicoides se encontró sólo en una localidad de muestreo, en el margen peninsular. Magaldi (1974) en el Atlántico Sur, mencionó que es una especie característica de aguas frías y templado-frías en ambos hemisferios y tanto Van der Spoel y Boltovskoy (1981) como Van der Spoel y Dadon (1999) en el Atlántico Sudoccidental, la consideraron una especie batipelágica.

L. trochiformis se registró en todas las localidades con una densidad media. Chen y Hillman (1970) en el Atlántico Norte, la citaron como típica de aguas cálidas; Van der Spoel y Dadon (1999) mencionaron que es una especie epipelágica.

Clio pyramidata registró una amplia distribución con densidades que van de “común” a “abundante”; McGowan (1968) mencionó que es abundante a lo largo de la Corriente de California; Magaldi (1974, 1977) en el Atlántico Sur, refirió que posee una distribución muy amplia, que abarca las regiones tropicales, subtropicales y templadas, es común en los tres

océanos y en el Mediterráneo; Van der Spoel (1996b) mencionó que su distribución está influenciada por los cinturones climáticos, por lo que se han descrito varias formas y todas ellas tienen una distribución diferente; Van der Spoel y Dadon (1999) la determinaron como cosmopolita.

Cavolinia tridentata forma *tridentata* presentó una amplia distribución con una densidad de “escasa” a “abundante”. McGowan (1968) la registró en la porción noreste de la corriente de California.

C. uncinata forma *uncinata* se registró en dos localidades con una densidad de “rara” a “escasa”. McGowan (1968) mencionó que aparece frecuentemente en las aguas del Pacífico Tropical; Van der Spoel y Dadon (1999) se refirieron a ella como epipelágica con preferencias oceánicas.

En lo que concierne a los pterópodos pseudotecosomados, *Desmopterus pacificus* presentó una amplia distribución con una densidad de “rara” a “abundante”. Abbott (1974) mencionó que, en el Pacífico, es común de aguas cálidas y templadas; McGowan (1968) indicó que es abundante en la Corriente de California. Van der Spoel y Dadon (1999) mencionaron que aunque es raro considerar el endemismo en los moluscos pelágicos consideraron a esta especie como endémica del Pacífico tropical oriental, por otra parte Zárate-Juárez (2006) registró a esta especie como rara y con baja densidad en el área de las Grandes Islas en el Golfo de California.

Cymbulia peroni se presentó dispersa en toda la región de estudio con una densidad de “rara” a “escasa”. Van der Spoel y Dadon (1999) mencionaron que es epipelágica y mesopelágica, con distribución tropical y subtropical; Della Croce y Frontier (1966) en el Canal de Mozambique, registraron a este género como cosmopolita, mientras que Zárate-Juárez (2006) la registró con una distribución restringida, en la región de las Grandes Islas.

Corolla spectabilis se registró en cinco localidades con una densidad de “rara” a “común”, Van der Spoel y Dadon (1999) se refirieron a ella como epipelágica y mesopelágica, presente en aguas tropicales y subtropicales.

Con respecto a los gimnosomados, se registraron en el 91% de las localidades con densidades de “raras” a “comunes”, lo que difiere con lo reportado por Zárate-Juárez (2006), quien los encontró únicamente en el 25%, ubicadas en el sur de su área de estudio, pudiendo considerar que este grupo de organismos amplían su distribución hacia el sur de las Grandes Islas. Su baja densidad concuerda con lo dicho por Van der Spoel (1996b) quien mencionó que estos organismos no contribuyen en mucho para el total de la biomasa zooplanctónica.

La Familia Pnuemodermatidae presentó una distribución media con una densidad de “rara” a “escasa. McGowan (1968) registró a los géneros *Pneumodermopsis*, *Pneumoderma* y *Spongiobranchia* en la corriente de California. De esta familia sólo se logró determinar un organismo del género *Pneumoderma*.

La Familia Notobranchaeidae registró una distribución media y una densidad de “rara” a “escasa”. Van der Spoel y Dadon (1999) determinaron de esta familia a *Notobranchaea macdonaldi* forma *magdonaldi* y a *N. tetrabranchiata* para los océanos Pacífico, Índico y Atlántico.

De la Familia Clionidae se registraron tres taxones, a nivel de familia presentó una distribución media y una densidad de “rara” a “común”, sólo un organismo se pudo identificar como de la subfamilia Thliptodontinae y otro más como *Cephalobranchia macrochaeta*. McGowan (1968) registró de esta familia a los géneros *Clione* y *Clionina* en la corriente de California. Zárate-Juárez (2006) en la zona de las Grandes Islas determinó al género *Clione*. Van der Spoel y Dadon (1999) mencionaron que *C. macrochaeta* es batipelágica y probablemente cosmopolita en aguas profundas del Atlántico Sudoccidental.

Tanto en el presente trabajo como en el de Zárate-Juárez (2006), las dos especies de nudibranchios planctónicos, *Phylliroe bucefala* y *Cephalophyge trematoides*, tuvieron baja

densidad y una distribución restringida; esto concuerda con Fernández-Álamo (1996, 1997), quien las registró como escasas en la parte central y sur del Golfo de California, durante noviembre-diciembre de 1963 y marzo-abril de 1984; esta misma autora en 1997, consideró a estas especies como poco abundantes en la costa occidental de Baja California y como organismos estenohalinos que se encuentran en aguas con salinidades mayores a las 35 ‰. Hernández *et al.* (2001) mencionaron que son difíciles de encontrar en los muestreos de plancton, debido a que logran evadir las artes de muestreo.

Con respecto a la densidad por localidad no se logró observar alguna relación con la temperatura y la salinidad, contrario a lo reportado por Chen y Hilman (1970) en el Atlántico Norte, Van der Spoel (1996b) y Van de Spoel y Dadon (1999) en el Atlántico Sudoccidental, quienes mencionaron que hay una relación directa entre estos factores con la densidad, en particular para los pterópodos.

La localidad 11, frente a Guaymas, registró más del 50% del total de los individuos recolectados, es la más somera del área de estudio, con menos de 100 m de profundidad y cercana a la costa. Van der Spoel (1996a y b) mencionó que algunas especies de heterópodos pueden penetrar hacia el interior de las aguas neríticas y que además en estas zonas, se puede llegar a encontrar una alta abundancia de pterópodos, principalmente especies de *Creseis* y *Diacavolinia*.

Con respecto a la caracterización ecológica de los moluscos, es difícil hacer comparaciones porque no existen antecedentes. Además, las variaciones en el ambiente, la metodología, el horario y la época del año pueden hacer que varíen las densidades y frecuencias de las poblaciones. Por ejemplo, *Limacina inflata* se encontró al sur de las grandes islas, dentro de la categoría de constante lo que quiere decir que tiene una alta frecuencia y baja densidad; pero Magaldi (1974) en el Atlántico Sudoccidental, la registró como la especie dominante.

En general, la riqueza encontrada al sur de las Grandes Islas no presentó ningún patrón, pero los menores valores se registraron en el margen continental. Zárate-Juárez (2006) registró, para las Grandes Islas, que la riqueza estuvo influida por la profundidad, la temperatura y en

algunos casos, por la disponibilidad de nutrientes. Esta autora encontró el mayor valor de riqueza en la localidad más somera; mientras que, en el presente trabajo, el mayor valor de riqueza se ubicó en una localidad profunda y en la localidad más somera se presentó uno de los valores menores.

Al comparar los valores de diversidad estimados en esta investigación con los resultados del trabajo de Zárate-Juárez (2006), se puede decir que son mayores al Sur de las Grandes Islas, lo que indica que hay mayor riqueza y densidad de moluscos holoplactónicos en esta área que en la zona de las Grandes Islas. El índice de equidad registró su valor más alto en la localidad frente a Guaymas, en donde *Creseis virgula*, *C. acicula*, *Hyalicylis striata*, *Atlanta* spp., *A. gaudichaudi* y *A. lesueuri* fueron dominantes sobre los otros taxones.

Conclusiones

Con base en la temperatura y la salinidad, se determinó que en todas las localidades estudiadas se encontraba la masa de agua del Golfo de California (AGC)

Se determinó un total de 32 taxones de moluscos holoplantónicos.

Los organismos del orden Thecosomata fueron los que obtuvieron la mayor densidad a nivel de grupo.

Los mayores valores de densidad los registraron *Creseis virgula* forma *virgula*, *C. virgula* forma *conica*, *C. acicula* forma *acicula* y *C. acicula* forma *clava* y los menores *Cardiapoda richardi*, Thliptodontinae, *Cephalobranchia macrochaeta* y *Pneumoderma*.

Se registraron por primera vez para el Golfo de California a los heterópodos: *Atlanta helicinoides*, *Cardiapoda richardi*, *Pterotrachea coronata* y *Carinaria* sp., así como a los pterópodos eutecosomados: *Cavolinia tridentata* forma *tridentata*, *Cavolinia uncinata* forma *uncinata*, *Limacina inflata*; al pterópodo pseudotecosomado *Corolla spectabilis* y a los gimnosomados: Clionidae, Notobranchaeidae, Pneumodermatidae, Thliptodontinae, *Cephalobranchia macrochaeta* y *Pneumoderma*.

El 22% de los taxones se caracterizaron como dominantes, el 28% como constantes y el 50% como raros, mientras que en la categoría de ocasionales no se registró taxón alguno.

La localidad frente a Guaymas, que fue la más somera, presentó la mayor densidad.

No se logró distinguir si los factores de temperatura, profundidad y salinidad influyeron tanto en la densidad como en la distribución de los moluscos holoplantónicos.

Se puede decir, por los valores de diversidad, que hacia el sur de las Grandes Islas la densidad y riqueza de los moluscos holoplantónicos aumenta.

Apéndice 1. Registro de la densidad (No. org/1000 m³) de los taxones determinados en cada localidad, su frecuencia y su riqueza, al sur de las Grandes Islas del Golfo de California, durante el otoño de 1978.

Taxón/estación	56 - 20	56 - 30	56 - 40	56 - 45	59 - 20	59 - 45	62 - 20	62 - 30	62 - 40	62 - 50	62 - 55	Densidad	Frec
<i>Atlanta</i> spp	72.54	105.99	135.67	30.79	35.36	18.37	45.82	7.86	101.18	17.01	492.01	1062.60	11
<i>Atlanta helicinooides</i>		24.46	1.27									25.73	2
<i>Atlanta lesueuri</i>	73.99	95.12	32.97	28.86	13.75	24.50	63.33	5.24	80.10	28.79	415.34	861.99	11
<i>Atlanta gaudichaudi</i>	55.13	93.76	35.50	61.57	13.75	38.79	55.25	2.62	49.18	40.57	523.96	970.10	11
<i>Carinaria</i> sp.							1.35			9.16		10.51	2
<i>Cardiapoda placenta</i>			6.34						4.22	2.62		13.17	3
<i>Cardiapoda richardi</i>			1.27									1.27	1
<i>Firoida desmaresti</i>	52.23	20.38	8.88	5.77	19.65	10.21	5.39	3.93	115.23	11.78		253.44	10
<i>Pterotrachea coronata</i>											6.39	6.39	1
<i>Limacina trochiformis</i>	121.86	6.79	17.75	67.35	53.05	6.12	6.74	6.55	50.59	19.63	38.34	394.77	11
<i>Limacina helicoides</i>					3.93							3.93	1
<i>Limacina inflata</i>	20.31	43.48	112.84	30.79	133.60	10.21	63.33	3.93	74.48	22.25		515.22	10
<i>Cavolinia</i> spp.	15.96	24.46	8.88		5.89		6.74		16.86		19.17	97.96	7
<i>Cavolinia tridentata</i> forma <i>tidentata</i>	85.59	100.56	27.89	34.64	13.75		53.90	34.06	57.62	3.93	19.17	431.11	10
<i>Cavolinia uncinata</i> forma <i>uncinata</i>			5.07						1.41			6.48	2
<i>Clyo piramidata</i>	21.76	20.38	96.36	57.73	51.08		4.04	36.68	49.18	30.10	140.58	507.90	10
<i>Creseis acicula</i> forma <i>acicula</i>	59.48	105.99	93.83	165.48	35.36	40.83	72.77	7.86	94.15	64.13	2785.94	3525.83	11
<i>Creseis acicula</i> forma <i>clava</i>	265.49	158.99	22.82	115.45	27.50	67.37	71.42	10.48	80.10	34.03	1079.87	1933.53	11
<i>Creseis virgula</i> forma <i>conica</i>	94.30	252.75	64.66	90.44	41.26	12.25	113.19	26.20	60.43	45.81	587.86	1389.14	11
<i>Creseis virgula</i> forma <i>virgula</i>	20.31	347.87	161.02	215.51	88.41	98.00	374.61	23.58	369.59	430.57	11361.02	13490.50	11
<i>Hyalocilis striata</i>	134.92	184.81	385.44	228.98	72.69	46.96	68.72	311.80	663.29	39.26	421.73	2558.61	11
<i>Cymbulia peroni</i>	1.45		16.48		11.79		17.51	10.48	8.43	2.62		68.76	8
<i>Corolla spectabilis</i>		2.72	8.88		13.75		22.90	15.72	15.46			79.42	6
<i>Desmopterus pacificus</i>	13.06	14.95	16.48	13.47	9.82	12.25	10.78	1.31	91.34	96.85	25.56	305.87	11
Clionidae		2.72			1.96			2.62	19.67	2.62	12.78	42.37	6
Thliptodontinae							1.35					1.35	1
<i>Cephalobrachia macrochaeta</i>		1.36										1.36	1
Notobranchaeidae	1.45	1.36	5.07			2.04	2.70					12.62	5
Pneumodermatidae					3.93		1.35	3.93	7.03		12.78	29.01	5
<i>Pneumoderma</i> sp.		1.36										1.36	1
<i>Phylliroe bucefala</i>	15.96				7.86		2.70		9.84			36.35	4
<i>Cephalophye trematoides</i>	13.06				5.89				8.43			27.38	3
Densidad	1138.84	1610.27	1265.37	1146.82	664.05	387.91	1065.88	514.87	2027.82	901.71	17942.49	28666.03	
Riqueza	19	21	22	14	22	13	22	18	23	18	16		

Literatura citada

- Abbott, R.T. 1974. *American Seashells. The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America*. Van Nostrand Reinhold Company. Nueva York. 668 pp.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. pp. 247-449. *In: Bostwick K. (ed.). Ecosystems of the World. Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam.
- Álvarez-Borrego, S. & J. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. pp. 555-567. *In: Dauphin, J.P. & B. Simoniet (eds.). The Gulf and peninsular province of the Californias. American Association of Petroleum Geologists. Memoire 47, Tulsa, Okla.*
- Álvarez-Borrego, S. y R.A. Schwartzlose. 1979. Masas de Agua del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 6(1-2): 43-63.
- Badan-Dangon, A., C.J. Koblinsky & T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta* 8(1): 13-22.
- Bé, A.W.H. & W.A. Gilmer. 1977. A Zoogeographic and taxonomic review of Euthecosomatous Pteropoda. pp. 733-808. *In: Ramsay, A.T.S. (ed.). Oceanic Micropaleontology*. Academic Press, Londres.
- Bouchet, P. & J.P. Rocroi. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacología* 47(1-2): 1-397.
- Briton, E., A. Fleminger & D.C. Siegel. 1986. The temperate and tropical planktonic biotas of Gulf of California. *Reports California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations* 27: 228-266.
- Brusca, R.C. & G.J. Brusca. 2003. *Invertebrates*. Sinauer. Massachusetts. 936 pp.
- Chen, C. & A.W. Bé. 1964. Seasonal distributions of euthecosomatous pteropods in the surface waters of five stations in the Western North Atlantic. *Bulletin of Marine Science Gulf & Caribe* 14(2): 185-220.
- Chen, C. & N.S. Hillman. 1970. Shell-Bearing pteropods as indicators of waters masses off Cape Hatteras, North Carolina. *Bulletin of Marine Science* 20(2): 350-367.
- Della Croce, N. & S. Frontier. 1966. Thecosomatous pteropods from the Mozambique Channel. *Bolletino dei Musei e Degli Istituti Biologici dell'Università di Genova* 34(207): 107-113.

- Emilsson, I. & M.A. Alatorre. 1997. Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California. pp. 173-182. *En: M.F. Lavín, (ed.). Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía 3, Unión Geofísica Mexicana.*
- Fabry, V.J. 1990. Shell grown rates of pteropod and heteropod molluscs and aragonite production in the open ocean: implications for the marine carbonate system. *Journal of Marine Science Research 48: 209-222.*
- Fernández-Álamo, M.A. 1996. New Records of Phylliroidae (Opisthobranchia: Nudibranchia) from the Gulf of California, Mexico. *The Veliger 39(4): 356-359.*
- Fernández-Álamo, M.A. 1997. Distribución horizontal y vertical de *Phylliroe bucephala* y *Cephalopige trematoides* (Opisthobranchia: Nudibranchia) en el Golfo de California. *Hidrobiológica 7: 75-80.*
- Fernández-Álamo, M.A. & M.E. Vicencio-Aguilar. 1996. Los moluscos del holoplancton. *Sociedad Internacional de Malacología Médica y Aplicada 7: 1-4.*
- Frontier, S. 1981. Tratamiento de datos. pp. 169-188. *En: Boltovskoy, D. (ed.). Atlas del Zooplancton Sudoccidental. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Mar del Plata, Argentina.*
- Guerrero-Vázquez, S. 1985. Distribución y abundancia de los moluscos pterópodos y heterópodos (Gasteropoda: Prosobranchia y Opisthobranchia) de la Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit, México. *Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. México. 99 pp.*
- Hernández, F. & S. Jiménez. 1996. Nota sobre la presencia de *Phylliroe bucephala* (Mollusca, Opisthobranchia, Nudibranchia) en aguas de la isla del Hierro (Canarias). *Revista de la Academia Canaria de la Ciencia 8 (2-4): 173-181*
- Hernández, F., S. Jiménez, M.A. Fernández-Álamo, E. Tejera & E. Arbelo. 2001. Sobre la presencia de los moluscos nudibranchios planctónicos en el Archipiélago de Cabo Verde. *Revista Académica Canarias Ciencias 12(3-4): 49-54.*
- Hickman, C.P., L.S. Roberts & A. Larson. 2003. *Principios Integrales de Zoología.* Ed. McGraw-Hill Interamericana. Madrid. 895 pp.
- Jiménez-Navarro, S. 2001. Nudibranchios. pp.162-166. *En: Hernandez-Martín F. (ed.). Biodiversidad Pelágica de Canarias: Grupo de trabajo internacional, base de datos y atlas. Informe del Proyecto de Acciones Especiales de I+D. Mar-1999-0722-E. Secretaria de Estado de Universidades, Investigación y Desarrollo. Gobierno de España, Canarias.*

- Kahru, M., S.G. Marinone, S.E. Lluch-Cota, A. Parés-Sierra & B.G. Mitchell. 2004. Ocean-color variability in the Gulf of California: scales from days to ENSO. *Deep-Sea Research* 2 (51): 139-146.
- Keen, A.M. 1971. *Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusk from Baja California to Peru*. Stanford University Press, California. 854 pp.
- Lalli, M.C. & R.W. Gilmer. 1989. *Pelagic Snails. The Biology of Holoplanktonic Gastropod Molluscs*. Stanford University Press, California. 259 pp.
- Lavín, M.F., E. Beier & A. Badan. 1997a. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: escalas estacional e interanual. pp. 141-171. *En: M. F. Lavín (ed.) Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Unión Geofísica Mexicana, Monografía 3
- Lavín, M.F., R. Durazno, E. Palacios, M.L. Argote & L. Carrillo. 1997b. Lagrangian observations of the circulation in the Northern Gulf of California. *Journal of Physical Oceanography* 27(10): 2298-2305.
- Lavín, M.F., G. Gaxiola-Castro, J.M. Robles & K. Richter. 1995. Winter water masses and nutrients in the Northern Gulf of California. *Journal of Geophysical Research* 100(C5): 8587- 8605.
- Leal, D.G. 1968. Contribución al conocimiento de la taxonomía y distribución de los pterópodos (Mollusca: Opisthobranchia) de tres áreas del Pacífico Mexicano. *Tesis de Licenciatura*, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 89 pp.
- Magaldi, N.H. 1974. Moluscos Holoplanctónicos del Atlántico Sudoccidental. I. Pterópodos Eutecosomados colectados por el "Atlantis II" en marzo de 1971. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4(27): 1-34.
- Magaldi, N.H. 1977. Moluscos Holoplanctónicos del Atlántico Sudoccidental. III. Heterópodos y Pterópodos de aguas superficiales brasileñas y uruguayas. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4(33): 239-320.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. Nueva Jersey. 179 pp.

- Matsubara, K.A.J.O. 1975. Sistemática, distribución, abundancia y relaciones ambientales de los pterópodos tecosomados de la Bahía de Campeche, México. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 75 pp.
- McGowan, J.A. 1960. The systematics, distribution and abundance of the Euthecosomata of North Pacific. *P.D. Thesis*. University of California. San Diego, California. 212 pp.
- McGowan, J.A. 1968. The Thecosomata and Gymnosomata of California. *The Veliger* 3: 103-129.
- McGowan, J.A. 1976. Pseudothechosomata, Gymnosomata and Heteropoda (Gastropoda). Bohn Scheltema y Holkema, Utrecht. 410 pp.
- Richter, G. & R.S. Seapy, 1999. Heteropoda. pp. 624-647. *In: Boltovskoy D. (ed.). South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Roden, G.I. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pacific Science* 12(1): 21-45
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. *In: Van Handel T.H. and G.G. Shor. (comps). Marine Geology in the Gulf of California*. Memories American Association of Petrology Geological 3: 30-58.
- Roden, G.I. 1980. Oceanografía del Golfo de California. pp. 1-78. Centro de Ciencias de Mar y Limnología, UNAM. Contribución No. 209. Inédito.
- Roden, G.I. & I. Emilsson. 1979. Oceanografía física del Golfo de California. pp. 1-67. *En: Ayala-Castañares, A., F.B. Phlegel, R. Schwartzlose y A. Laguarda (eds.). Simposio El Golfo de California*. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Rosas, C.A. 1985. Crucero AA7810. pp. 313-356 *En: Secretaría de Pesca (eds.). Informes de Cruceros de Investigación Pesquera*. Secretaría de Pesca, Instituto de Pesca, México.
- Sánchez-Nava, S. 1984. Sistemática, distribución y abundancia de los moluscos pelágicos (Gastropoda: Heteropoda y Pterópoda) en el Domo de Costa Rica. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 180 pp.
- Soto-Mardones, L., S.G. Marinone & A. Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espacio-temporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 25: 1-30.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. 1988. pp. 537-538. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. McGraw Hill /Interamericana de México.

- Suárez, M.E. & R. Gasca. 1992. Pterópodos (Gastropoda: Thecosomata y Pseudothecosomata) de Agua Superficiales (0-50m) del Sur del Golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 12: 1-10.
- Suárez, M.E. & R. Gasca. 1998. Thecosome Pteropod (Gastropoda) Assemblages of the Mexican Caribbean Sea (1991). *The Nautilus* 112(2): 43-51.
- Tesch, J.J. 1948. The Thecosomatous Pteropods. II, *The Indo-Pacific*. *Dana Report* 5(30): 1-45.
- Van der Spoel, S. 1967. Euthecosomata: A group with remarkable development stages (Gastropoda: Pteropoda). J. Noordum, Zoon N. V., Gorinchen, Netherlands. 375 pp.
- Van der Spoel, S. 1970. Are a Pteropods really Pteropods? (Mollusca: Gastropoda). *Bulletin Zoologisch Museum* 9(1): 1-6.
- Van der Spoel, S. 1996a. Heteropoda. pp. 407-457. *En: Gasca, R. y E. Suárez (eds.). Introducción al Estudio del Zooplancton Marino*. El Colegio de la Frontera del Sur y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Van der Spoel, S. 1996b. Pteropoda. pp. 459-528. *En: Gasca, R. y E. Suárez (eds.). Introducción al estudio del zooplancton marino*. El Colegio de la Frontera del Sur y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Van der Spoel, S. & D. Boltovskoy, 1981. Pteropoda. pp. 493-531. *In: Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Mar del Plata, Argentina.
- Van der Spoel, S. & J.R. Dadon. 1999. Pteropoda. pp. 649-706. *In: Boltovskoy, D. (ed.). South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Vicencio-Aguilar, M.E., S. Sánchez-Nava & M.A. Fernández-Álamo. 2000. Moluscos pelágicos de la región occidental del estado de Baja California, México. *Sociedad de Malacología Médica y Aplicada* 11: 9-11.
- Zarate-Juárez, K.M. 2006. Composición, distribución y abundancia de los moluscos holoplanctónicos (Gastropoda) en la región de las Grandes Islas del Golfo de California, México, otoño, 1978. *Tesis de Licenciatura*, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 76 pp.