



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Análisis de la composición de Pterópodos y
Heterópodos (Mollusca: Gastropoda) en Bahía de
Banderas, Pacífico Mexicano, octubre 2004**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

ZAYRA LÓPEZ CABELLO



DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MARÍA ANA DEL CARMEN FERNÁNDEZ
ÁLAMO

Ciudad Universitaria, CD. MX., 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de Datos de Jurado

1. Datos del alumno

López
Cabello
Zayra
21 57 66 53
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
307135616

2. Datos del tutor

Dra.
María Ana del Carmen
Fernández
Álamo

3. Datos del sinodal 1

Dra.
María Martha
Reguero
Reza

4. Datos del sinodal 2

M. en C.
Elia
Lemus
Santana

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
Brian
Urbano
Alonso

6. Datos del sinodal 4

M. en C.
Hisol Sarai
López
Arellanes

7. Datos del trabajo escrito

Análisis de la composición de Pterópodos y
Heterópodos (Mollusca: Gastropoda) en
Bahía de Banderas, Pacífico Mexicano,
octubre 2004
67 p
2017

*A quien siempre creyó en mí:
Mi mamá, Aide Cabello Alquicira,
por tu cariño, esfuerzos y sacrificios.*

*A mi familia:
Mi "mamá" Aurora Alquicira, mi sobrino V. Omar Martínez,
mi hermana Samantha López, mi papá Ypolito López
y mi tío Ulises Cabello.*

¡Los amo!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme ser parte de su comunidad. Por todo lo que me ha brindado y he aprendido en mi estancia como estudiante, por mi formación que ha cambiado mi forma de pensar y ver el mundo. Gracias por esta experiencia.

Agradezco a la Dra. María Ana Fernández Álamo, por ofrecerme un lugar en el Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias y el material necesario para poder elaborar el presente trabajo.

A los miembros de mi comité sinodal: Dra. María Martha Reguero Reza, M. en C. Elia Lemus Santana, M. en C. Brian Urbano Alonso y M. en C. Hisol S. López Arellanes que con sus comentarios y observaciones ayudaron a mejorar este trabajo.

A la Biol. Susana Guzmán Gómez del Laboratorio de Microscopia y Fotografía de la Biodiversidad del Instituto de Biología, por la asesoría técnica en fotografía.

Al Dr. César Flores Coto, por darme un espacio en su laboratorio, por las oportunidades que me ha brindado y que me han hecho crecer en el ámbito profesional. Gracias por todo el interés y apoyo que he recibido de su parte para poder terminar mi tesis.

A mis maestros de la materia de malacología: M. en C. Elia Lemus Santana, por lo que me enseñaste y todo el apoyo que me has brindado. Tú me ayudaste a conjuntar dos de mis pasiones académicas: el zooplancton y los moluscos, con el gusto, energía e interés que mostrabas en clase. Gracias. Y al M. en C. Brian Urbano Alonso, por todo lo que he aprendido de ti, incluso después de haber llevado clases, por siempre tener la disposición e interés cuando he tenido dudas, gracias por compartirme esa energía de seguir aprendiendo y trabajando.

A la M. en C. Hisol S. López Arellanes, por tus comentarios, por la literatura prestada y todo lo que he aprendido contigo, por solucionar mis dudas, el apoyo que me has dado y los consejos para seguir adelante, gracias. Has sido una gran maestra para mí.

Al M. en C. Faustino Zavala por las asesorías, la disposición para resolver nuestras dudas y todo el apoyo.

Agradezco a mi mamá, Aide Cabello Alquicira, quien ha dedicado su vida y ha hecho lo posible por darme lo necesario para poder cumplir mis objetivos, por todas las motivaciones y siempre confiar en mis capacidades. A pesar de los obstáculos nunca dejaste de luchar. Gracias.

A mi mamá Aurora y a mi hermana Samy quienes más me han soportado en mis ratos malos y me ayudado en lo posible, gran parte de lo que soy es por ustedes. Gracias por su cariño y paciencia.

A mi amiga y compañera Sandra Antonio B., por tu valiosa amistad, por escucharme, darme siempre tu apoyo incondicional y paciencia en mis momentos malos. Te agradezco infinitamente el tiempo que dedicaste para ayudarme a mejorar este trabajo.

A mis amigas y compañeras de clases, salidas, experiencias buenas y malas Raquel Hernández y Adonis Mingüer, ustedes han sido una pieza muy importante en mi vida, he aprendido y vivido muchas cosas en su compañía. Gracias por su apoyo cuando lo necesité.

A mis compañeros del Laboratorio de Invertebrados, Alejandra, Magali, José, Sandra, Vero y Lupita, con quienes compartí esta última etapa, por hacer grata mi estancia en el laboratorio y en su momento la ayuda que me ofrecieron.

A mis compañeros y amigos del Laboratorio de Zooplancton: Gaby, Lili y Daniel, por los buenos momentos, todas sus motivaciones y apoyo. A Armando, por la asesoría en el uso de software, y todas sus recomendaciones.

A mis amigos de la carrera, que en diferentes momentos hicieron que esta etapa fuera especial, con su compañía: A Miguel, con quien pasé muchos momentos agradables, a pesar de las circunstancias siempre serás una persona muy querida para mí. A Ángeles por los buenos momentos de clase y tu amistad. A Itzel, Quique, Karla, Etna y Vane con quienes pasé buena parte de mi tiempo en la facultad, en clases, ratos libres y prácticas de campo. A Nallely, fue muy motivador conocer a una persona tan dedicada y que muchas veces me motivó a no tirar la toalla en clase, gracias por tu amistad. A Nancy con quien compartí muy buenos momentos en clase y en prácticas de ecología, que al final terminaban siendo una gran satisfacción. Y a Javier, por la ayuda que en su momento me brindaste.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
PHYLUM MOLLUSCA	3
HETERÓPODOS	3
PTERÓPODOS	4
IMPORTANCIA.....	5
ANTECEDENTES	6
JUSTIFICACIÓN	9
OBJETIVOS	9
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS PARTICULARES	9
ÁREA DE ESTUDIO	10
MATERIAL Y MÉTODO	13
TRABAJO DE CAMPO.....	13
TRABAJO DE LABORATORIO.....	13
TRABAJO DE GABINETE	13
RESULTADOS	17
COMPOSICIÓN TAXONÓMICA	17
RIQUEZA, DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN.....	18
<i>Pterópodos</i>	19
<i>Heterópodos</i>	26
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA	32
<i>Jerarquización</i>	32
<i>Índices de diversidad, dominancia y equidad</i>	33
<i>Curva de acumulación de especies</i>	36
ASOCIACIONES DE LOCALIDADES	37

DISCUSIÓN.....	39
COMPOSICIÓN TAXONÓMICA	39
RIQUEZA, DISTRIBUCIÓN Y DENSIDAD.....	39
<i>Pterópodos</i>	39
<i>Heterópodos</i>	41
DIVERSIDAD, DOMINANCIA Y EQUIDAD.....	43
CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES	44
ASOCIACIONES.....	44
CONCLUSIONES	46
LITERATURA CITADA.....	47
ANEXO I	57
ANEXO II	65
ANEXO III	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio y localidades de muestreo en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México.	10
Figura 2. Gráfico de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 2012) y categorías asignadas de acuerdo con sus valores de densidad total (org/1,000 m ³) y porcentaje de las frecuencias de aparición. .	15
Figura 3. Riqueza de heterópodos y pterópodos en cada localidad de muestreo en la bahía de Banderas en octubre de 2004.	18
Figura 4. Densidad total (org/ 1,000 m ³) de moluscos holoplanctónicos por localidad de muestreo en la bahía de Banderas en octubre de 2004.	19
Figura 5. Porcentaje de heterópodos y pterópodos en la bahía de Banderas.	20
Figura 6. Densidad total (org/ 1,000 m ³) de especies de pterópodos y heterópodos en la bahía de Banderas, en octubre de 2004.	20
Figura 7. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m ³) de <i>Creseis virgula</i> en bahía de Banderas en octubre de 2004.	21
Figura 8. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m ³) de <i>Limacina trochiformis</i> en bahía de Banderas en octubre de 2004.	22
Figura 9. Distribución y abundancia densidad total (org/ 1,000 m ³) de <i>Creseis clava</i> en bahía de Banderas en octubre de 2004.	23
Figura 10. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m ³) de <i>Desmopterus pacificus</i> en bahía de Banderas en octubre de 2004.	24
Figura 11. Distribución densidad total (org/ 1,000 m ³) de <i>Diacria</i> sp. (a), <i>Cavolinia inflexa</i> (b) y <i>Pneumodermopsis paucidens</i> (c) en bahía de Banderas, octubre de 2004.	25
Figura 12. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m ³) de <i>Atlanta inflata</i> en bahía de Banderas en octubre de 2004.	26
Figura 13. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m ³) de <i>Atlanta helicinoidea</i> en bahía de Banderas en octubre de 2004.	27
Figura 14. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m ³) de <i>Atlanta lesueurii</i> en bahía de Banderas en octubre de 2004.	28
Figura 15. Distribución y densidad total (org/ 1,000m ³) de <i>Protatlanta souleyeti</i> en bahía de Banderas en octubre de 2004.	29
Figura 16. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m ³) de <i>Oxygyrus inflatus</i> en bahía de Banderas en octubre de 2004.	30
Figura 17. Distribución y densidad total de <i>Atlanta</i> cf. <i>peronii</i> (a), <i>Atlanta</i> cf. <i>gaudichaudi</i> (b) y <i>Pterosoma planum</i> (c) en bahía de Banderas en octubre de 2004.	31
Figura 18. Diagramas de Olmstead-Tuckey (Sokal y Rohlf, 2012) para especies de pterópodos y heterópodos de la bahía de Banderas en octubre de 2004.	32

Figura 19. Valores de diversidad (bits/ind) de las especies de heterópodos y pterópodos en bahía de Banderas, en octubre de 2004.	35
Figura 20. Valores de Equidad las especies de heterópodos y pterópodos en bahía de Banderas, en octubre de 2004.	35
Figura 21. Curvas de acumulación de especies de pterópodos y heterópodos, de acuerdo al modelo asintótico del Clench (negro).	36
Figura 22. Grupos de estaciones definidas mediante el índice de similitud Bray y Curtis (1957), en la bahía de Banderas en octubre del 2004.	37
Figura 23. Agrupaciones de la comunidad de moluscos en la bahía de Banderas según el índice de similitud Bray y Curtis (1957), en octubre del 2004.	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición taxonómica de moluscos heterópodos y pterópodos en la bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit en octubre de 2004, de acuerdo con Bouchet y Rocroi (2005) y Gofas (2009), Gofas (2010) y Gofas (2016).	17
Tabla 2. Riqueza (S), diversidad (H'), dominancia (λ) y equidad (J') para heterópodos y pterópodos de la bahía de Banderas, en octubre del 2004.	33
Tabla 3. Valores de índices de diversidad (H'), dominancia (λ) y equidad (J') de heterópodos y pterópodos para cada una de las localidades de muestreo en la bahía de Banderas, octubre del 2004.	34
Tabla 4. Lista de especies de Heterópodos (Superfamilia Pterotracheoidea) según los antecedentes para el Pacífico mexicano, clasificación según Bouchet y Rocroi (2005) y Gofas (2010).	65
Tabla 5. Lista de especies de Pterópodos (Orden Thecosomata y Gymnosomata) según los antecedentes para el Pacífico mexicano, clasificación según Bouchet y Rocroi (2005) y Gofas (2009).	66

RESUMEN

Los heterópodos y pterópodos son moluscos holoplanctónicos, es decir, se encuentran durante todo su ciclo de vida en el plancton. Son importantes en investigaciones oceanográficas debido a que son considerados indicadores de masas de agua, además sus conchas son un componente relevante en el ciclo del carbono y una pieza útil en estudios de los sedimentos marinos. En la bahía de Banderas el estudio de los moluscos pterópodos y heterópodos no se ha realizado, por lo que el objetivo del presente estudio fue presentar el primer listado taxonómico de estos moluscos en el área de estudio y realizar un análisis de su composición durante un muestreo realizado en octubre del 2004. En general, en la bahía de Banderas se encontraron 8 especies de heterópodos y 6 de pterópodos que representaron 22.9 % y 26.9 % respectivamente del total de las especies de moluscos holoplanctónicos registradas en el Pacífico mexicano. *Pterosoma planum* es nuevo registro para el Pacífico mexicano y posiblemente *Pneumodermopsis paucidens* sea nuevo registro para el Pacífico americano. Las densidades más altas se registraron principalmente en zonas neríticas y se observó que en la bahía de Banderas los pterópodos fueron el grupo con las mayores densidades en la comunidad de moluscos analizada. Los resultados de los índices de diversidad, dominancia y equidad sugirieron que la comunidad pudo variar como resultado de un gradiente de transición batimétrica. El índice de similitud de Bray y Curtis (1957) asoció las localidades de muestreo en tres grupos que correspondieron a 3 regiones: La agrupación Norte con aguas someras y altos valores de densidad y dominancia. La agrupación Sur con las localidades más cercanas al cañón de Banderas, así como los valores más altos de diversidad y equidad. Y la agrupación central, la cual correspondió a una región de transición donde la batimetría de la zona cambia, y los valores de equidad y diversidad fueron intermedios.

ABSTRACT

Heteropods and pteropods are holoplanktonic gasteropod molluscs; they live all the time in the column water. They are important in oceanographic researches due to they are indicators of water masses, they are useful for oceanographic studies, also their shells are a relevant component in the carbon cycle and a useful piece in studies of marine sediments. There have not been studies of heteropods and pteropods in Banderas bay, therefore, the main objective was shown a first list of this molluscs and analyze their composition in this area on October, 2004. Eight species of heteropods and six species of pteropods were identified in Banderas bay; they accounted 22.9 % and the 26.9 % respectively of the total species recorded from the Mexican Pacific. *Pterosoma planum* is a new record of the Mexican Pacific and *Pneumodermopsis paucidens* is probably a new record of the American Pacific. The higher relative density were in neritic zones and pteropods group had the higher relative density in the analyzed community. While, the index of diversity, dominance and evenness suggest that the community could to vary due to a gradient of bathymetric transition. The Bray and Curtis (1957) index clustered the sampling localities on three assemblages that correspond to three regions: the North group, it included neritic localities and the higher density and higher dominance values. The South group, it had localities close to Banderas canyon and the higher diversity and higher evenness values. Finality, the Central group was a transition region, with bathymetry change and the diversity and evenness values were intermediate.

INTRODUCCIÓN

Phylum Mollusca

Es uno de los grupos con mayor diversidad de especies después de los artrópodos. Los moluscos son animales con simetría bilateral y celoma reducido. Se caracterizan por tener el cuerpo dividido en la cabeza, la masa visceral y el pie. Los órganos internos, ubicados en el dorso, forman la masa visceral. El cuerpo está rodeado por una extensión de la epidermis y cutícula llamada manto, el cual origina una cavidad conocida como cavidad del manto o cavidad palial. El manto posee glándulas que secretan espículas epidérmicas, placas o una concha de naturaleza calcárea (aragonita o calcita). En la parte ventral de la pared del cuerpo forman el pie, el cual es muscularmente bien desarrollado, suele ser aplanado y les sirve para la locomoción (Meglitsch, 1981; Brusca *et al.*, 2016).

El phylum Mollusca se divide en las Clases Caudofoveata, Solenogastres, Monoplacophora, Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda y Cephalopoda (Hickman *et al.*, 2001; Brusca *et al.*, 2016). Entre ellas, la clase Gastropoda es una de las más exitosas pues ha invadido ambientes terrestres, dulceacuícolas y marinos (Hickman *et al.*, 2001; Brusca *et al.*, 2016) tanto en el bentos como en el plancton. Los gasterópodos comúnmente conocidos como heterópodos y pterópodos son moluscos holoplanctónicos, es decir, son organismos que permanecen durante todo su ciclo de vida en la columna de agua y forman parte del plancton. Estos moluscos presentan adaptaciones anatómicas para vivir en el ambiente pelágico e incrementar su flotabilidad, entre las que destacan modificaciones en la morfología del pie y la tendencia a la reducción de talla del cuerpo y la concha (Lalli y Gilmer, 1989; Van der Spoel, 1996). Son considerados organismos cosmopolitas al encontrarse en todos los océanos del mundo (Lalli y Gilmer, 1989; Richter y Seapy, 1999 y Van der Spoel y Dadon, 1999).

Heterópodos

Los heterópodos pertenecen al Orden Littorinimorpha, Superfamilia Pterotracheoidea la cual incluye tres familias Atlantidae, Carinaridae y Pterotracheidae (Bouchet y Rocroi, 2005; Gofas, 2010). Son moluscos de abundancia moderadamente baja comparados con los pterópodos. Se distribuyen principalmente en latitudes tropicales y subtropicales. Presentan hábitos depredadores y se alimentan de copépodos, salpas, larvas de peces y pterópodos (Van der Spoel, 1996; Richter y Seapy, 1999).

Se caracterizan por poseer un pie amplio y alargado, en forma de aleta, que utilizan para nadar, con el lado ventral hacia arriba (Van der Spoel, 1996) y, en algunas ocasiones, esta aleta presenta en el borde una ventosa. Esta modificación en el pie ha dado el nombre característico de heterópodos, que significa pie diferente (Richter y Seapy, 1999; Wall-Palmer *et al.*, 2016).

El cuerpo y la concha son transparentes, con algunas regiones opacas que corresponden a los ojos y la masa visceral (Richter y Seapy, 1999). Los ojos son altamente desarrollados, lo que les favorece en sus hábitos depredadores; estos están envueltos en una cápsula ocular en la que se inserta un tentáculo, tienen lentes soportadas por una estructura en forma de copa pigmentada y con una ventana que permite la entrada de luz a la lente. Las características de los ojos varían entre especies, por lo que se ha considerado un carácter taxonómico importante (Van der Spoel, 1972a; Van der Spoel, 1996; Richter y Seapy, 1999).

La familia Atlantidae es la más abundante y primitiva del grupo. Todas las especies poseen una concha dextrógira donde retraen sus partes blandas, la última vuelta la concha es ampliamente alargada y lateralmente aplanada con una quilla a lo largo de su borde exterior (Richter y Seapy, 1999). En el pie poseen una estructura quitinosa y flexible llamada opérculo que utilizan para cerrar completamente la abertura de la concha. Al crecer el opérculo forma una espiral que deja líneas rectas después de la metamorfosis, estas ornamentaciones también son utilizadas como carácter taxonómico (Tokioka, 1961; Richter y Seapy, 1999).

Los moluscos de las familias Carinaridae y Pterotrachidae tienen menor abundancia. El cuerpo es ampliamente alargado y cilíndrico, con las vísceras compactadas dentro de una estructura llamada núcleo visceral que, en el caso de la familia Carinaridae, es pedunculado y está cubierto por una concha calcárea; mientras que en Pterotrachidae es piriforme, bien desarrollado y carece de concha (Richter y Seapy, 1999).

Pterópodos

Los pterópodos pertenecen a la Subclase Heterobranchia, Infraclass Euopistobranchia, se subdividen en los Ordenes Thecosomata y Gymnosomata (Gofas, 2009; Gofas, 2016). Se han caracterizado por la modificación del pie en dos alas nadadoras pareadas, de ahí la raíz latina del nombre *ptero* de alas y *podos* pie (Van der Spoel y Dadon, 1999). Los pterópodos tienen una amplia distribución en los ambientes marinos siendo comunes en las aguas neríticas y en las oceánicas, también se encuentran desde la superficie hasta profundidades batipelágicas. Presentan migraciones nictimerales en la columna de agua, ya que se alimentan por la noche cerca de la superficie y bajan a profundidades mayores durante el día (Van der Spoel y Dadon, 1999).

El Orden Thecosomata comprende dos Subórdenes Euthecosomata y Pseudothecosomata (Gofas, 2009). En el suborden Euthecosomata está la Superfamilia Cavolinioidea (Bouchet y Rocroi, 2005), con organismos que presentan una concha de aragonita con una gran variedad morfológica, ya que pueden estar enrolladas a la izquierda (familia Limacinidae), ser rectas puntiagudas, en forma de botella, globosas, piramidales o estar compuestas por dos estructuras semejantes a valvas (familia Cavoliniidae) (Lalli y Gilmer, 1989).

Mientras tanto, en el Suborden Pseudotechosomata está la Superfamilia Cymbulioidea (Bouchet y Rocroi, 2005; Gofas, 2009), que agrupa organismos que se caracterizan por la fusión de las alas en una sola placa nadadora y presentan una proboscis formada por lóbulos pedales. Algunas especies presentan una concha externa levógira con ornamentaciones (familia Peraclididae), pueden carecer de concha (familia Desmopteridae) y en algunas especies desarrollan una pseudo-concha gelatinosa interna que reemplaza a la concha calcárea externa y les permite reducir su peso (familia Cymbulidae) (Lalli y Gilmer, 1989). Son organismos herbívoros que capturan su alimento por medio de un sistema muco-ciliar, constituido por cilios acoplados a la secreción de mucosidad (Van der Spoel, 1996).

El Orden Gymnosomata incluye organismos con un cuerpo generalmente cilíndrico y sin concha, algunos de ellos solo la presentan durante los primeros días del desarrollo embrionario, por lo que pueden o no presentar manto (Van der Spoel, 1996; Van der Spoel y Dadon, 1999). Este grupo se divide en las Superfamilias Clionoidea e Hydromyloidea (Bouchet y Rocroi, 2005). Son depredadores activos que se alimentan principalmente de tecosomados por medio de estructuras especializadas como ganchos, glándulas pegajosas y brazos con ventosas (Van der Spoel, 1996).

Importancia

La importancia de los moluscos heterópodos y pterópodos radica en su papel dentro de la red trófica, pues sus hábitos alimenticios van desde fitoplanctófagos y detritívoros hasta carnívoros. Es preciso indicar que también son depredados por especies de importancia comercial, como atunes (*Thunnus albacares*), lanzones (*Alepisaurus ferox* y *Alepisaurus brevirostris*), linternillas (*Centrobranchus nigroocellatus*), arenques (*Cuplea* spp.), jureles (*Trachurus* spp.) y salmones (*Salmo* spp.), así como tortugas y escifomedusas (*Pelagia noctiluca*) (Russell, 1960; Lalli y Gilmer, 1989; Van der Spoel, 1996).

Por otro lado, las conchas de estos moluscos se depositan y forman parte de los sedimentos. En el bentos son utilizadas como refugio para organismos pequeños, incluso existen

zonas conocidas como “pteropod ooze” o “lodos de pterópodos” donde constituyen la mayor proporción de los sedimentos marinos (McGowan, 1960; Lalli y Gilmer, 1989).

En el ciclo del carbono, los heterópodos y pterópodos con concha son un componente importante y dinámico. Las conchas al sedimentarse participan en la deposición del carbono, mientras que al desintegrarse, liberan CO₂ al agua que posteriormente es transportado a la atmósfera (Lalli y Gilmer, 1989; Fabry, 1990; Comeau *et al.*, 2009). Asimismo, se ha visto que la disminución del *pH* oceánico y cambios en la concentración del CO₂ atmosférico pueden favorecer la disolución de las conchas (Wall-Palmer *et al.*, 2011). Algunos grupos, principalmente los pterópodos tecosomados, han sido utilizados en estudios paleoecológicos y paleoclimáticos; se ha mostrado que los cambios en la abundancia de las especies en diferentes horizontes de los sedimentos están relacionados con eventos climáticos, como glaciaciones (Wall-Palmer *et al.*, 2011).

Los pterópodos tecosomados y gimnosomados estudiados en aguas antárticas, se han considerado de utilidad como indicadores de masas de agua (Fabry, 1990; Supernand, 2013). También se ha demostrado que hay especies de heterópodos y pterópodos que son sensibles a variaciones en la temperatura, *pH* y salinidad (Matsubara, 1975; Cruz, 2012), y se ha analizado su respuesta ante eventos climáticos como “El Niño” (Cruz, 1996 y 1998). Es importante señalar que Cruz (1998) considera que para poder interpretar el estado del ecosistema marino es necesario analizar a estos dos grupos en conjunto.

ANTECEDENTES

En el Pacífico, algunos trabajos relevantes sobre heterópodos y pterópodos fueron los realizados por McGowan (1960 y 1967), quién describió los patrones de distribución de los Eutecosomados del Pacífico Norte y los relacionó con la distribución de las masas de agua. Más adelante elaboró un Atlas de la distribución de los moluscos pelágicos de la región de la Corriente de California, donde incluyó también a los heterópodos (McGowan, 1967).

Más tarde Seapy (1974) en el sur de California analizó la distribución y abundancia de *Carinaria japonica*, donde observó que su frecuencia fue mayor en las zonas aledañas a la Corriente de Baja California. Posteriormente, Seapy (1990) estudió los patrones de distribución vertical de la comunidad de heterópodos en las islas de Hawaii. En otros temas, Thiriot-Qhiévieux y Seapy (1997) realizaron estudios cromosómicos sobre las familias Atlantidae, Carinaridae y Pterotrechidae de aguas de Hawaii, donde corroboraron que la familia Atlantidae es la más primitiva y que dio origen a Carinaridae y Pterotrachidae.

Otros estudios en el sur del Pacífico han sido los siguientes: Sánchez-Nava (1984), en el Domo de Costa Rica, describió la composición de la comunidad de pterópodos y heterópodos, y encontró 18 especies en la zona.

Cruz (1983, 1996 y 1998), en el golfo de Guayaquil, Ecuador, analizó la utilidad de los pterópodos y heterópodos como indicadores del evento climático “El Niño”. Determinó que la diversidad y abundancia de estos moluscos aumentó al inicio y durante dicho evento. Posteriormente, Cruz (2012) realizó un análisis de la tolerancia de estos organismos a la temperatura y salinidad, clasificándolos en especies euritermas, estenotermas, eurihalinas y estenohalinas.

En México, Leal-Rodríguez (1968) realizó el primer estudio sobre moluscos holoplanctónicos en el Pacífico, registrando un total de 10 especies en Topolobampo, Las islas Marías y frente al río Balsas. En las tres zonas encontró diferencias de abundancia y composición de las especies entre los ambientes nerítico y oceánico.

Sánchez-Hidalgo (1989 y 1994), frente a la costa occidental de Baja California, estudió los heterópodos y pterópodos, observó que la mayor abundancia ocurrió en las zonas costeras, mientras que la mayor diversidad correspondió a las zonas oceánicas. Posteriormente, Molina-González (2014) analizó la variación latitudinal y estacional de esta misma comunidad de moluscos en la costa occidental de Baja California en un periodo de dos años, encontrando que la abundancia de los géneros *Desmopterus* y *Pterotrachea* cambió dependiendo de la latitud y la temperatura, también sugirió que la variación interanual pudo estar relacionada con los eventos climáticos de “El Niño” y “La Niña”.

Zárate-Juárez (2006) y Espinosa-Balvanera (2008) estudiaron los moluscos holoplanctónicos cerca de las Grandes islas del golfo de California. En ambos trabajos se observó que los pterópodos tecosomados fueron los más abundantes. Por un lado Zárate-Juárez (2006) encontró mayores abundancias en temperaturas altas y la mayor riqueza en localidades someras; mientras que Espinosa-Balvanera (2008) mencionó que las localidades con mayor riqueza y abundancia fueron las más sureñas y con mayor profundidad.

Posteriormente Angulo-Campillo (2009) y Angulo-Campillo *et al.* (2011), en el golfo de California, desde Bahía Concepción hasta Mazatlán, estudiaron la taxocenosis de los moluscos holoplanctónicos. Angulo-Campillo (2009) determinó tres grupos dependientes de la temperatura: frío, de transición y cálido, mismos que delimitaron tres zonas: norte, centro y sur.

Sánchez-Valencia (1990), en la plataforma superior y el talud continental del golfo de California, determinó la composición de los heterópodos y pterópodos depositados en los sedimentos marinos, donde obtuvo un total 10 especies de pterópodos y tres de heterópodos.

Por otro lado, Guerrero-Vázquez (1985), en Bahía de Matanchén, Nayarit, describió la composición estacional de moluscos holoplanctónicos en cuatro temporadas del año. En total encontró 7 especies y observó que la temporada más diversa fue la de invierno, mientras que en otoño se presentó la mayor abundancia.

Moreno-Alcántara (2012) y Moreno-Alcántara *et al.* (2014), en el golfo de Tehuantepec, analizaron la composición y distribución de los moluscos holoplanctónicos. Reconocieron que el golfo de Tehuantepec es una zona de alta diversidad y que entre las localidades de muestreo los valores de diversidad aumentaron al acercarse a la zona oceánica. También hicieron hincapié en reconsiderar el estatus de algunas especies indicadoras de aguas templadas de la zona de transición del Pacífico Norte (*Atlanta californiensis* y *Carinaria japónica*) y de aguas subpolares (*Limacina helicina*) al encontrarlas en esta zona tropical.

En otros aspectos, Moreno-Alcántara (2015) realizó una revisión taxonómica de las especies de la familia Atlantidae del Pacífico mexicano con base en análisis morfológicos, morfométricos y genéticos. Concluyó que de las 18 especies registradas en el Pacífico mexicano solo *Oxygyrus inflatus* y 13 especies del género *Atlanta* son válidas. También puso en duda los registros de *A. meteori* y *Protatlanta souleyeti* en el Pacífico Oriental Tropical.

En bahía de Banderas se han realizado estudios en los que se han incluido diversos grupos del zooplancton (Lora-Jaimes, 1998), anfípodos (Díaz, 1992), eufáusidos (Shibya, 1992) y medusas (Argudín, 2012; Zedillo-Avelleyra, 2015) así como análisis de proliferaciones algales (Cortés-Lara *et al.*, 2004; Gómez-Villareal *et al.*, 2008; Jiménez-Pérez *et al.*, 2013) entre otros, sin embargo no se han realizado estudios sobre la composición y distribución de los moluscos heterópodos y pterópodos.

JUSTIFICACIÓN

La bahía de Banderas, es una zona económica importante para el país en donde se aprovechan distintos tipos de recursos pesqueros. En la bahía se llevan a cabo diversas actividades de ecoturismo como avistamiento de mamíferos marinos, pesca deportiva, campamentos tortugeros y buceo guiado. Estudios faunísticos en esta área, tan dinámica y económicamente importante, son herramientas importantes para generar conocimiento, que en investigaciones futuras, pueden ayudar a entender el estado de la comunidad, reconocer los factores que pueden afectarla y permitir la creación de medidas conservación. Como ya se ha mencionado, la importancia de los moluscos holoplactónicos reside en su utilidad como indicadores de masas de agua, aunado a que son un componente importante dentro del ecosistema marino al participar en los diferentes eslabones de la red trófica, así como la contribución de sus conchas en el ciclo del carbono.

El estudio de estos moluscos en la bahía de Banderas no se ha realizado hasta el momento, y debido a su utilidad en análisis oceanográficos, este trabajo pretende presentar el primer estudio sobre la composición de heterópodos y pterópodos en la zona, así como un análisis de su composición, con el objetivo de contribuir al conocimiento del zooplancton de la bahía de Banderas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar la composición de los moluscos holoplanctónicos heterópodos y pterópodos en la bahía de Banderas, Jalisco - Nayarit en octubre de 2004.

Objetivos particulares

Obtener una lista de la composición taxonómica de los heterópodos y pterópodos presentes en el área de estudio.

Determinar la abundancia y la distribución de los heterópodos y pterópodos en la bahía de Banderas.

Realizar una caracterización ecológica de las especies o conjuntos taxonómicos de ambos grupos de moluscos.

ÁREA DE ESTUDIO

La bahía de Banderas se encuentra en el Pacífico Oriental, entre los estados de Nayarit al norte y Jalisco al sur (Nuñez-Cornú y Suárez-Placencia, 2005). Se ubica geográficamente entre los 20° 25' y 20° 47' latitud norte, y los 105° 41' y 105° 16' longitud oeste (Plata y Filonov, 2007). Es una de las bahías más grandes del mundo, con una longitud promedio de 30 km de norte a sur y 40 km de este a oeste; su extensión total es de 4,289 km² aproximadamente (Moncayo, *et al.*, 2006; Plata *et al.*, 2006). Sus límites van desde Punta Mita, Nayarit, hasta Cabo Corrientes, Jalisco (Fig. 1).

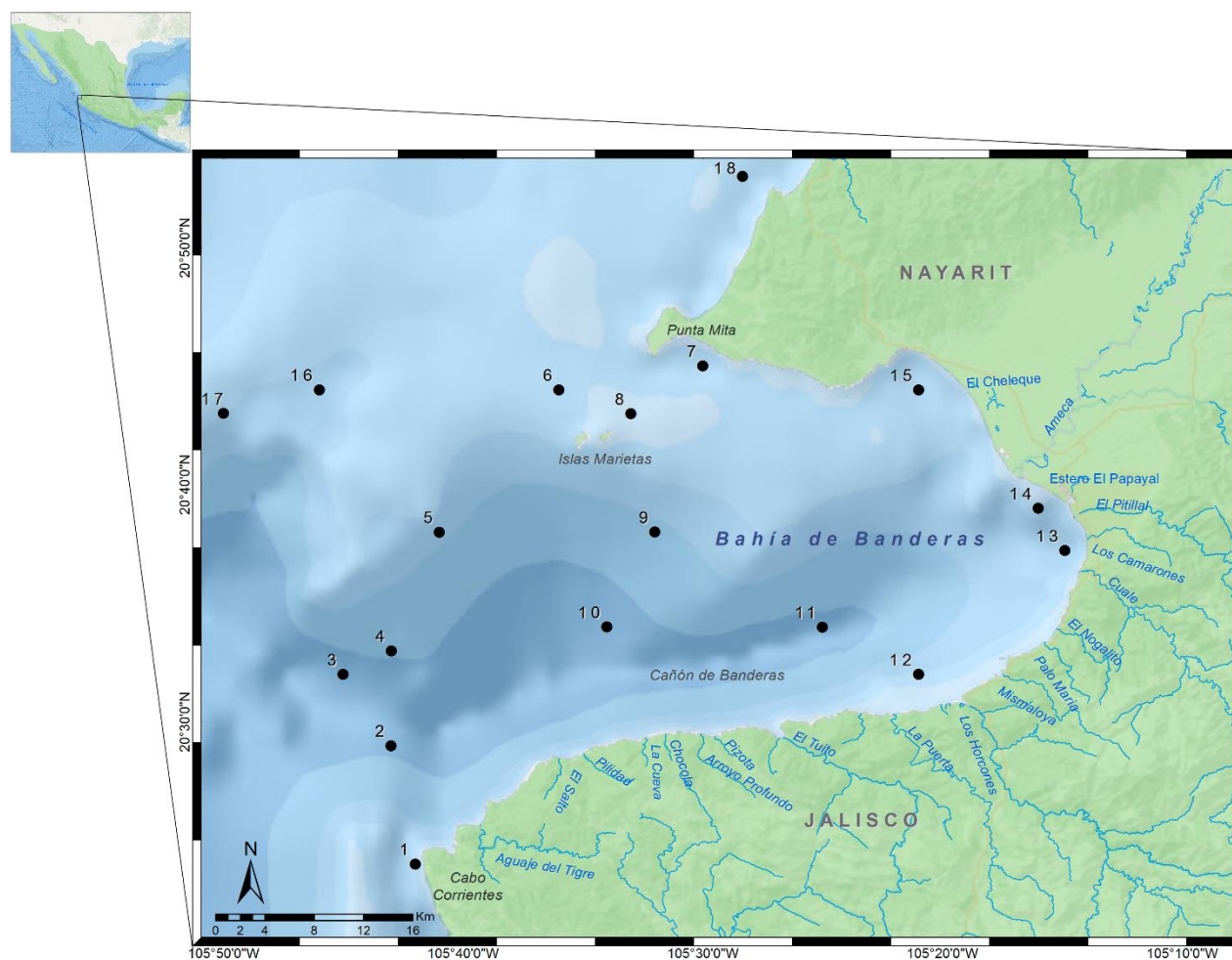


Figura 1. Área de estudio y localidades de muestreo en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México.

En esta bahía desembocan varios ríos que aportan grandes volúmenes de agua y materia orgánica en diferentes proporciones (Secretaría de Marina, 1993). En la porción norte se encuentra el río Ameca, uno de los más importantes por su cauce, que se une con el Río Mascotas y descarga sus aguas en la boca Tomates. Otros ríos que desembocan en menor

proporción son El Pitillal, Cuale, El Nogalito, Palo María, Mismaloya, La Puerta, El Tuito, Pizota y El Salto entre otros. También existen otros cuerpos de agua como el estero El Salado y las lagunas El Chino y Chequele (INEGI, 2015)

La bahía de Banderas está rodeada por cuatro sistemas montañosos al norte la Sierra Vallejo, al este la Sierra El Cuale, al sureste la Sierra El Tuito y al sur la Sierra Lagunillas (Velázquez-Ruiz, *et al.*, 2012). La presencia de estos sistemas montañosos contribuye a la formación de células de convección que dan lugar a sistemas de microclimas, se forman los patrones de circulación de las tormentas y se generan pequeños tornados (Núñez-Cornú y Suárez-Plascencia, 2005). En la zona costera y por debajo de los 700 msnm el clima es cálido subhúmedo, con temperaturas promedio anuales de 22 a 28 °C y precipitación anual de 830 a 1,783 mm que se concentra principalmente en temporada de lluvias, la cual se extiende de junio a octubre (Velázquez-Ruiz, *et al.*, 2012).

Los vientos en el Pacífico tropical están fuertemente influenciados por la topografía del continente americano, por lo que se distinguen patrones de circulación zonal (en dirección este-oeste) que permiten la formación de surgencias y remolinos cerca del Ecuador (Kessler, 2006). En particular, los sistemas montañosos que rodean a la bahía de Banderas resultan en una distribución de los vientos más compleja y con fluctuaciones del tiempo (Salas y Magaña, 2005).

La bahía de Banderas está influenciada por diferentes masas de agua entre las que se encuentran La Corriente de California, las aguas del golfo de California y la Corriente Oriental Mexicana. La Corriente de California acarrea aguas frías que descienden desde el noreste del Pacífico a lo largo de las costas de Baja California. En su recorrido, una parte de la corriente gira al oeste (a los 25° N) y alimenta a la Corriente Norecuatorial, mientras que otra pequeña parte se desplaza hacia el sur extendiéndose más allá de Cabo San Lucas, principalmente en invierno (Keesler, 2006). Otra es el refluo del golfo de California, que en algunas épocas del año desplaza sus aguas de temperatura y salinidad altas a la bahía de Banderas (Trasviña *et al.*, 1999; Núñez-Cornú y Suárez-Plascencia, 2005).

La Corriente Oriental Mexicana, aunque de características poco conocidas, se ha documentado que puede tener su origen a partir de la Corriente Costera de Costa Rica, proveniente del sur y que asciende hacia el norte hasta el golfo de Tehuantepec. La Corriente Oriental Mexicana es un flujo de aguas costeras cálidas que comienzan siendo subsuperficiales y se extienden a la superficie hasta llegar a Cabo Corrientes. Su velocidad aumenta en los meses de julio a octubre hasta llegar al golfo de California (Keesler, 2006).

En cuanto a la circulación dentro de bahía de Banderas Salas y Magaña (2005) describieron un patrón de circulación ciclónica y una anticiclónica. Durante la circulación anticiclónica, que sucede en los meses de febrero a julio, el agua ingresa por la porción norte de la bahía y sale por la porción sur, mientras que en la circulación ciclónica el flujo de agua ocurre en sentido contrario al anterior entre los meses de julio a diciembre.

Por otro lado, se ha documentado que la bahía de Banderas es una zona de mezcla y formación de masas de agua con densidad homogénea (Plata y Filonov, 2007). También existen corrientes geostroficas, cuya densidad es mayor en la parte sureste de las islas Marietas durante la primavera (Plata *et al.*, 2006). Sin embargo los mismos autores explican que las corrientes de deriva, originadas por brisas marinas, son las que dominan y juegan un papel importante en el intercambio de las masas de agua entre la bahía de Banderas y mar abierto.

La bahía de Banderas tiene una profundidad promedio de 300 m. La porción norte es poco profunda, con la isobata de 100 m ubicada a los 8 km de la costa. En la porción sur la pendiente es pronunciada debido a que la isobata de 100 m está ubicada a solo 1.5 km de la costa (Plata *et al.*, 2006). Adicionalmente, la porción sur se caracteriza por la formación de un cañón que se ha identificado como una estructura de semi-graben y que se presenta a 8 km de la costa, llamado cañón de Banderas (Álvarez, 2007).

En el noreste de la bahía, a 6 km de Punta Mita, se localiza el archipiélago de las islas Marietas (CONANP, 2007). Entre estos dos puntos hay un banco de arena que no permite el libre intercambio de agua entre el océano y la bahía (Plata *et al.*, 2006).

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

Se obtuvieron muestras de zooplancton de 18 localidades ubicadas dentro y fuera de la bahía de Banderas (Fig. 1) del 16 al 20 de octubre de 2004. Se realizaron arrastres superficiales con una red estándar de zooplancton (1.5 m de largo, diámetro de boca de 50 cm y abertura de malla de 505 μm) con una duración de 20 minutos desde una lancha con motor fuera de borda. En la boca de la red se colocó un flujómetro para calcular el volumen de agua filtrado. Las muestras fueron preservadas en formal aldehído al 10 %, neutralizado con borato de sodio.

Trabajo de laboratorio

Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México bajo la supervisión de la Dra. María Ana del Carmen Fernández Álamo. Los organismos del *phylum Mollusca* fueron separados y preservados en alcohol al 70 %.

Los moluscos se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible, utilizando literatura especializada: Tesch (1949), Tokioka (1961), Van der Spoel (1972a y b), Richter y Seapy (1999), Van der Spoel y Dadon (1999) y Gasca y Janssen (2013). Debido a la pérdida de la concha en el proceso de preservación, se utilizaron para la identificación taxonómica las partes blandas (ojos, tentáculos y masa visceral) y las características de los opérculos en el caso de los heterópodos. Para observar los opérculos se utilizó la técnica descrita por Tokioka (1961) por medio de disección, tinción con rosa de bengala y enjuague con agua desionizada. Para esta metodología en particular se seleccionaron los organismos de mayor tamaño, mejor estado de conservación y mayor número de ejemplares disponibles. Los ejemplares se fotografiaron en un microscopio AXIO Zoom.V16, con una cámara Axio Cam MRcS en el Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad del Instituto de Biología de la UNAM, bajo la supervisión de la Biól. Susana Guzmán Gómez.

Trabajo de gabinete

Se realizó una matriz de datos con el número de organismos para cada especie por localidad de muestreo. Posteriormente los datos fueron estandarizados a unidades de volumen (organismos/1,000 m^3) con los valores de volumen de agua filtrada en cada estación (Ecuación 1).

En este trabajo la densidad se utilizó como valor para representar la abundancia. Con los datos de densidad (org/ 1,000 m³) se realizaron mapas de distribución y abundancia para cada una de las especies en el programa ESRI ArcMap v 10. En los mapas obtenidos se utilizaron escalas de densidad diferentes, con la finalidad de apreciar de manera más precisa las abundancias para cada especie.

$$D = \left(\frac{I}{VF}\right)(1,000)$$

Ecuación 1. Ecuación para la estandarización a unidades de volumen. Donde D = densidad (org/1,000 m³), I = número de individuos y VF = valor de volumen filtrado.

Se obtuvieron valores de diversidad, equidad y dominancia para cada una de las localidades, en el software Primer 6v (Clarke y Gorley, 2006). La diversidad (H') se calculó por medio de la ecuación de Shannon (Shannon y Weaver, 1949), la cual asume que todos los individuos son muestreados al azar en una comunidad infinita y que todas las especies están representadas en la muestra (Ecuación 2). La diversidad de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se basa en la proporción de individuos de cada especie y el número de especies en la comunidad (Magurran, 2004; Odum y Barrett, 2005; Begon *et al.*, 2006).

$$H' = - \sum_{pi=0}^s pi * \log_2 pi$$

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

Ecuación 2. Ecuación de Shannon (Shannon y Weaver, 1949), donde S = riqueza, N = total de individuos en la comunidad y ni = número de individuos por especie.

Los valores de equidad (J') se calcularon por medio de la ecuación de Pielou (1977) donde se asume que la diversidad máxima se presenta cuando todas las especies tienen las mismas abundancias (Ecuación 3). De esta manera J' mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima (Magurran, 2004) y toma valores de 0 a 1 (Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

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

Ecuación 3. Ecuación de Pielou (1977), donde J' = valor de equidad, H' = valor de diversidad y S = riqueza.

El valor de dominancia (λ) fue calculado por medio de la ecuación de Simpson (1949) que calcula la probabilidad de que en un muestreo al azar dos individuos de la misma especie sean encontrados en una comunidad infinita (Ecuación 3). Su valor indica si hay especies dominantes (Magurran, 2004; Carabias *et al.*, 2009).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Ecuación 3. Ecuación de Simpson (1949), donde λ = valor de dominancia, p_i = la proporción de individuos, que se obtiene del número de individuos de la especie i entre el total de la muestra.

Las especies de heterópodos y pterópodos se jerarquizaron por medio de la prueba de asociación de cuadrantes de Olmstead y Tuckey (Sokal y Rohlf, 2012). La prueba consistió en realizar un diagrama de dispersión entre la abundancia relativa, en este caso la densidad total por especie ($\text{org}/1,000 \text{ m}^3$), y el porcentaje de la frecuencia de aparición (Fig. 2). Cada punto en la gráfica fue comparado con las medias aritméticas para cada variable. Se consideró que las especies dominantes fueron aquellas que presentaron valores de densidad y frecuencia mayor para ambas medias, las especies constantes presentaron valores de densidad menor a la media y frecuencia mayor, las especies ocasionales fueron aquellas que presentaron densidad mayor a la media y frecuencia menor a la media y finalmente las especies raras fueron las que presentaron densidades y frecuencias menores a ambas medias (Varona-Cordero y Gutiérrez-Mendieta, 2003).

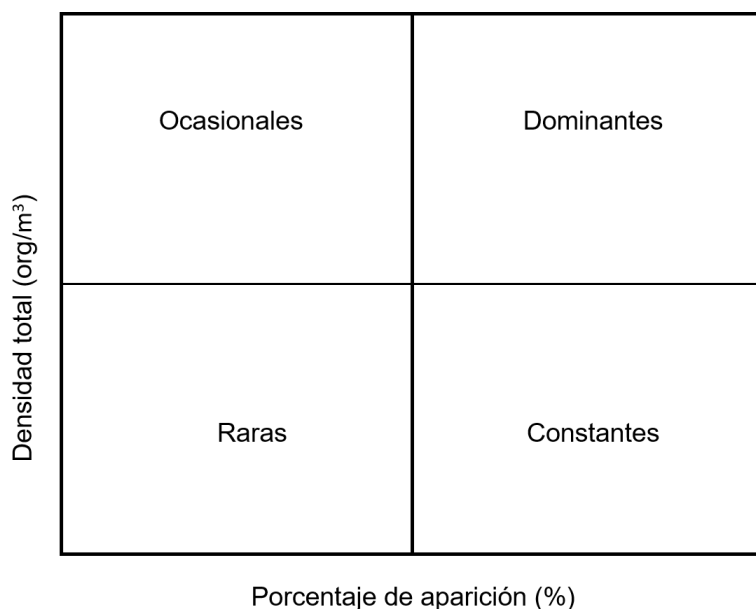


Figura 2. Gráfico de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 2012) y categorías asignadas de acuerdo con sus valores de densidad total ($\text{org}/1,000 \text{ m}^3$) y porcentaje de las frecuencias de aparición.

Se elaboraron dos curvas de acumulación de especies, una para heterópodos y otra para pterópodos, en el software Primer 6v. La curva de acumulación es un gráfico que representa el número de especies observadas en función del esfuerzo de muestreo utilizado (Soberón y Llorente, 1993; Colwell, *et al.*, 2004). Los modelos de acumulación de especies son herramientas útiles que ayudan a predecir la riqueza total de un área, cuando la curva de acumulación alcanza la asíntota, el valor del número de especies será la riqueza total esperada. En este estudio se utilizó el Modelo asintótico de Clench (Soberón y Llorente, 1993; Moreno, 2001; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003) donde las unidades de muestreo fueron los puntos de recolección (n = 18, sitios de muestreo).

Finalmente, se determinaron asociaciones entre localidades. Para esto se agruparon por medio del índice de similitud Bray y Curtis (1957) según el software Past v. 3.14 (Hammer, *et al.*, 2001) (Ecuación 4), el cual asoció los sitios de muestreo de acuerdo a las especies que compartieron entre sí.

$$d_{jk} = 1 - \frac{\sum_i |x_{ji} - x_{ki}|}{\sum_i (x_{ji} + x_{ki})}$$

Ecuación 4. Ecuación de similitud Bray y Curtis (1957), donde d_{jk} = valor de similitud entre las muestras i y j , X_{ij} = densidad de la especie i en la muestra j , y X_{ji} = densidad de la especie j en la muestra i .

Posteriormente se realizó un dendograma con una escala de 0 a 1, donde 1 representó la mayor similitud. El dendograma fue analizado a partir de 0.25 de similitud para su interpretación.

RESULTADOS

Composición taxonómica

Se obtuvo un total de 1,427 organismos, que correspondieron a 14 especies de moluscos holoplanctónicos (Tabla 1). Del total de organismos, 293 correspondieron al grupo de los heterópodos y fueron agrupados en dos familias, cuatro géneros y ocho especies; mientras que 1,134 organismos pertenecieron a cuatro familias, seis géneros y seis especies de pterópodos. Es importante señalar que la especie *Pterosoma planum*, es nuevo registro para el Pacífico mexicano, aunque solo se obtuvo un ejemplar. Mientras que *Pneumodermopsis paucidens*, posiblemente sea nuevo registro para el Pacífico americano y estuvo representada por tres ejemplares.

Tabla 1. Composición taxonómica de moluscos heterópodos y pterópodos en la bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit en octubre de 2004, de acuerdo con Brouchet y Rocroi (2005) y Gofas (2009), Gofas (2010) y Gofas (2016).

Phylum Mollusca Linnaeus, 1758
Clase Gastropoda Cuvier, 1795
Subclase Caenogastropoda Cox, 1960
Orden Littorinimorpha Golikov y Starobogatov, 1975
Superfamilia Pterotracheoidea Rafinesque, 1814
Familia Atlantidae Rang, 1829
Género Protatlanta Tesch, 1908
<i>Protatlanta souleyeti</i> Smith, 1888
Género <i>Oxygyrus</i> Benson, 1835
<i>Oxygyrus inflatus</i> Benson, 1835
Género <i>Atlanta</i> , Lesueur, 1817
<i>Atlanta</i> cf. <i>gaudichaudi</i> Gray, 1850
<i>Atlanta helicinoidea</i> Gray, 1850
<i>Atlanta inflata</i> Gray, 1850
<i>Atlanta lesueurii</i> Gray, 1850
<i>Atlanta</i> cf. <i>peronii</i> Lesueur, 1817
Familia Carinariidae Bainville, 1818
Género <i>Perosoma</i> Lesson, 1827
<i>Pterosoma planum</i> Lesson, 1827
Subclase Heterobranchia Burmeister, 1837
Infraclase Euopistobranchia
Orden Thecosomata Blainville, 1824
Suborden Eutecosomata Meisenheimer, 1905
Superfamilia Cavolinioidea Gray, 1850
Familia Limacinidae Gray, 1840
Género <i>Limacina</i> Bosc, 1817
<i>Limacina trochiformis</i> d'Orbigny, 1834
Familia Creseidae Rampal, 1973
Género <i>Creseis</i> Rang, 1828
<i>Creseis clava</i> Rang, 1828

Creseis virgula Rang, 1828

Género *Cavolinia* Abildgaard, 1791
Cavolinia inflexa Lesueur, 1813

Género *Diacria* Gray, 1840
Diacria sp.

Suborden Pseudotecosomata Meisenheimer, 1905
Superfamilia Cymbulioidea Gray, 1840
Familia Desmopteridae Chun, 1889
Género *Desmopterus* Chun, 1889
Desmopterus pacificus Essenberg, 1919

Orden Gymnosomata Blainville, 1824
Superfamilia Clionoidea Rafinesque, 1815
Familia Pneumodermatidae Latreille, 1825
Género *Pneumodermopsis* Keferstein, 1862
Pneumodermopsis paucidens Boas, 1886

Riqueza, densidad y distribución

La mayor riqueza de especies se presentó en la localidad 12, con nueve especies, seguida de la 6, 10, 16, 17 y 18, con 8 especies cada una. Mientras que la menor riqueza se presentó en la localidad 14 con dos especies (Fig. 3).

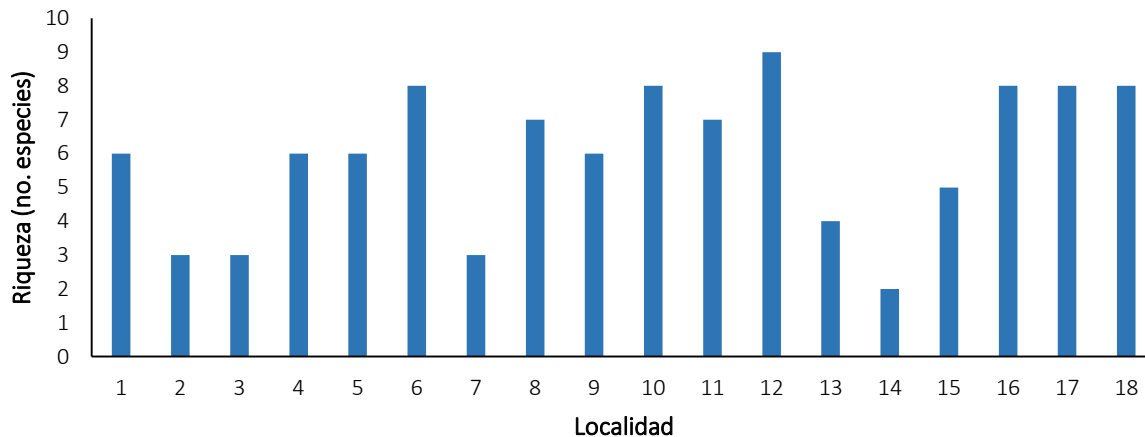


Figura 3. Riqueza de heterópodos y pterópodos en cada localidad de muestreo en la bahía de Banderas en octubre de 2004.

Por otro lado, las mayores densidades de moluscos holoplanctónicos se registraron en las localidades 6 con 1,196.5 org/ 1,000 m³ cerca de las islas Marietas y 18 con 976.6 org/ 1,000 m³ ubicada al norte y fuera de la bahía, seguidas de la 13 con 659.9 org/ 1,000 m³ cerca de la desembocadura de los ríos Cuale y Los camarones, la 8 con 490 org/ 1,000 m³ también cerca

de las islas Marietas y 12 con 401 org/ 1,000 m³ en la zona costera (Fig. 4). Mientras que las densidades menores fueron en las localidades 3 con 4.4 org/ 1,000 m³, la 2 con 14.72 org/ 1,000 m³, 4 con 16.1 org/ 1,000 m³ en la zona más profunda en la boca de la bahía y la 7 en Punta Mita con 6.9 org/ 1,000 m³.

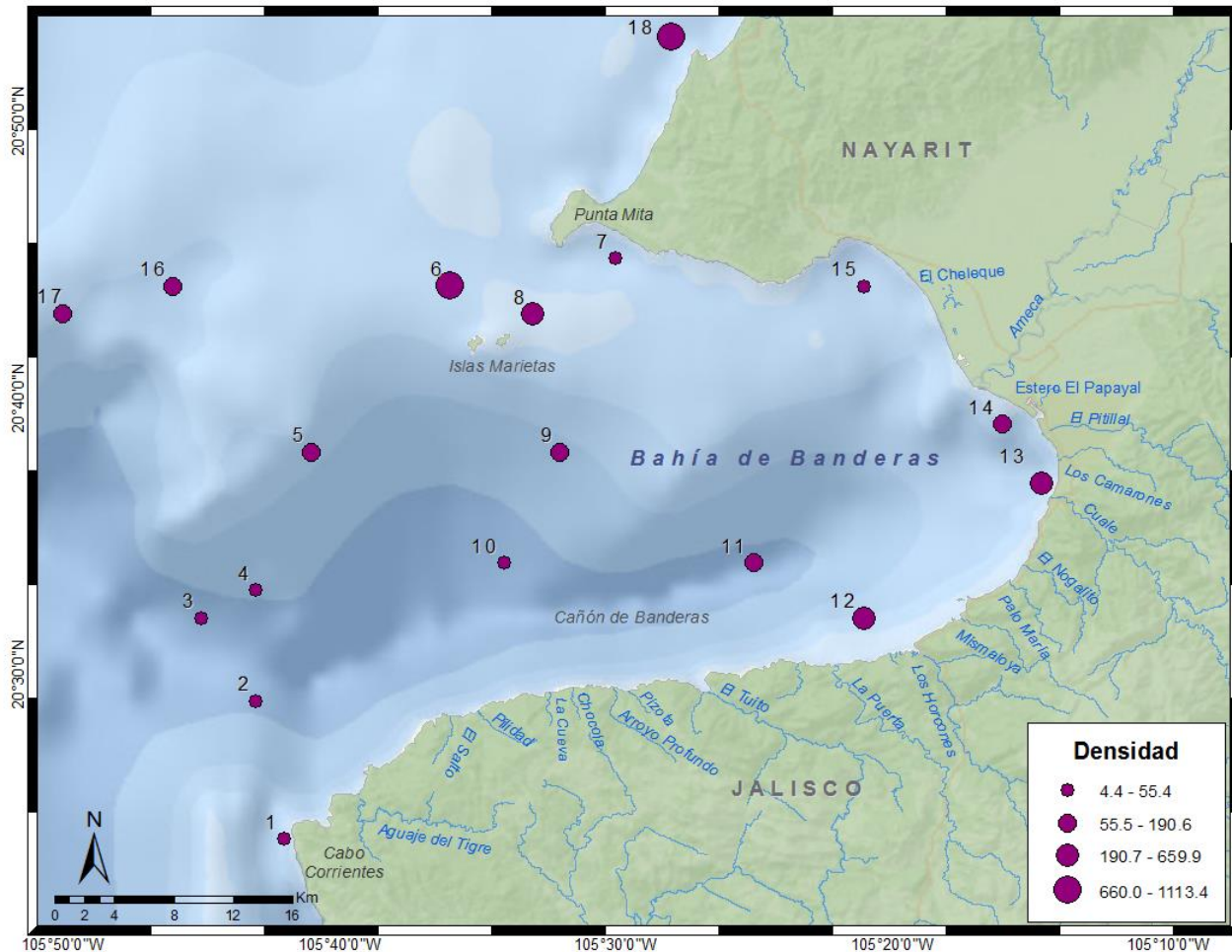


Figura 4. Densidad total (org/ 1,000 m³) de moluscos holoplanctónicos por localidad de muestreo en la bahía de Banderas en octubre de 2004.

Pterópodos

Los pterópodos fueron los que presentaron la mayor densidad relativa con un 80.9% (3,728.81 org/ 1,000 m³) de densidad la total (Fig. 5). Las especies más abundantes fueron *Creseis virgula* (2,925.4 org/ 1,000 m³), seguida de *Limacina trochiformis* (273.1 org/ 1,000 m³), *Creseis clava* (250.6 org/ 1,000 m³) y *Desmopterus pacificus* (150.1 org/ 1,000 m³). Las especies con densidades menores fueron *Cavolinia inflexa* (3.1 org/ 1,000 m³), *Diacria* sp. (3.9 org/ 1,000 m³) y *Pneumodermopsis paucidens* (7.1 org/ 1,000 m³) (Fig. 6).

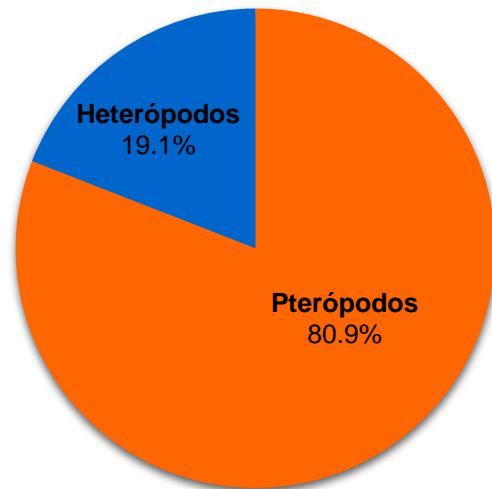


Figura 5. Porcentaje de heterópodos y pterópodos en la bahía de Banderas.

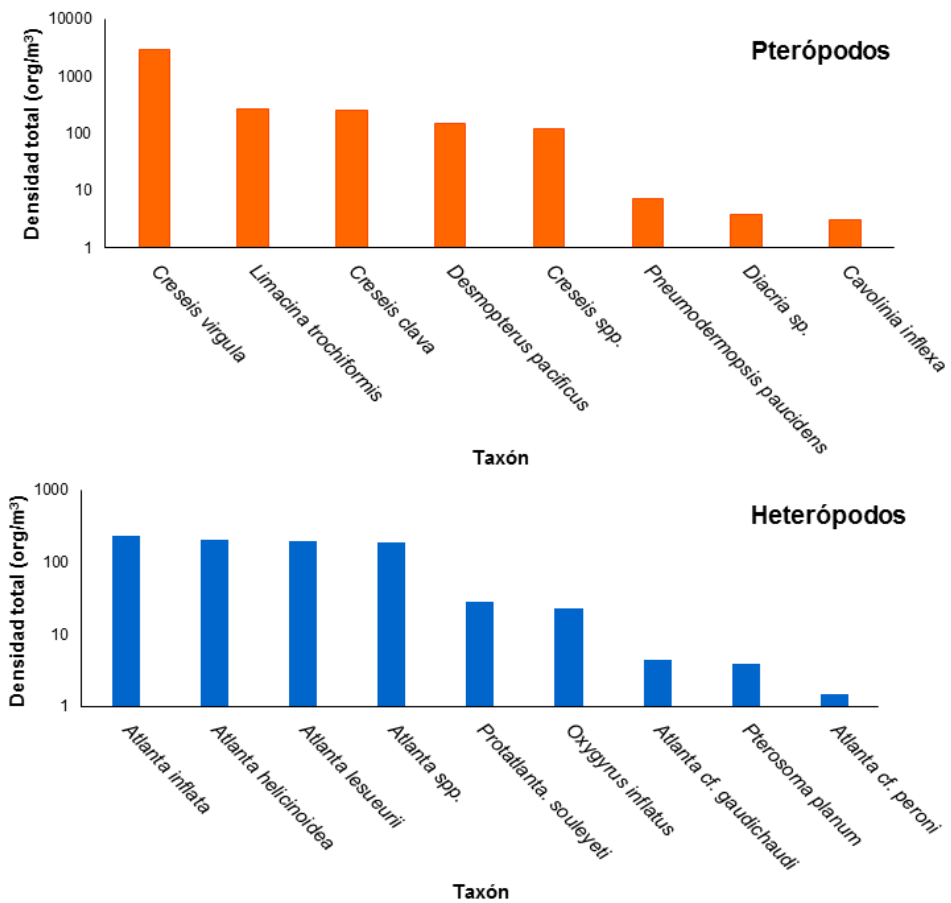


Figura 6. Densidad total (org/ 1,000 m³) de especies de pterópodos y heterópodos en la bahía de Banderas, en octubre de 2004.

Creseis virgula fue la especie de mayor densidad y estuvo ampliamente distribuida, presentándose en 16 de las 18 localidades de muestreo (Fig. 7). Su densidad más alta se presentó en la localidad 18 fuera de la bahía, en los sitios 13 y 14 ubicados en zonas cercanas a los ríos Camarones y Cuale, así como en la 6 y la 8 cercanas a las islas Marietas. Las localidades con mayor densidad fueron de características neríticas y se localizaron al norte y noreste del área de estudio. Por el contrario, las densidades más bajas estuvieron en las localidades 2, 3 y 4 ubicadas en la parte sur de la boca de la bahía.

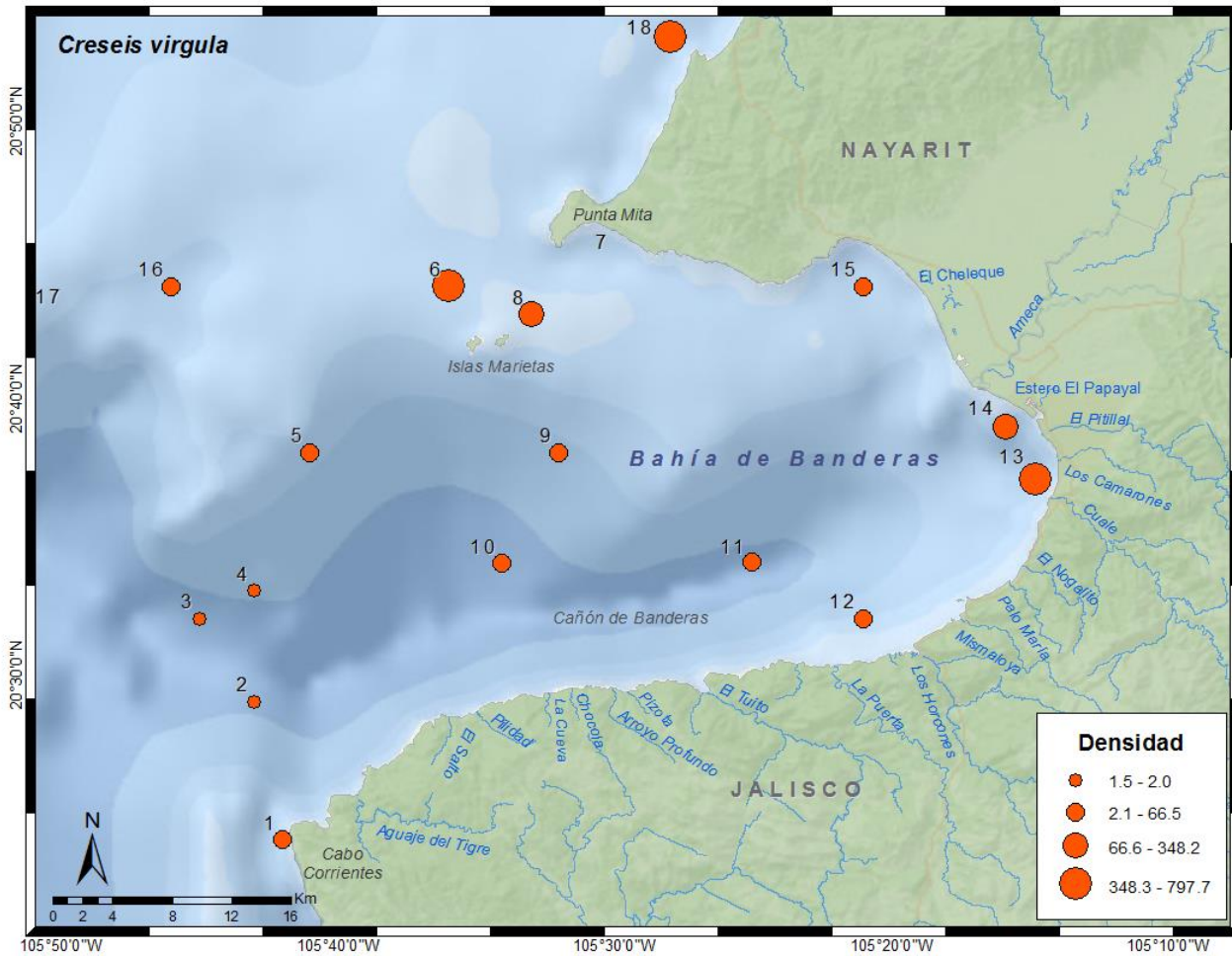


Figura 7. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m³) de *Creseis virgula* en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Limacina trochiformis se presentó en 10 de las 18 localidades (Fig. 8). Su mayor densidad fue en zonas neríticas: en la localidad 18, ubicada al norte; en la 6, en las islas Marietas; en la 9, localizada hacia la zona central de la boca de la bahía, y en la localidad 12, ubicada al sureste, frente al río Los Horcones. Las densidades más bajas se presentaron en las localidades 7 y 8, entre Punta Mita y las islas Marietas; 10, 11 y 14, al sureste y en la 1, localizada en Cabo Corrientes.

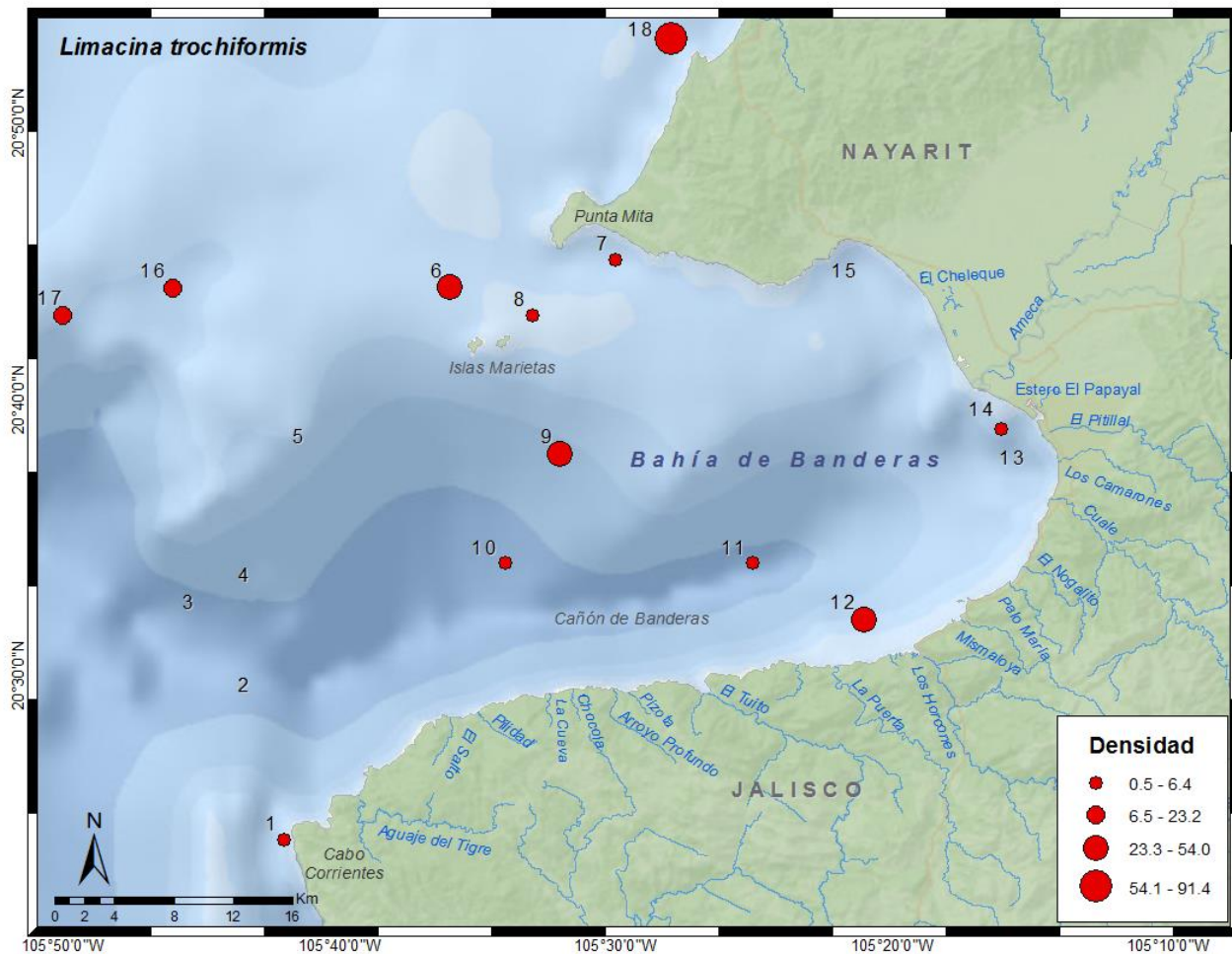


Figura 8. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m³) de *Limacina trochiformis* en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Creseis clava fue la tercer especie que registro mayores densidades, y se presentó en 9 de las 18 localidades (Fig. 9). Sus mayores densidades ocurrieron en las localidades 6 y 8, cercanas a las islas Marietas. La mayoría de las localidades en donde se presentó esta especie fueron en zonas neríticas, en la porción norte de la bahía.

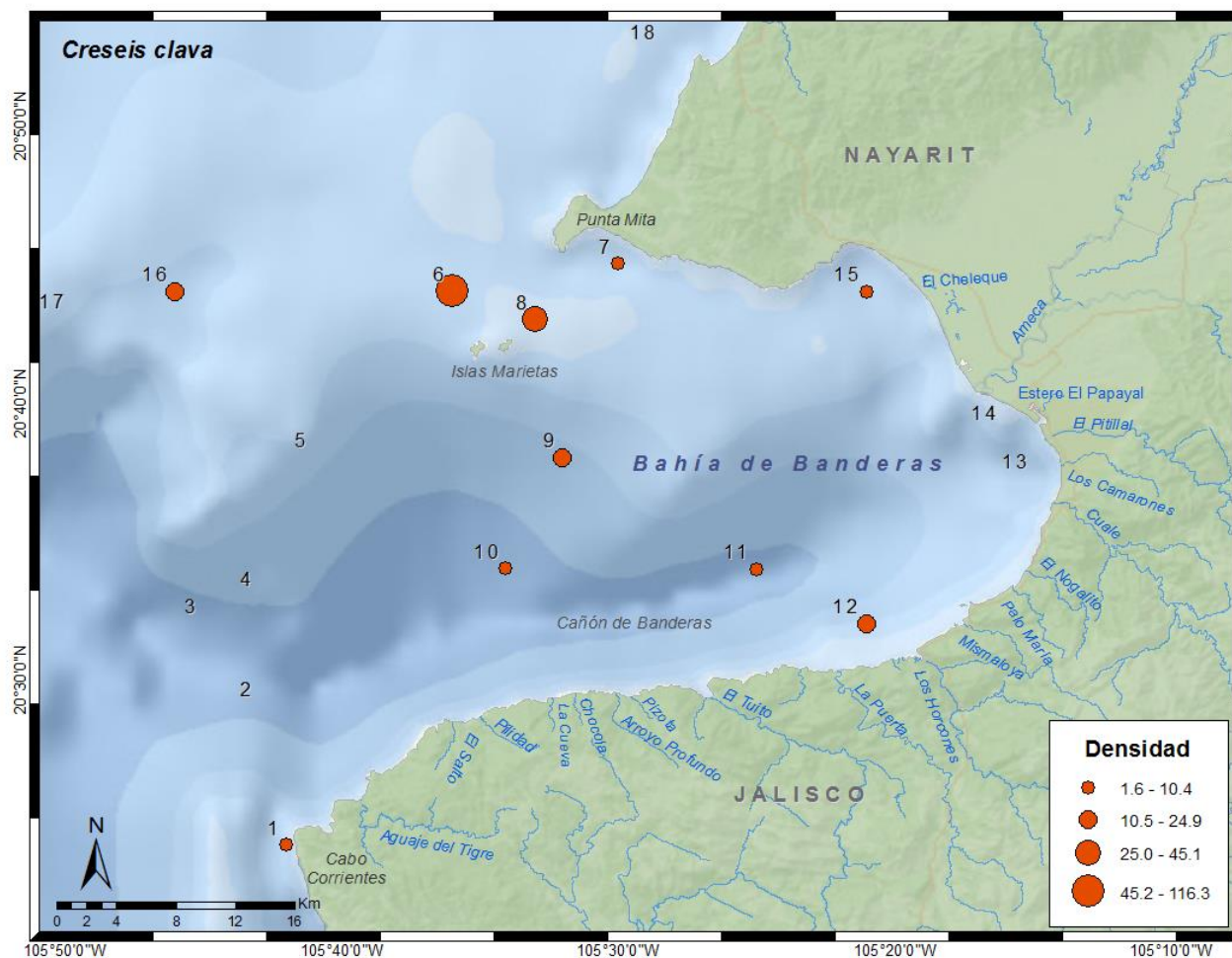


Figura 9. Distribución y abundancia densidad total (org/ 1,000 m³) de *Creseis clava* en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Desmopterus pacificus se presentó en 5 localidades (Fig. 10). La densidad mayor ocurrió en la localidad 17 ubicada fuera de la bahía en una zona más oceánica, seguida de las estaciones 8 cerca de las islas Marietas y 12 al sureste en frente del río Los Horcones. Nuevamente las localidades 3 y 4 presentaron la menor densidad.

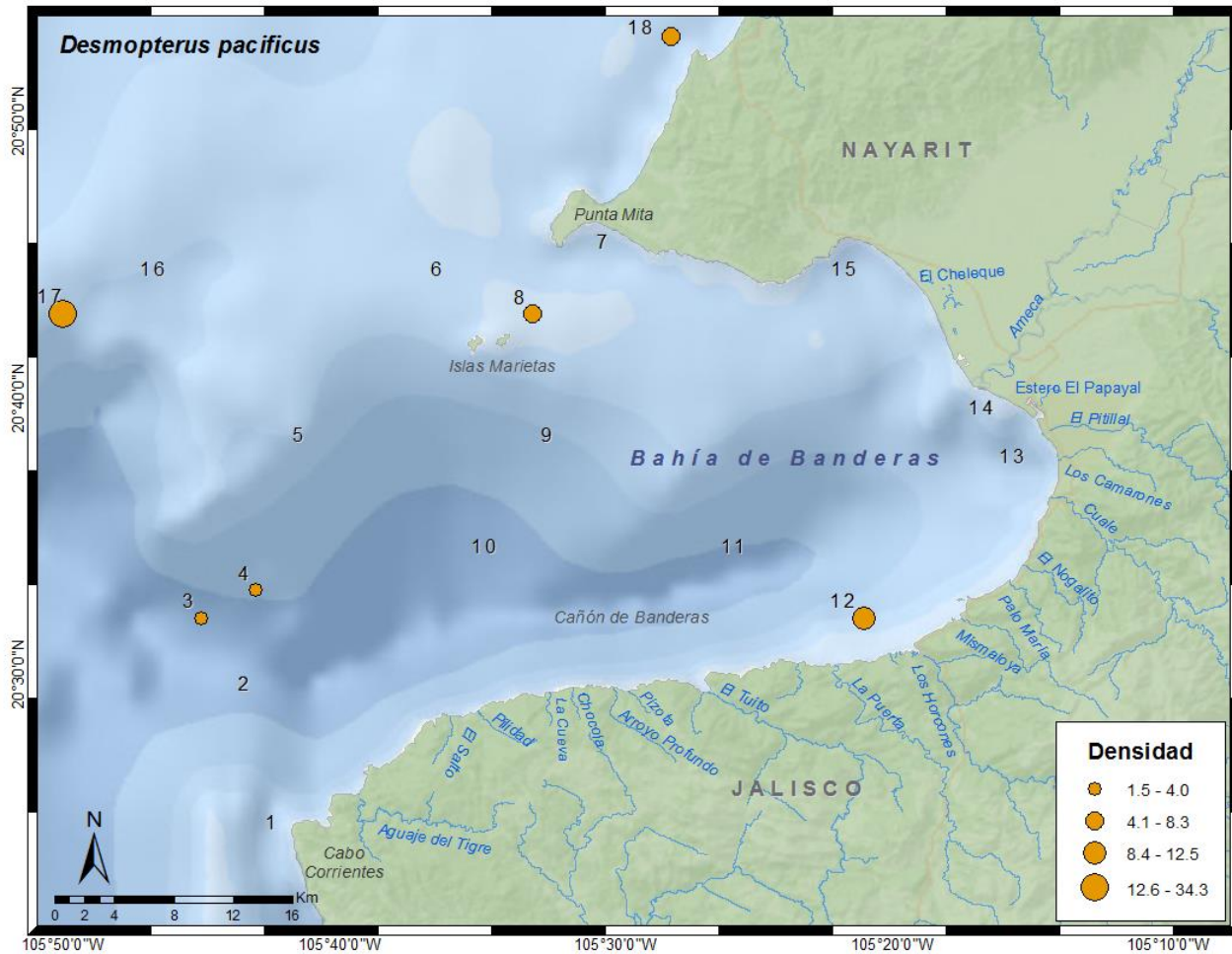


Figura 10. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m³) de *Desmopterus pacificus* en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Pneumodermopsis paucidens, *Cavolinia inflexa*, y *Diacria* sp. registraron una menor densidad. En la porción sur cerca del cañón de Banderas, se registró la presencia de *Pneumodermopsis paucidens* en las localidades 4 y 10, y *Cavolinia inflexa* en la localidad 10 (Fig. 11). *Diacria* sp. solo se presentó en la estación 16 localizada al noroeste del área de estudio.

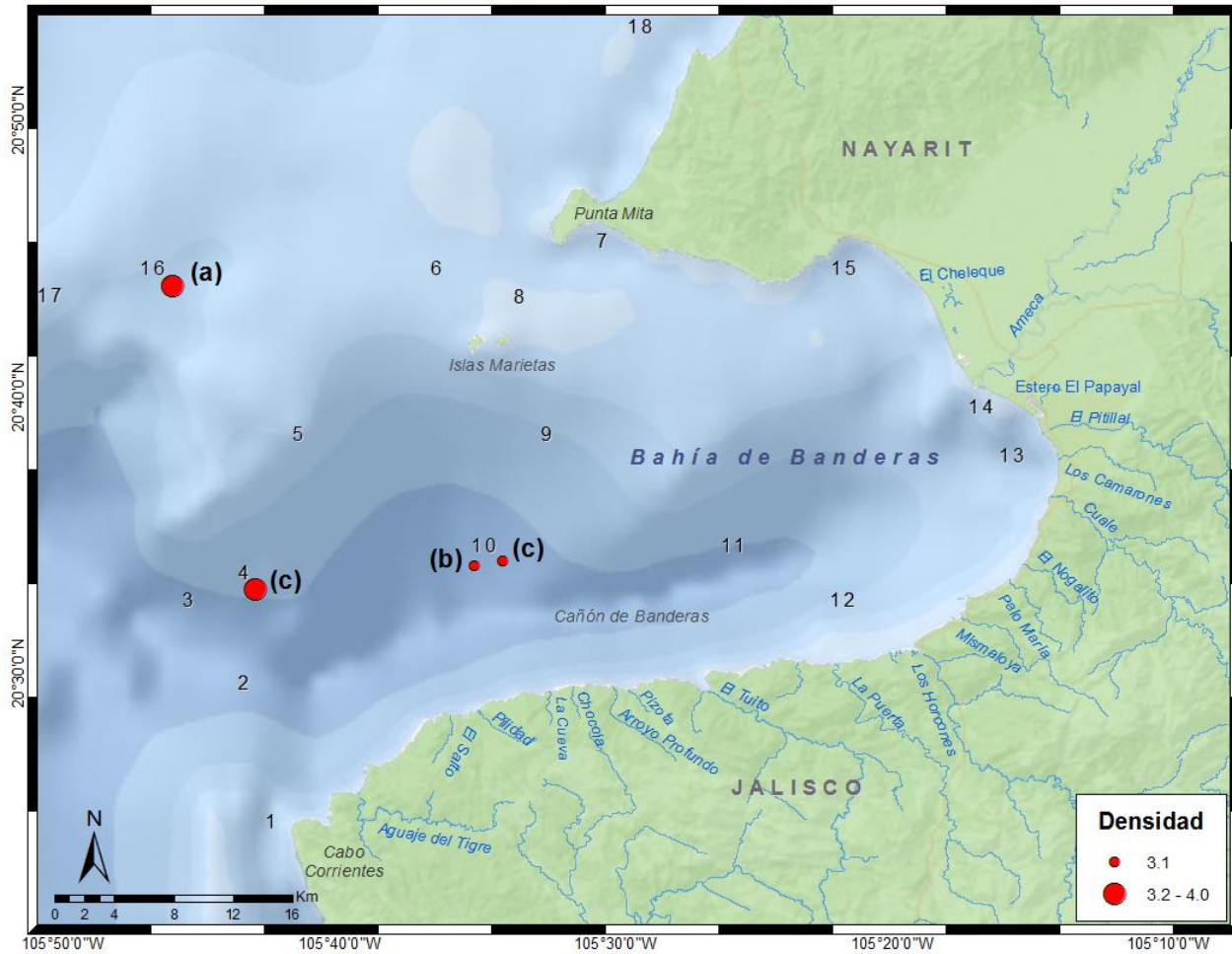


Figura 11. Distribución densidad total (org/ 1,000 m³) de *Diacria* sp. (a), *Cavolinia inflexa* (b) y *Pneumodermopsis paucidens* (c) en bahía de Banderas, octubre de 2004.

Heterópodos

La densidad relativa de los heterópodos fue de 19.1 % (880.8 org/ 1,000 m³) (Fig. 5). Las especies con valores más altos de densidad fueron *Atlanta inflata* (229.9 org/ 1,000 m³), *Atlanta helicinoidea* (203.4 org/ 1,000 m³) y *Atlanta lesueurii* (196.4 org/ 1,000 m³). Las que presentaron las menores densidades fueron *Atlanta cf. peronii* (1.5 org/ 1,000 m³), *Pterosoma planum* (3.9 org/ 1,000 m³) y *Atlanta cf. gaudichaudi* (4.4 org/ 1,000 m³) (Fig. 6).

Atlanta inflata se encontró en 11 de las 18 localidades de muestreo (Fig. 12). Las mayores densidades ocurrieron en la localidad 18, fuera de la bahía; en la 6 ubicada en las islas Marietas y en los sitios 11, 12 y 13, localizados cerca de los ríos Cuale y Los Horcones. Las menores densidades fueron en la porción sur de la bahía en la localidad 1 en Cabo Corrientes; en la 5 en frente de la boca de la bahía y en la 15, ubicada en la parte noroeste, cerca del río El Queleque.

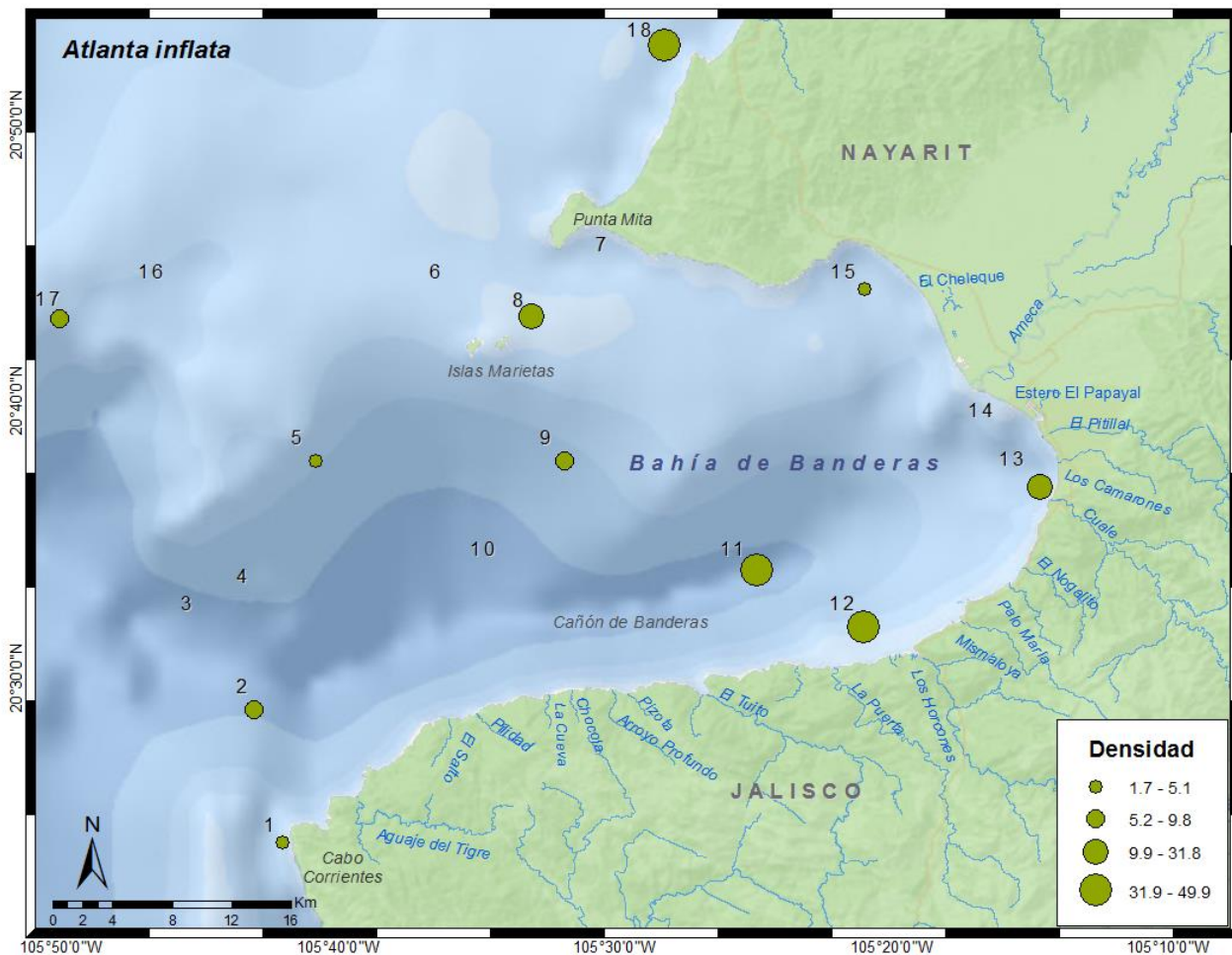


Figura 12. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m³) de *Atlanta inflata* en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Atlanta helicinoidea se presentó en 11 de las 18 localidades (Fig. 13). Con la mayor densidad en las localidades: 12, frente al río Los Horcones y cerca de las islas Marietas la 6 y la 8. Mientras que los sitios con bajas densidades fueron: las localidades 4, 5, 10 y 11 que se ubicaron en la zona del cañón de Banderas

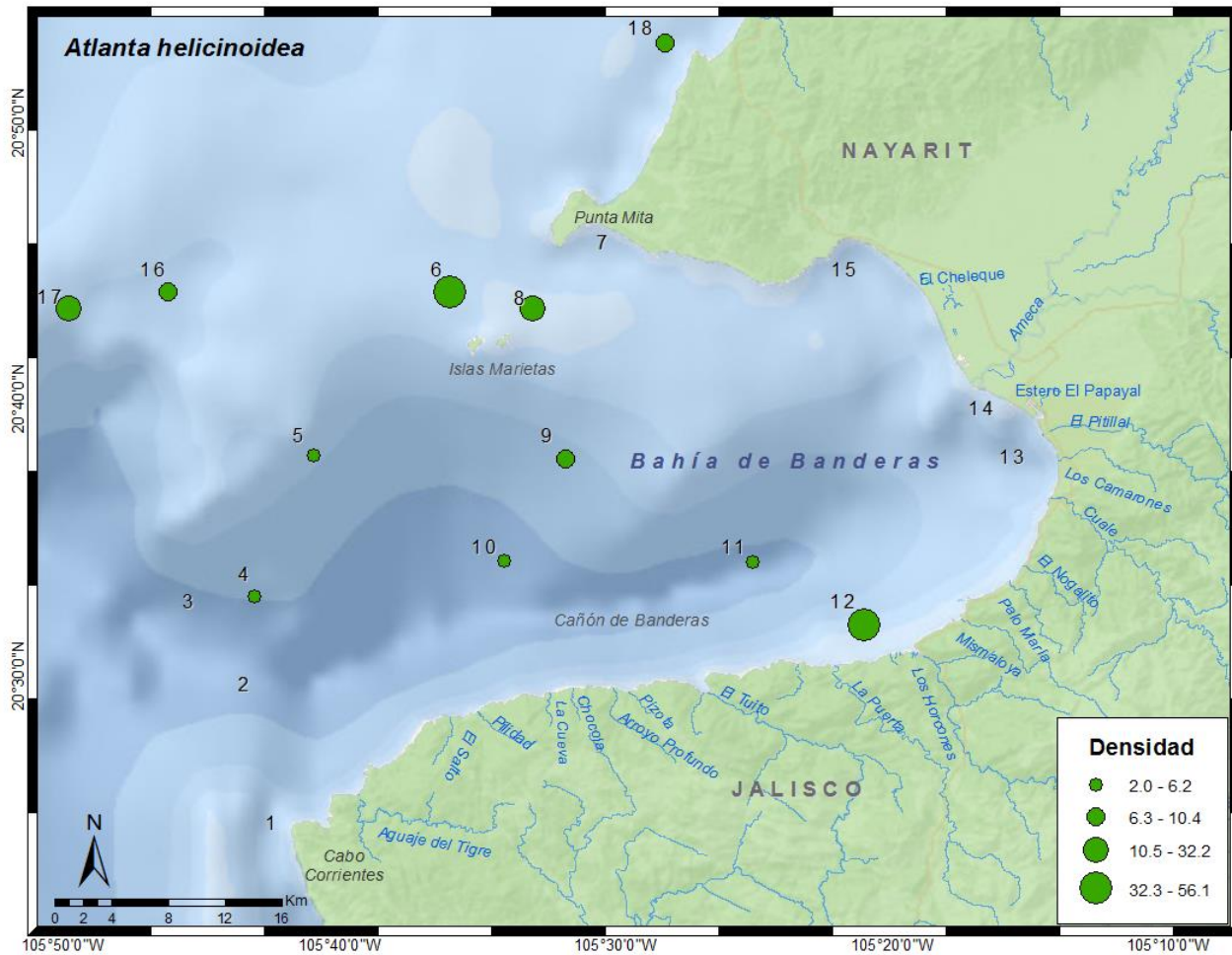


Figura 13. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m³) de *Atlanta helicinoidea* en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Atlanta lesueurii se presentó en 10 localidades (Fig. 14), registrando su mayor densidad en zonas neríticas, principalmente en la localidad 6, cerca de las islas Marietas, seguida de la localidad 18, al norte, la 11 y 12, frente al río Los Horcones. Las menores densidades se encontraron en las localidades 3 y 4, ubicadas en la zona más profunda de la bahía.

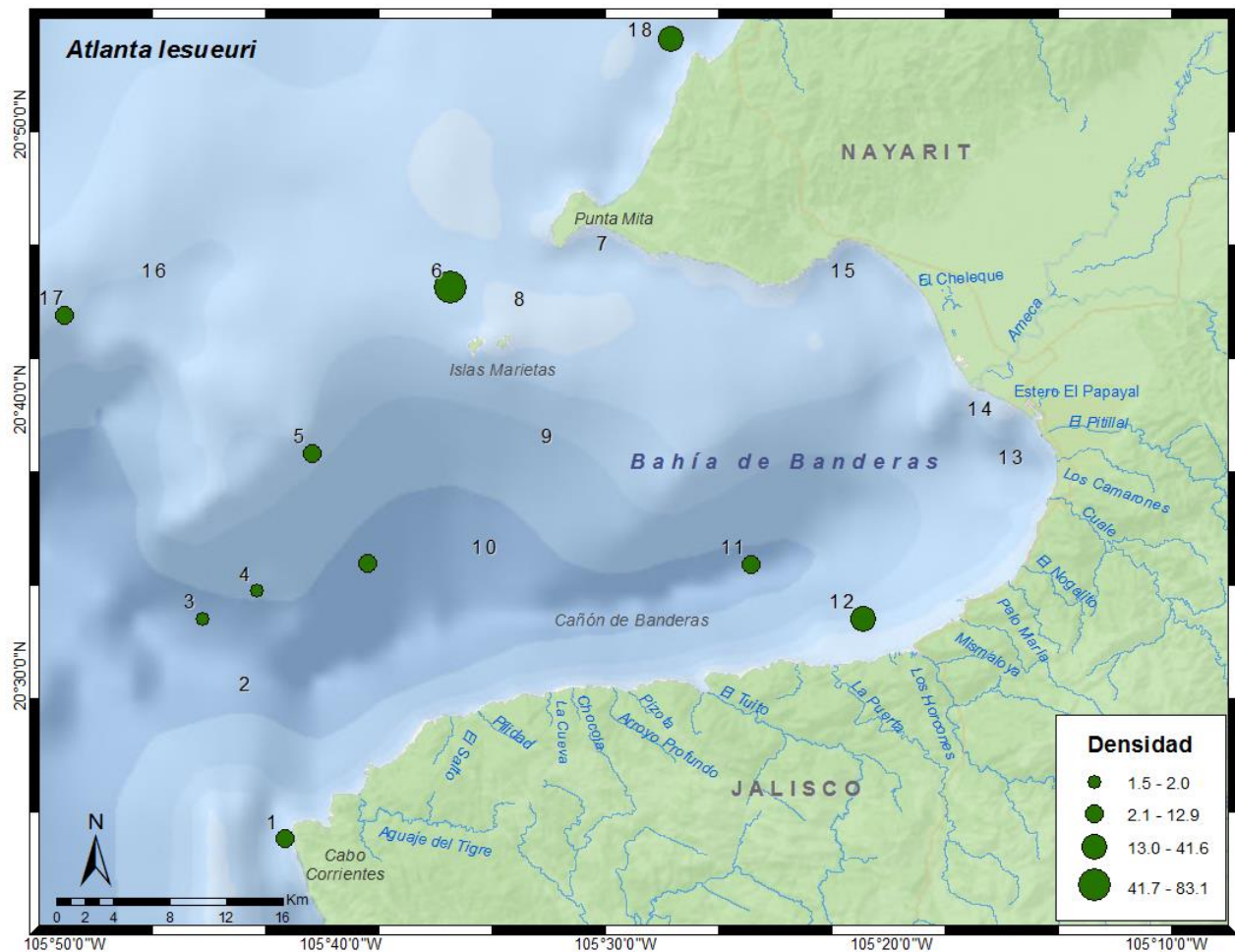


Figura 14. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m³) de *Atlanta lesueurii* en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Protatlanta souleyeti fue de las especies con menor densidad, se presentó en 4 localidades, todas ellas en la zona norte del área de estudio (Fig. 15). La mayor densidad se encontró cerca de las islas Marietas en la localidad 6.

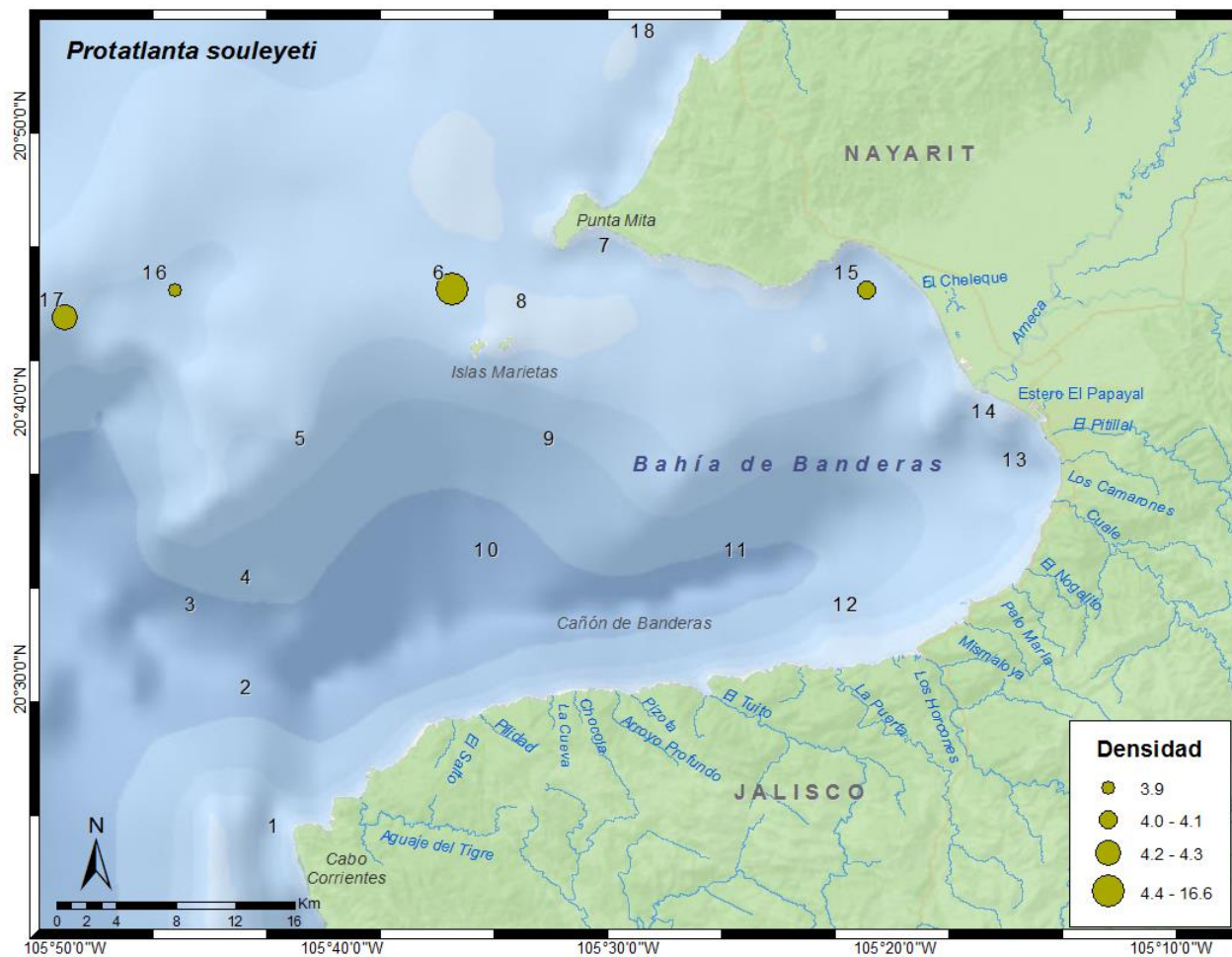


Figura 15. Distribución y densidad total (org/ 1,000m³) de *Protatlanta souleyeti* en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Oxygyrus inflatus se encontró en las localidades 13 y 15 ubicadas cerca del río los Camarones y en la localidad 4, cerca del cañón de Banderas, donde presentó la menor densidad (Fig. 16).

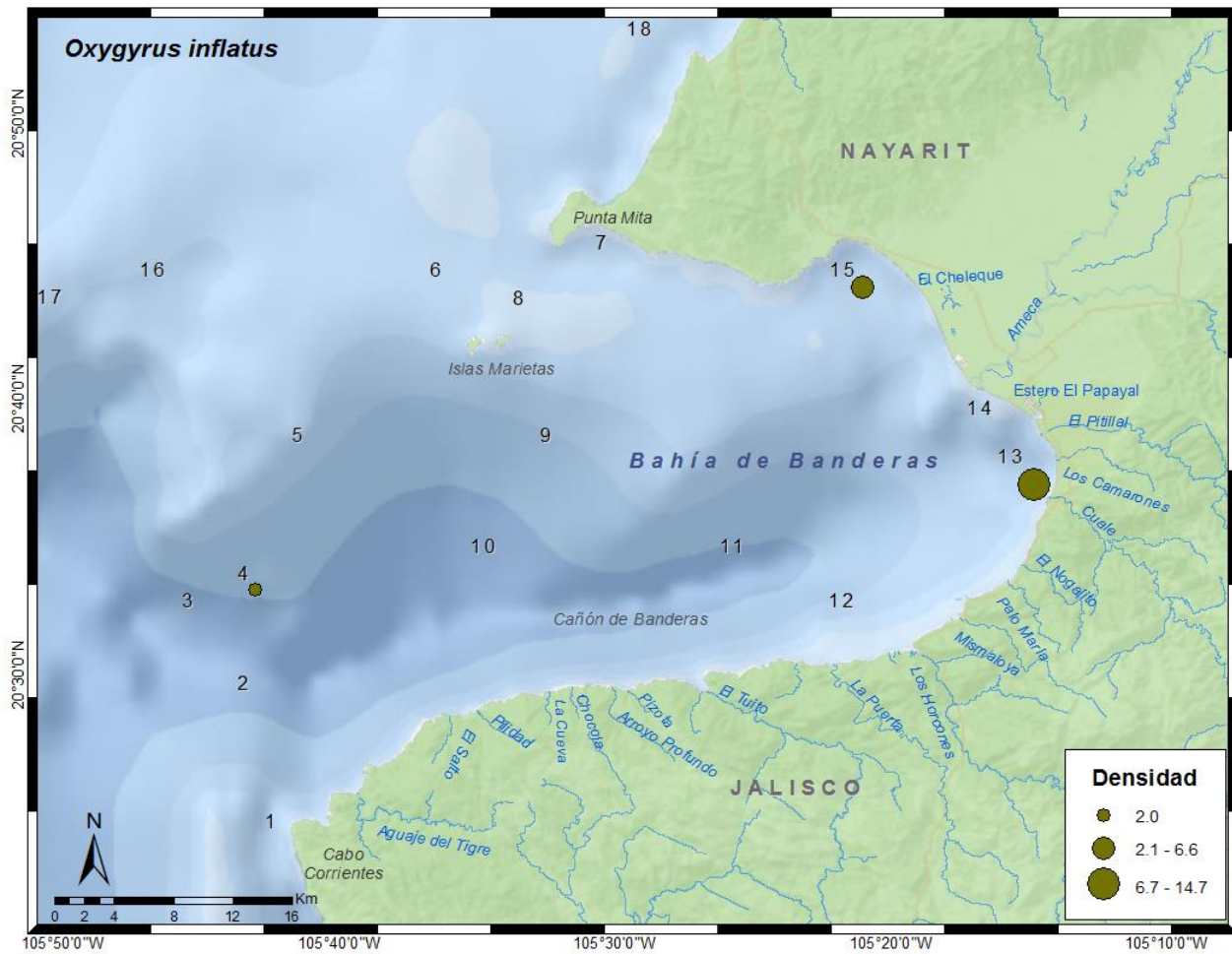


Figura 16. Distribución y densidad total (org/ 1,000 m³) de *Oxygyrus inflatus* en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Finalmente, *Atlanta cf. gaudichaudi* solo se presentó con bajas densidades en 2 localidades, la 1 en Cabo Corrientes y la 13, cerca de los ríos Los Camarones y Cuale (Fig. 17). *A. cf. peronii* se encontró en la localidad costera 7, ubicada cerca de Punta Mita, mientras que *Pterosoma planum* en la localidad 16, ubicada fuera de la bahía.

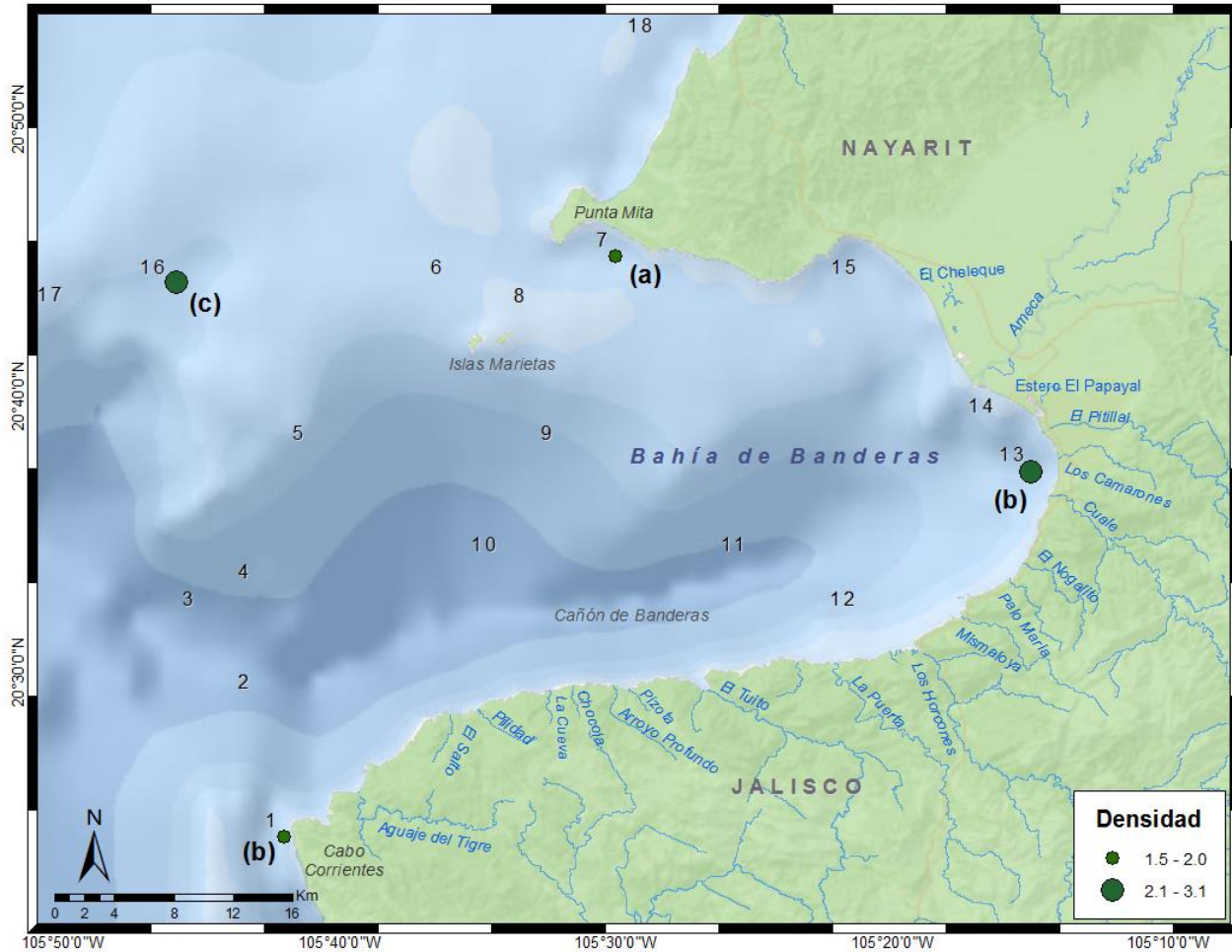


Figura 17. Distribución y densidad total de *Atlanta cf. peronii* (a), *Atlanta cf. gaudichaudi* (b) y *Pterosoma planum* (c) en bahía de Banderas en octubre de 2004.

Caracterización ecológica

Jerarquización

Los heterópodos *Atlanta inflata*, *A. helicinoidea* y *A. lesueurii* fueron especies dominantes; *Pterosoma planum*, *A. cf. gaudichaudi*, *Oxygyrus inflatus* y *Protatlanta souleyeti* fueron ocasionales y *A. cf. peronii* fue rara (Fig. 18). En el grupo de los pterópodos, las especies *Creseis virgula*, *C. clava* y *Limacina trochiformis* fueron dominantes; *Desmopterus pacificus* y *Pneumodermopsis paucidens* fueron ocasionales, mientras que *Diacria* sp. y *Cavolinia inflexa* fueron especies raras. En ambos grupos no hubo especies constantes.

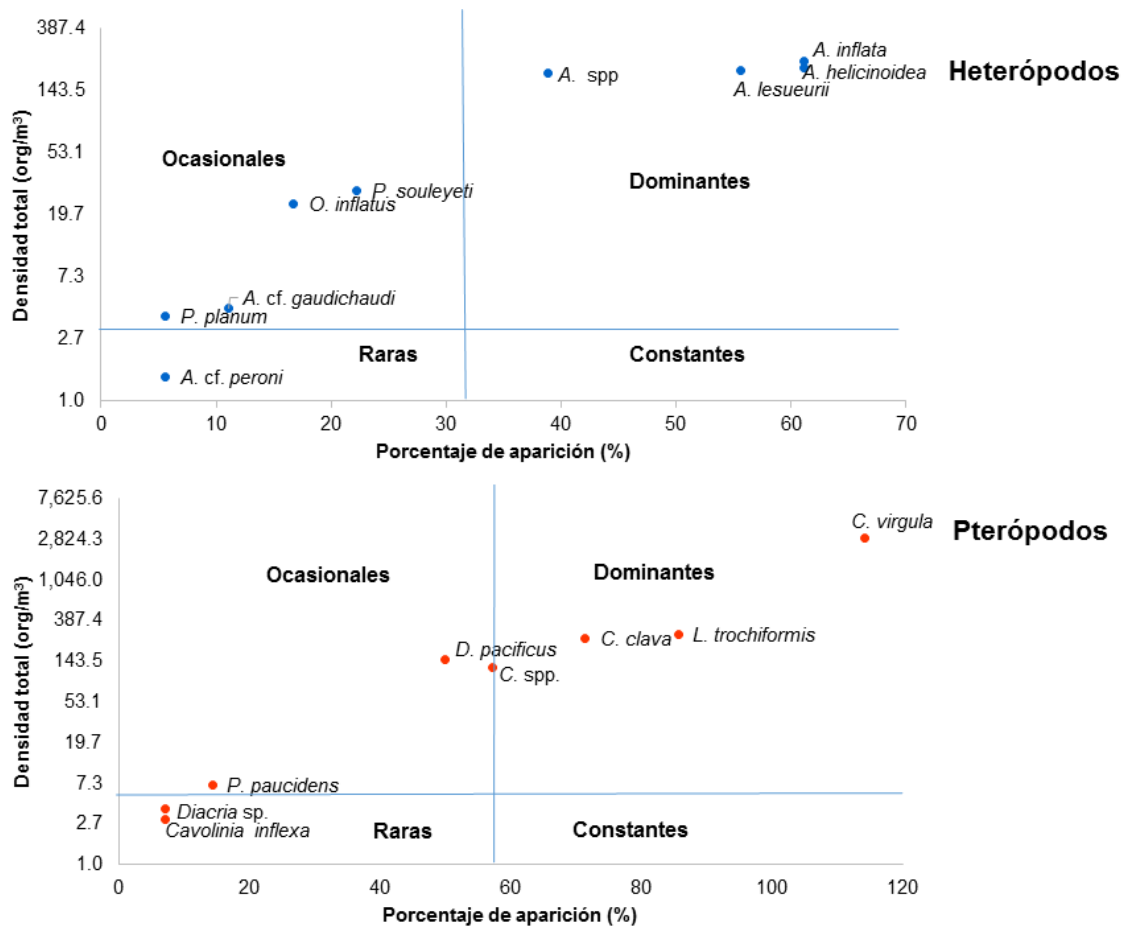


Figura 18. Diagramas de Olmstead-Tuckey (Sokal y Rohlf, 2012) para especies de pterópodos y heterópodos de la bahía de Banderas en octubre de 2004.

Índices de diversidad, dominancia y equidad

En los índices obtenidos para ambos grupos se observó que la diversidad (H') es baja, aunque el valor para los heterópodos fue ligeramente mayor a la de los pterópodos (Tabla 2). Este dato coincidió con lo que indicó el valor de dominancia, donde los heterópodos tuvieron un valor de dominancia menor a diferencia de los pterópodos. En el caso de la equidad, los valores fueron bajos a uno para ambos grupos, por lo que se pudo decir que la proporción de las abundancias de las especies, para cada grupo taxonómico, no fueron equilibradas, principalmente en el caso de los pterópodos.

Tabla 2. Riqueza (S), diversidad (H'), dominancia (λ) y equidad (J) para heterópodos y pterópodos de la bahía de Banderas, en octubre del 2004.

	S	H' (bits/ind)	λ	J
Heterópodos	8	2.03	0.29	0.68
Pterópodos	7	1.03	0.67	0.37

Se obtuvieron bajos valores de diversidad para cada localidad (>3 bits/ind) (Tabla 3). La localidad 12 fue la que presentó la mayor diversidad (2.63 bits/ind.), mientras que el valor más bajo se registró en la localidad 14 (0.10 bits/ind.). En general, los valores más altos de diversidad (<2 bits/ind) se ubicaron en las localidades 4, 10, 12, 16 y 17, donde las tres primeras corresponden a la zona sur de la bahía, mientras que las últimas dos se ubicaron en zonas afuera de la bahía. Los valores más bajos de diversidad (>0.60 bits/ind) correspondieron a las localidades 2, 13 y 14 ubicadas en Cabo Corrientes y cerca del estero "El Papayal" (Fig. 19).

Por otro lado, la dominancia en las localidades mostró un comportamiento inverso con respecto a la diversidad. El valor mayor de dominancia fue de 0.97 para la localidad 14, mientras que el valor más bajo se encontró en las localidades 4 y 12, con valores menores a 0.19 (Tabla 3).

Finamente, el valor más alto de equidad fue de 1, para la localidad 3, ubicada en la porción sur de la bahía, cerca de Cabo Corrientes. Valores inferiores a 1 y hasta 0.79 se encontraron en la zona central de la bahía; mientras que los más bajos (> 0.23) se registraron en las localidades 13 y 14, cerca del estero "El Papayal" (Fig. 20).

Tabla 3. Valores de índices de diversidad (H'), dominancia (λ) y equidad (J') de heterópodos y pterópodos para cada una de las localidades de muestreo en la bahía de Banderas, octubre del 2004.

Localidad	H' (bits/ind)	J'	λ
1	2.00	0.77	0.34
2	0.59	0.59	0.75
3	1.59	1.00	0.33
4	2.50	0.97	0.19
5	1.57	0.79	0.42
6	1.68	0.60	0.48
7	1.09	0.69	0.56
8	1.27	0.49	0.60
9	2.12	0.91	0.26
10	2.48	0.88	0.22
11	1.80	0.70	0.36
12	2.63	0.94	0.18
13	0.47	0.23	0.86
14	0.10	0.10	0.97
15	1.78	0.77	0.37
16	2.41	0.86	0.22
17	2.34	0.90	0.22
18	1.11	0.43	0.65

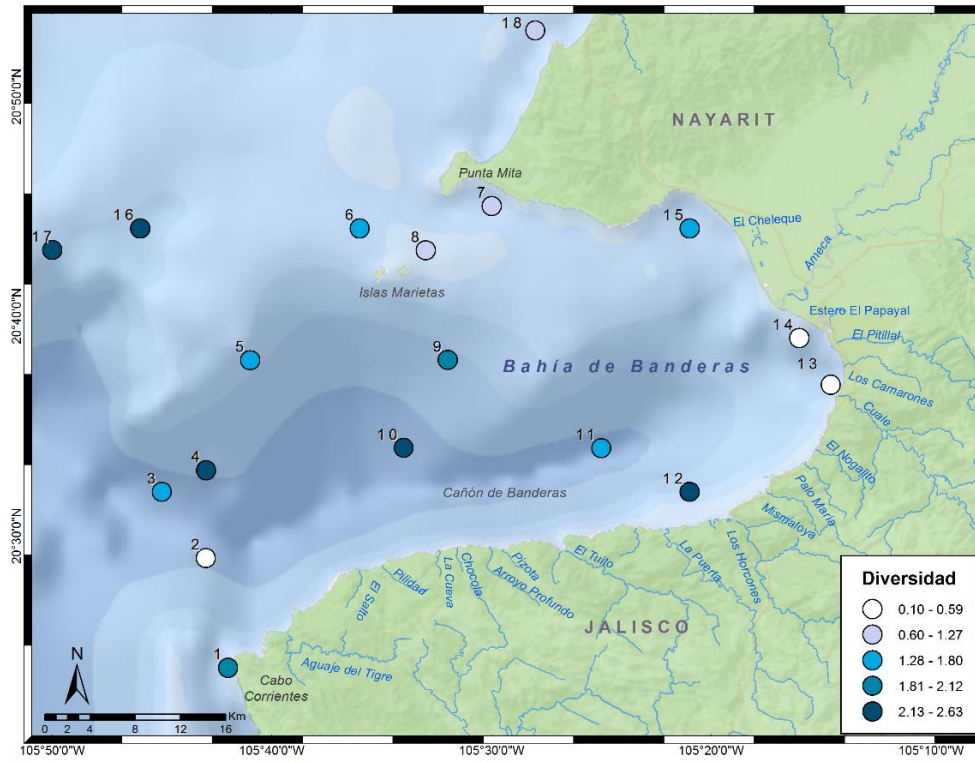


Figura 19. Valores de diversidad (*bits/ind*) de las especies de heterópodos y pterópodos en bahía de Banderas, en octubre de 2004.

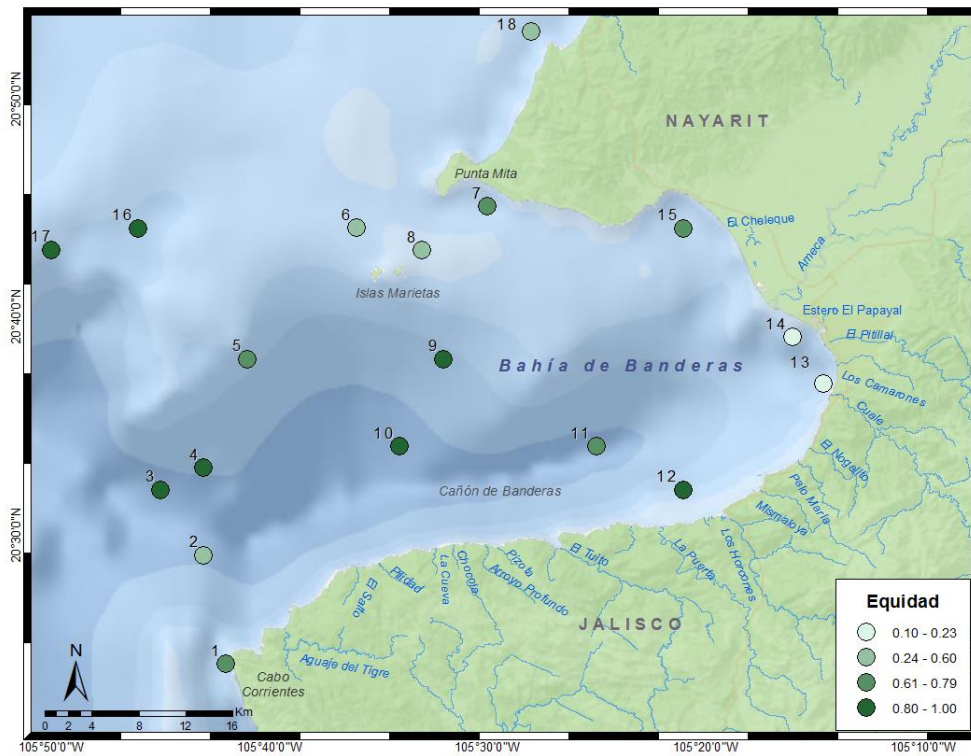


Figura 20. Valores de Equidad las especies de heterópodos y pterópodos en bahía de Banderas, en octubre de 2004.

Curva de acumulación de especies

En ambos grupos se compararon las curvas de acumulación de especies observadas con las esperadas, de acuerdo con el modelo asintótico de Clench. Se observó que la riqueza registrada en el área de muestreo, en el presente trabajo, es cercana a la esperada según el modelo: 7 especies de pterópodos y 9 especies de heterópodos (Fig. 21).

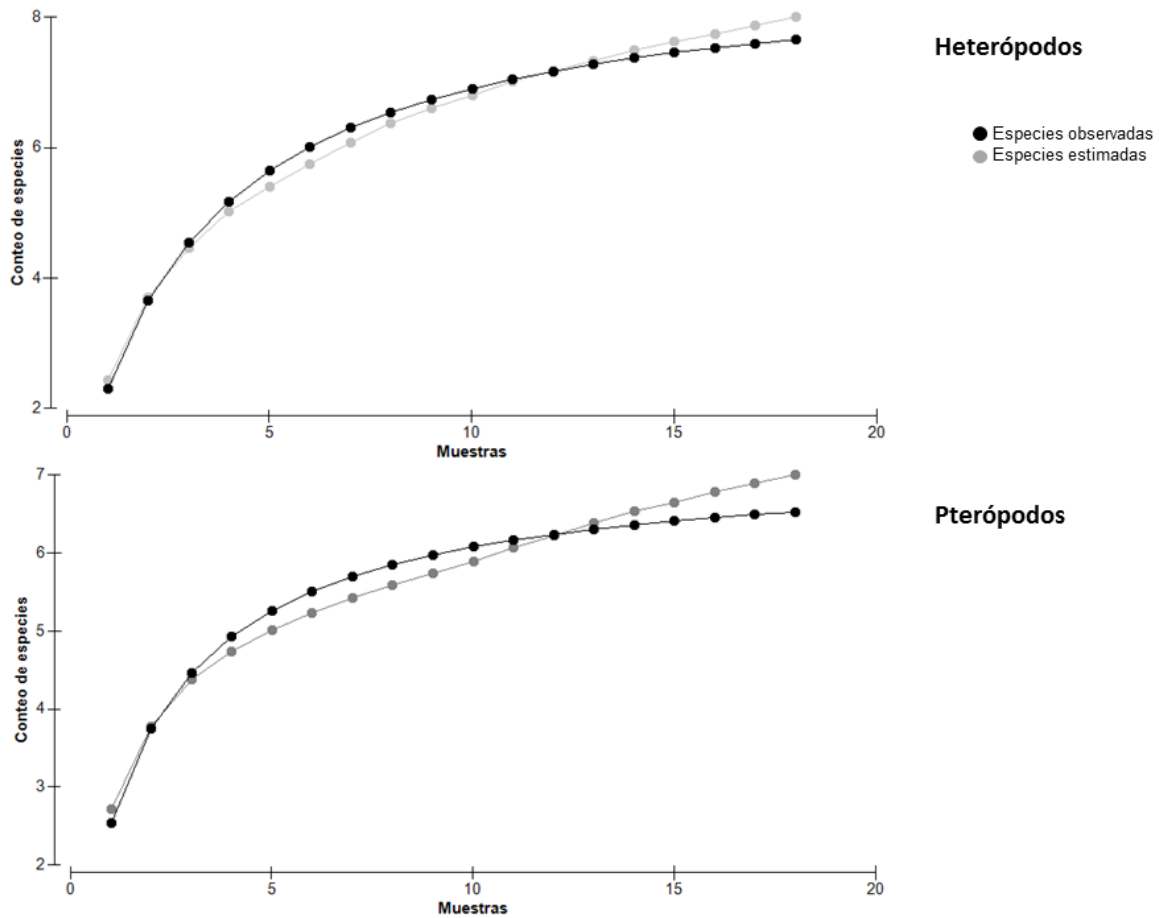


Figura 21. Curvas de acumulación de especies de pterópodos y heterópodos, de acuerdo al modelo asintótico del Clench (negro).

Asociaciones de localidades

De acuerdo con el índice de similitud Bray y Curtis (1957) las localidades se dividieron en tres grupos, que en su mayoría coincidieron con su posición dentro de la bahía de Banderas: 1) norte, 2) central y 3) sur (Fig. 22). El grupo norte estuvo conformado por las localidades 6, 8, 13, 14 y 18 (Fig. 23) caracterizadas por ser someras y con valores bajos de diversidad y equidad, así como valores altos de dominancia, y donde la especie *Creseis virgula* alcanzó sus valores de mayor densidad.

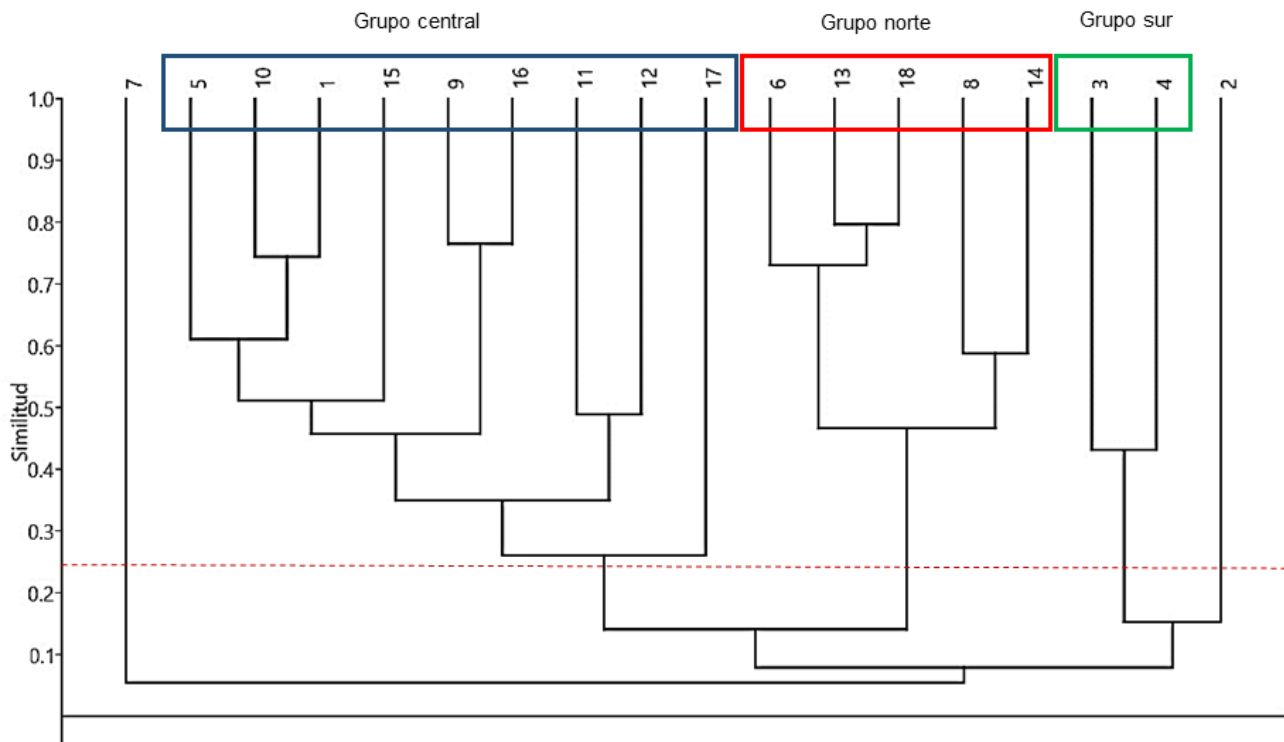


Figura 22. Grupos de estaciones definidas mediante el índice de similitud Bray y Curtis (1957), en la bahía de Banderas en octubre del 2004.

El grupo central se constituyó por 8 de las 18 localidades: 1, 5, 9, 10, 11, 12, 15, 16 y 17, con algunas estaciones dispersas, la mayoría estuvieron ubicadas en los límites de la plataforma continental, con una transición batimétrica marcada; en general, este grupo se caracterizó por tener localidades con valores altos de diversidad y equidad, y baja dominancia. También en este grupo se ubicó el sitio con la mayor riqueza de especies, así como las especies raras (*Diacria* sp. y *Cavolinia inflexa*) y ocasionales (*Pterosoma planum*).

Finalmente, el grupo sur se conformó por las localidades 3 y 4 ubicadas en la porción suroeste fuera de la bahía y en una zona cercana al cañón, en este grupo la localidad 3 fue la que presentó los valores de diversidad y equidad más altos. Cabe mencionar que las localidades 2 y 7 no fueron consideradas en los grupos anteriores, ambas obtuvieron valores bajos de densidad y de diversidad.

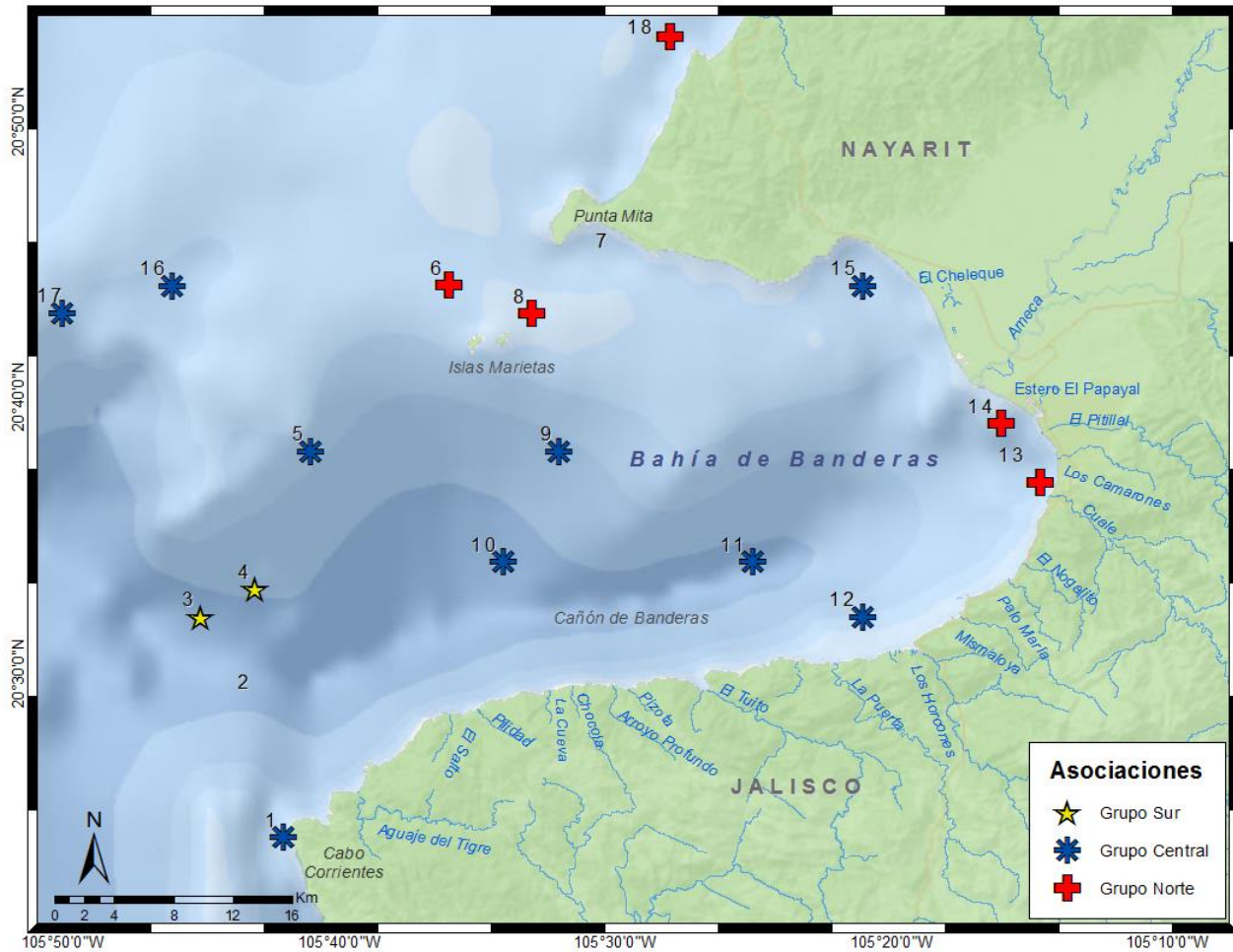


Figura 23. Agrupaciones de la comunidad de moluscos en la bahía de Banderas según el índice de similitud Bray y Curtis (1957), en octubre del 2004.

DISCUSIÓN

Composición taxonómica

De acuerdo a lo registrado en la literatura, en el Pacífico mexicano hay aproximadamente 26 especies de heterópodos y 35 especies de pterópodos (Leal-Rodríguez, 1968; Guerrero-Vázquez, 1985; Sánchez-Hidalgo, 1989; Sánchez-Hidalgo, 1994; Zárate-Juárez, 2006; Espinosa-Balvanera, 2008; Angulo-Campillo, 2009; Moreno-Alcántara, 2014). Con las especies encontradas en el presente estudio se puede decir que en la bahía de Banderas están representados el 26.9 % especies de heterópodos y el 22.9 % de especies de pterópodos del Pacífico mexicano.

Riqueza, distribución y densidad

La mayor riqueza ocurrió principalmente en localidades neríticas como lo describen otros autores, como Zárate-Juárez (2007) y Moreno-Alcántara (2012). Esto corresponde a un patrón que se ha descrito en la literatura, donde el zooplancton de la zona nerítica tiende a tener mayor riqueza y densidad que el de la zona oceánica, debido a que el alimento suele ser más abundante en la zona costera (Gasca y Suárez, 1996).

Los pterópodos fueron el grupo con mayor densidad en la bahía de Banderas con el 80.9 % de la densidad total. Estudios previos del Pacífico mexicano mencionan que los pterópodos tecosomados tienen densidades altas dentro del zooplancton a diferencia de los heterópodos (Guerrero-Vázquez, 1985; Sánchez-Hidalgo, 1989; Zárate-Juárez, 2006; Espinosa-Balvanera, 2008; Angulo-Campillo, 2009; Angulo-Campillo *et al.*, 2011; Moreno-Alcántara, 2012; Moreno-Alcántara *et al.*, 2014). Los pterópodos llegan a constituir de 1 al 2 % de la densidad total en la comunidad del zooplancton, mientras que los heterópodos menos del 0.01 % (Álvarez-Cadena *et al.*, 2007; Murcia y Giraldo, 2007).

Pterópodos

El género con mayor densidad relativa y más frecuente de los pterópodos fue *Creseis* con 71 % de la densidad total, las especies de este género se han descrito en diversos estudios de hábitos tropicales y subtropicales, con valores altos de frecuencia y densidad, principalmente en aguas neríticas (Tesch, 1948; Matsubara, 1975; Van der Spoel y Dadon, 1999; Zárate-Juárez, 2007, Espinosa-Balvanera, 2008; Lemus-Santana, 2009, Flores-Coto *et al.*, 2013, Angulo-Campillo, 2011; Moreno-Alcántara, 2012). En este caso *C. virgula* fue la especie que representó la mayor densidad, principalmente en zonas neríticas, así como la de mayor frecuencia, esto coincide con

lo encontrado en estudios del Pacífico mexicano (Sánchez-Hidalgo, 1989; Sánchez-Hidalgo 1994; Zárate-Juárez, 2007, Espinosa-Balvanera, 2008; Angulo-Campillo, 2011; Moreno-Alcántara, 2012).

Creseis clava fue una de las especies más abundantes de los pterópodos, sin embargo, su densidad y frecuencia fueron menores que *C. virgula*, este patrón también ha sido descrito por McGowan (1960) en la Corriente de California. Estudios realizados en el golfo de México han descrito un patrón opuesto, donde *C. clava* alcanza densidades más altas que *C. virgula* (Matsubara, 1975; Lemus-Santana, 2009; Flores-Coto *et al.*, 2013). En este caso, la densidad de *C. clava* se vio favorecida en zonas neríticas, como lo encontrado en otros estudios realizados en el Pacífico mexicano y aguas adyacentes (Sánchez-Nava, 1984, Guerrero-Vázquez, 1985; Zárate-Juárez, 2006; Angulo-Campillo, 2009; Moreno Alcántara, 2014)

Limacina trochiformis es una especie común de zonas tropicales y subtropicales (Van der Spoel y Dadon, 1999) y fue la segunda especie con mayor densidad de los pterópodos, principalmente en zonas neríticas, como se ha registrado en trabajos previos del Pacífico (McGowan, 1960; Espinosa-Balvanera, 2008), y en golfo de México (Matsubara, 1975; Lemus-Santana, 2009; Flores-Coto *et al.*, 2013).

Desmopterus pacificus fue una especie de baja frecuencia que, aunque se presentó en localidades neríticas, su mayor densidad ocurrió en la zona oceánica. *D. pacificus* ha sido descrita como una especie de distribución oceánica (Van der Spoel y Dadon, 1999, Matsubara, 1975; Flores-Coto *et al.*, 2013).

Pneumodermopsis paucidens fue el único representante del Orden Gymnosomata y se presentó con baja frecuencia y densidad en zonas oceánicas. Esta especie podría representar un nuevo registro para el Pacífico americano (Anexo III), debido a esto, considero importante mencionar que el ejemplar mejor conservado presentó los órganos bucales (los brazos y la probosis) extendidos lo cual facilitó su identificación, considerando los siguientes caracteres: La presencia de 5 ventosas unidas por pedúnculos a lo largo del brazo medio siendo en los pares inferiores pequeñas y las superiores más grandes, y 10 ventosas con pedúnculos cortos acomodados en fila en la pared bucal (Anexo I) como lo describen Van der Spoel y Dadon (1999). *P. paucidens* es una especie de distribución tropical y subtropical, principalmente de aguas oceánicas, se ha encontrado en el océano Atlántico y el Indo-Pacífico (Van der Spoel y Dadon, 1999). Mientras que en el Pacífico americano solo se han documentado las especies *Pneumodermopsis ciliata*, *P. cenophora* y *P. macrochira* con frecuencia y densidades bajas (Angulo-Campillo *et. al.*, 2011; Moreno-Alcántara *et al.*, 2014).

Cavolinia inflexa y *Diacria* sp. fueron las especies de menor frecuencia y densidad de todos los pterópodos. Ambas especies son de hábitos oceánicos (Van der Spoel y Dadon, 1999; Matsubara, 1975). En el caso de *C. inflexa*, el único organismo encontrado se ubicó en una zona cercana al cañón de Banderas, lo que reafirmó su carácter oceánico. *C. inflexa* es una de las especies con mayores densidades del género *Cavolinia* en el norte del Pacífico hasta las costas del sur Baja California, también está bien representada en el golfo de California (Angulo-Campillo, 2009). McGowan, (1960) ha considerado que en las zonas tropicales solo se pueden encontrar juveniles de *C. inflexa*. Por otro lado, se encontró un ejemplar del género *Diacria* sp. en el borde de la plataforma, fuera de la bahía. Tesch (1948) y McGowan (1960) coinciden en que las especies del género *Diacria* son de densidad baja y su frecuencia de regular a rara en el océano Pacífico. En tanto que Lemus-Santana (2009) reportó el mismo patrón para las especies *D. danae* y *D. major* en el sur del golfo de México.

Heterópodos

Los heterópodos, son especies de distribución tropical y subtropical, principalmente de zonas costeras (Tesch, 1941; Lalli y Gilmer, 1989; Richter y Seapy, 1999; Zhao-Li y Li, 2005). El género *Atlanta* fue el que presentó las densidades relativas más altas de este grupo, con 18.9 % de la densidad total, mismo patrón registrado en estudios realizados en el océano Atlántico y Pacífico (Richter y Seapy, 1999; Angulo-Campillo, 2009; Lemus-Santana, 2009).

A. inflata, *A. helicinoidea* y *A. lesueurii* fueron especies de amplia distribución y de altas densidades, principalmente en zonas neríticas. Esto es contrario a lo descrito en zonas del norte del Pacífico donde *A. inflata* se ha presentado en bajas densidades (McGowan, 1967; Guerrero-Vázquez, 1985; Angulo-Campillo *et al.*, 2011), mientras que en aguas del Atlántico norte e Indo-Pacífico es una especie de altas densidades (Thiriot-Qhievreuk, 1973; Aravindakshan y Stephen, 1996; Seapy, *et al.*, 2003).

En el caso de *A. helicinoidea*, se ha registrado en zonas del Pacífico con baja densidad (McGowan, 1967; Espinosa-Balvanera, 2006; Angulo-Campillo, 2009; Angulo-Campillo *et al.*, 2011; Moreno-Alcántara, 2012; Moreno-Alcántara *et al.*, 2014) y no coincide con el presente estudio. Sin embargo en zonas del Indo-Pacífico es una especie de amplia distribución (Thiriot-Qhievreuk, 1973; Aravindakshan y Stephen, 1996; Seapy, *et al.*, 2003).

A. lesueurii es de alta densidad y con frecuencia regular en el Pacífico mexicano, (Guerrero-Vázquez, 1985; Zárate-Juárez, 2006; Espinosa-Balvanera, 2008; Angulo-Campillo,

2009) como se observó en este trabajo y otras zonas del Indo-Pacífico (Aravindakshan y Stephen, 1996; Zhao-Li y Li, 2005).

Protatlanta souleyeti y *Oxygyrus inflatus* tuvieron densidades y frecuencias más bajas, para ambas la literatura coincide con lo encontrado en el presente estudio (Tesch, 1949; Guerrero-Vázquez, 1985; Angulo-Campillo, 2009, Moreno-Alcántara, 2012)

A. cf. gaudichaudi fue menos frecuente y con densidades mínimas, su presencia se limitó a localidades costeras. En el Pacífico mexicano *A. gaudichaudi* se ha registrado como frecuente, aunque con densidades bajas principalmente en la zona costera (McGowan, 1967; Espinosa-Balvanera, 2006; Zárate-Juárez, 2008; Angulo-Campillo, 2009). Debido al estado de conservación de los ejemplares utilizados en este estudio, las características de la forma del cuerpo, tipo de ojos y el opérculo no permitieron afirmar con certeza la identidad de esta especie (Anexo I), sin embargo si pertenece al grupo de *A. gaudichaudi* descrito por Richter y Seapy (1999). Debido a lo anterior, no se debe descartar la posibilidad de que la densidad se esté subestimando, por lo que se recomienda revisar más material de la zona.

Pterosoma planum se encontró en una localidad ubicada en una zona somera alejada de la costa. El ejemplar encontrado presenta el cuerpo cilíndrico, con crestas laterales que se extienden desde la altura de los ojos hasta culminar en la cola (Anexo I) y el núcleo visceral es aplanado con 8 branquias. Esta especie se caracteriza por ser la única de la familia Carinaridae en presentar un cuerpo aplanado dentro de un disco que termina en una cola atenuada (Tesch, 1949). *P. planum* se ha descrito como una especie oceánica de hábitos tropicales (Tesch, 1949) y se ha registrado en el Océano Índico en el Mar de Andaman (Aravindakshan y Stephen, 1996), en las aguas del sureste de Australia (Newman, 1990 en Seapy *et al.*, 2003) y en el Indo-Pacífico (Tesch, 1949), mientras que, en el Pacífico americano se ha registrado solo en las aguas de Hawaii (Thiriot-Quiévreux y Seapy, 1997) y en el golfo de Panamá (Keen, 1971). Finalmente, los trabajos realizados en el Pacífico mexicano no reportan esta especie (Guerrero-Vázquez, 1985; Sánchez-Hidalgo, 1994; Zárate-Juárez, 2006; Espinosa-Balvanera, 2008; Angulo-Campillo *et al.*, 2011; Moreno-Alcántara *et al.*, 2014), por lo tanto, *P. planum* representa un nuevo registro para el Pacífico mexicano (Anexo II).

Finalmente, *A. cf. peronii* fue el heterópodo con la densidad menor, se encontró solo un organismo en una zona costera. Es una especie de hábitos tanto oceánicos como costeros (Zhen-Li y Li, 2005). Nuevamente ocurrió la misma situación que *A. cf. gaudichaudi*, en este caso este ejemplar (Anexo I) pertenece al grupo de con *A. peronii* descrito por Richter y Seapy (1999).

Se observó que las localidades con mayor densidad de organismos fueron aquellas cercanas a la desembocadura de los ríos (Los Horcones, Cuale y el estero El Papayal) y cerca de las islas Marietas. La densidad alta de organismos del zooplancton puede ser el resultado de la alta productividad de la zona y la riqueza de nutrientes provenientes de la entrada de aguas continentales. La descarga de agua dulce por parte de los ríos es un factor que influye en la distribución y abundancia de estos moluscos (Lemus-Santana, 2009; Flores-Coto *et al.*, 2013; López-Arellanes, 2014). Las especies *Creseis virgula* y *C. clava* tienen éxito en ambientes con bajas salinidades y variaciones en la temperatura (Matsubara, 1975). En el sur del golfo de México estas especies presentan grandes densidades en zonas con influencia de descargas de agua dulce (Lemus-Santana, 2009; Flores-Coto *et al.*, 2013; López-Arellanes, 2014); como en el presente estudio.

Diversidad, dominancia y equidad

En este estudio se observó que el valor de diversidad entre ambos grupos mostró que los heterópodos obtuvieron un valor de diversidad alto a diferencia de los pterópodos, la presencia de especies dominantes de pterópodos como *Creseis virgula* y *C. clava* puede ser un factor importante que explique este patrón. Aunque los heterópodos han sido reportados como poco abundantes (Richter y Seapy, 1999) parecen reflejar una comunidad más estable en cuanto a la distribución de las abundancias de sus especies, este mismo patrón que puede apreciarse en los datos generados por Burridge *et al.* (2016), quien obtuvo valores de diversidad y equidad para ambos grupos y el valor más alto de diversidad correspondió a los heterópodos.

En el caso de la diversidad entre localidades, aunque los valores altos fueron en una zona cercana a la costa y a la desembocadura del río Horcones, en general se observó que estos valores fueron bajos en zonas neríticas o cercanas a ríos. La diversidad aumentó hacia la zona de transición batimétrica, donde la profundidad aumenta. Varios autores han observado que dentro de las comunidades pelágicas, en este caso de moluscos pterópodos y heterópodos, la diversidad es baja y con especies dominantes en zonas costeras o neríticas, mientras que en comunidades netamente oceánicas la diversidad es mayor y las especies mantienen valores de abundancia bajos, por ejemplo en Baja California, (Sánchez-Hidalgo, 1994; Espinosa-Balvanera, 2008; Angulo-Campillo, 2009), el golfo de Tehuantepec (Moreno-Alcántara, 2012) y el golfo de México (Matsubara, 1975; Lemus-Santana, 2009; López-Arellanes, 2014). Por otro lado, el valor más alto de equidad correspondió a una localidad con características oceánicas, a diferencia de las localidades cercanas a la desembocadura de ríos con baja equidad como lo encontrado por otros autores como Moreno-Alcántara (2012) y López-Arellanes (2014). De hecho, Leal-

Rodríguez (1968) ha hecho hincapié en que la composición de especies y la densidad es claramente diferente en ambientes neríticos y oceánicos, aunque no refiriéndose específicamente a la diversidad.

Aunado a lo anterior, estudios con otros organismos del zooplancton en la zona concuerdan con lo encontrado en este trabajo, donde los valores de diversidad son similares principalmente en otoño, con valores menores a 2.5 *bits/ind* (Díaz, 1992; Shibya, 1992; Lora-Jaimes, 1998). Es muy prematuro hablar de la diversidad de la bahía de Banderas, puesto que no se han realizado estudios completos sobre la estructura de la comunidad del zooplancton en esta zona. Se recomienda hacer más estudios, como análisis estacionales, esto permitiría conocer realmente cuál es el estatus ecológico de esta comunidad.

Curva de acumulación de especies

La riqueza estimada por medio del modelo de Clech para cada grupo, sugiere que es probable que falten pocas especies por encontrar si se siguiera muestreando esta zona por lo menos en la misma época en la que se realizó el presente estudio (Soberón y Llorente, 1993). Sin embargo, se sugiere que se revise más material en esta área de diferentes épocas para poder evaluar la riqueza máxima de la zona.

Asociaciones

Las asociaciones que se encontraron en este estudio correspondieron a tres regiones de la bahía y describen básicamente tres ambientes: nerítico, en el grupo norte, de transición donde cambia la batimetría, en el grupo central y oceánico, en el grupo sur. Este patrón de asociaciones es similar a los descritos para otras zonas con moluscos pelágicos, como el Golfo de México (Lemus-Santana, 2012; Flores-Coto *et al.*, 2013; López-Arellanes, 2014) y el Golfo de Tehuantepec (Moreno-Alcantará, 2012) principalmente; así como larvas de peces (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2000; Flores-Coto *et al.*, 2009).

Lemus-Santana (2012) y López-Arellanes (2014) han mencionado que la descarga de los ríos generan fuertes gradientes horizontales en la composición y densidad de moluscos, en este caso en el grupo norte se asociaron localidades con las mayores densidades (representadas por las especies *Creseis virgula* y *C. clava*), valores de alta dominancia de especies y baja equidad que pueden deberse a que las descargas de ríos aportan nutrientes a la bahía y son transportados por masas de agua que siguen una circulación ciclónica, de sur a norte (Salas y Magaña, 2005), mientras que en el grupo sur, que correspondió a una

zona oceánica, las densidades fueron bajas pero con los más altos valores de diversidad y equidad como lo han reportado Sánchez-Hidalgo (1989 y 1994), Angulo-Campillo (2011), Lemus-Santana (2012), Moreno-Alcántara (2012), López-Arellanes (2014).

En otros términos, Lora-Jaimes (1998), al realizar un análisis de la distribución y abundancia de varios grupos de zooplancton en un ciclo anual en la bahía de Banderas, encontró que las abundancias mayores y las altas frecuencias de especies fueron en la parte norte, marcando nuevamente la diferencia en el comportamiento de las especies dependiendo de las características de la zona. Aunque en este estudio no se contó con medidas de parámetros fisicoquímicos, es evidente que las densidades de los moluscos están siendo influenciadas por la topografía y la dinámica de la zona, sin embargo, es recomendable, en estudios próximos, analizar no solo la composición y densidad de moluscos, también los parámetros de las masas de agua que se encuentran en el área de estudio.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo un total de 1,427 organismos pertenecientes a dos familias, cuatro géneros y ocho especies de heterópodos; y cuatro familias, cinco géneros y seis especies de pterópodos. Todas ellas son nuevos registros para la bahía de Banderas.
- En la bahía de Banderas, se encontraron representados el 22.9 % de los pterópodos y 26.9 % de los heterópodos registrados para el Pacífico mexicano.
- La especie *Pterosoma planum* es nuevo registro para el Pacífico mexicano y posiblemente *Pneumodermopsis paucidens* sea nuevo registró para el Pacífico americano.
- Los pterópodos fueron más abundantes en la comunidad de moluscos analizada, con 80.9 % de la densidad total.
- Las especies de pterópodos más abundantes fueron *Creseis virgula*, *Limacina trochiformis* y *C. clava*.
- Los heterópodos más abundantes fueron *Atlanta inflata*, *A. helicinoidea* y *A. lesueurii*.
- Las abundancias mayores de pterópodos y heterópodos se presentaron en zonas neríticas, principalmente cerca del complejo insular de las islas Marietas y en la desembocadura de los ríos.
- Los valores de diversidad y equidad aumentan en un gradiente batimétrico descendente. Mientras que en este mismo gradiente los valores de dominancia disminuyen.
- Las localidades en la bahía de Banderas se agruparon en las regiones norte, central y sur, de acuerdo con las especies que compartieron entre sí.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, R. 2007. Submarine topography and faulting in Bahía de Banderas, Mexico. *Geophysical International* 46(2): 93-116.
- Álvarez-Cadena, J. N, U. Ordoñez-López, D. Valdés-Lozano, A. R. Almaral-Mendivil y A. Uicab-Sabido. 2007. Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia: biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, mar Caribe de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 421-430.
- Angulo-Campillo, O. 2009. *Taxocenosis de moluscos holoplanctónicos (Mollusca: Gastropoda) y su relación biogeográfica en el Golfo de California*. Tesis de Doctorado, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur. México, 258 p.
- Angulo-Campillo, O., G. Aceves-Medina y R. Avedaño-Ibarra. 2011. Holoplanktonic mollusks (Mollusca: Gastropoda) from the Gulf of California, México. *Check list: Journal of species and distribution* 7(3): 337-342.
- Aravindakshan, P. N. y R. Stephen. 1996. Composition of heteropods in the Andaman Sea. *Proceedings of the Second Workshop on Scientific Results* 1: 193-196.
- Argudín, V. C. 2012. Variación estacional de la distribución y la abundancia de las medusas (Cnidaria) en la Bahía de Banderas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, 62 p.
- Begon, M., C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. *Ecology: from individual to ecosystems*. 4ta. edición, Blackwell Publishing, Oxford, 738 p.
- Bouchet, P. y J. P. Rocroi. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacología* 47(12): 85-397.
- Bray, R. J. y J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27 (4): 325-349.
- Brusca, R. C., W. Moore y S. M. Shuster. 2016. *Invertebrates*. 3ra. Edición, Sinauer Associates, Inc., Publishers, Massachusetts, 1152 p.

- Burrige, A. K., E. Goetze, D. Wall-Palmer, S. L. Le Double, J. Huisman, K. T.C.A. Peijnenburg. 2016. Diversity and abundance of pteropods and heteropods along a latitudinal gradient across the Atlantic Ocean. *Progress in Oceanography* 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2016.10.001>
- Carabias, J., J. A. Meave, T. Valverde y Z. Cano-Santana. 2009. *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*. Pearson Educación, México, 264 p.
- Clarke, K. R. y R. N., Gorley. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth, 192pp.
- Cruz, M. 1983. Pterópodos y heterópodos del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico* 2(2): 571-587.
- Cruz, M. 1996. Pterópodos tecosomados y heterópodos (Gasterópodos) como bioindicadores del evento "El Niño" 1992 en la estación fija "La Libertad", Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico* 8(3): 51-66.
- Cruz, M. 1998. Gasterópodos planctónicos (Pterópodos y Heterópodos) como bioindicadores de los eventos "El Niño" 1992 y 1997-1998 en la estación fija "La Libertad", Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico* 9(1): 119-144.
- Cruz, M. 2012. Referencia y rangos de tolerancia a la temperatura y salinidad de los pterópodos y heterópodos frente a la costa Ecuatoriana. *Acta Oceanográfica del Pacífico* 17(1): 93-125.
- Colwell, R. K., X. Mao y J. Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Pp. 73-84. *In: G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds). Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías Tercer Milenio, Zaragoza, XX p.
- Comeau, S., G. Gorsky, R. Jeffrey, J. L. Teyssié y J. P. Gattuso. 2009. Key artic pelagic mollusc (*Limacina helicina*) threatened by ocean acidification. *Biogeosciences Discuss* 6: 2523-2537.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2007. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Islas Marietas. México, 155 p.

- Cortés-Lara M. D. C., R. Cortés A. y A. P. Sierra-Beltrán. 2004. Presencia de *Cochlodinium catenatum* (Gymnodiniales: Gymnodiniaceae) en mareas rojas de Bahía de Banderas, Pacífico mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 52:35-49.
- Díaz, V. M. R. 1992. *Amphipodos (Crustacea: Malacostraca) de Bahía de Banderas-Jalisco-Nayarit. México septiembre y diciembre de 1990*. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara, México, 52 p.
- Espinosa-Balvanera, S. G. 2008. *Distribución y abundancia de los gasterópodos holoplanctónicos en el sur de las grandes islas del Golfo de California, durante el otoño de 1978*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 58 p.
- ESRI ArcMap v 10. 2011. Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Fabry, V. J. 1990. Shell growth rates of pteropod and heteropod molluscs and aragonite production in the open ocean: Implications for the marine carbonate system. *Journal of Marine Research* 48: 209-222.
- Flores-Coto, C., M. L. Espinosa-Fuentes, F. Zavala-García y L. Sanvicente-Añorve. 2009. Ictioplancton en el sur del Golfo de México. Un compendio. *Hidrobiológica* 19(1): 49-79.
- Flores-Coto, C., H. L. Arellanes, J. Sánchez-Robles y A. López-Serrano. 2013. Composición, abundancia y distribución de Pteropoda (Mollusca: Gastropoda) en la zona nerítica, del sur del Golfo de México (Agosto, 1995). *Hidrobiológica* 23(3): 348-364.
- Gasca, R. y E. Suárez. 1996. *Introducción al zooplancton marino*. ECOSUR y CONACYT. México, 177 p.
- Gasca, R. y A. W. Janssen. 2013. Taxonomic review, molecular data and key to the species of Creseidae from the Atlantic Ocean. *Journal of Molluscan Studies* 1-8. doi:10.1093/mollus/eyt038
- Gómez-Villarreal, M., M. D. Martínez-Gaxiola y J. L. Peña-Manjarrez. 2008. Proliferaciones algales 2000–2001 en Bahía de Banderas, México según el sensor SeaWiFS. *Revista de Biología Tropical* 56(4): 1653-1664.

- Gofas, S. 2009. Thecosomata. World Register of Marine Species. In: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=13703> on 2017-02-03
- Gofas, S. 2010. Littorinimorpha. World Register of Marine Species. In: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=382213> on 2017-02-03
- Gofas, S. 2016. Heterobranchia. World Register of Marine Species. In: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=14712> on 2017-02-03
- Guerrero-Vázquez, S. 1985. *Distribución y abundancia de los moluscos pterópodos y heterópodos (Gastropoda: Prosobrancia y Opistobrancia) de la Bahía de Matachén, San Blas, Nayarit, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara, 99 p.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. y P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis, Paleontologic Electronics 4(1): 9pp.
- Hickman, C. P., L. Roberts y A. Larson. 2001. *Integrated principles of zoology*. 7ª edición, McGraw-Hill, Nueva York, 899 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. Carta hidrográfica. In: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/hidrologia/default.aspx>
- Jiménez-Pérez, L. C., M. C. Cortés-Lara y A. L. Cupul-Magaña. 2013. Parches del zooplancton asociados con dos florecimientos algales nocivos en Bahía de Banderas. *Hidrobiológica* 23(2): 176-186.
- Jiménez-Valverde A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- Keen, A. M. 1971. *Sea shells of tropical West America: Marine mollusks from Baja California to Peru*. 2da. edición, Stanford University Press, Stanford, California, 1064 p.
- Kessler, W. S. 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: a review. *Progress in Oceanography* 69: 181-217.
- Lalli, C. M. y R. W. Gilmer. 1989. *Pelagic snails: The biology of holoplanktonic gastropod mollusks*. Stanford University Press, Stanford, 259 p.

- Leal-Rodríguez, D. G. 1998. 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, Universidad Nacional Autónoma de México, 89 p.
- Lemus-Santana, E. 2009. *Distribución y abundancia de los moluscos holoplanctónicos en el sur del Golfo de México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 95 p.
- López-Arellanes, H. S. 2014. *Composición, distribución, abundancia y asociación de Thecosomata y Gymnosomata en el Sur del Golfo de México*. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur, México, 132 p.
- Lora-Jaimes, V. 1998. *Distribución y abundancia del zooplancton en un ciclo anual (1990-1991) en la Bahía de Banderas, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, 60 p.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, Oxford, 256 p.
- Matsubara, O. J. A. 1975. *Sistemática, distribución, abundancia y relaciones ambientales de los pterópodos tecosomados de la Bahía de Campeche, México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 51 p.
- McGowan, J. A. 1960. *The systematics, distribution and abundance of Euthecosomata of the North Pacific*. PhD, dissertation, University of California, San Diego. 212 p.
- McGowan, J. A. 1967. *Distributional atlas of pelagic molluscs in the California Current region*. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, Atlas No. 6, San Diego, Marine Research Committee. 218 p.
- Meglitsch, P. A. 1981. *Zoología de invertebrados*. H. M Blume Ediciones. España, 906 p.
- Molina-González, O. 2014. *Variación latitudinal de moluscos holoplanctónicos y su relación con variables hidrográficas frente a la costa occidental de Baja California durante el periodo 2006-2008*. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México, 86 p.
- Moncayo-Estrada, R., J. L. Castro-Aguirre y J. de la Cruz-Agüero. 2006. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de Banderas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 7-80.

- Moreno-Alcántara, M. 2012. *Distribución y abundancia de moluscos holoplanctónicos (Gastropoda: Pterotracheoidea, Thecosomata y Gymnosomata) del Golfo de Tehuantepec*. Tesis de Licenciatura, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur, México, 116 p.
- Moreno-Alcántara M. 2015. Revisión taxonómica de las especies de la Familia Atlantidae (Gastropoda: Pterotracheoidea) en el Pacífico mexicano, utilizando análisis morfológicos y genéticos. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas La Paz, Baja California Sur, México, 93 p.
- Moreno-Alcántara, M., G. Aceves-Medina, O. J. Angulo-Campillo, J. P. Murad-Serrano. 2014. Holoplanktonic molluscs (Gastropoda: Pterotracheoidea, Thecosomata and Gymnosomata) from the Southern Mexican Pacific. *Journal of Molluscan Studies* 1–8. doi:10.1093/mollus/eyu006
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T Manuales y Tesis SEA, México, 84 p.
- Murcia, M. R. y A. L. Giraldo. 2007. Condiciones oceanográficas del mesozooplankton en la zona oceánica del Pacífico Colombiano, durante septiembre-octubre 2004. *Boletín científico CCCP* 14: 83-94.
- Núñez-Cornú, F. J. y C. Suárez-Plascencia. 2005. Hacia un atlas de riesgos naturales de Puerto Vallarta. *Anales del X Encuentro de Geógrafos de América Latina* (20 a 26 de marzo) en la Universidad de Sao Paulo, Brasil, 10408-10423 p.
- Odum, E. P. y Barrett G. W. 2005. *Fundamental of ecology*. 5ta edición, Thomsom Brooks/Cole, Belmont, California, 598 p.
- Plata, L. y F. Filonov. 2007. Marea interna en la parte noroeste de la Bahía de Banderas, México. *Ciencias Marinas* 33(2): 197-215.
- Plata, L., A. Filonov, I. Tereshchenko, L. Nelly, C. Monzón, D. Avalos y C. Vargas. 2006. Geostrophic currents in the presence of a internal waves field in Bahía de Banderas, Mexico. *e-Gnosis* 4(18): 1-43.
- Pielou, E. C. 1977. *Mathematical ecology*. Copyright Jonh Wiley & Sons Inc, New York 384 p.

- Richter, G. y R. Seapy. 1999. Heteropoda. Pp. 621-647. *In*: D. Boltovskoy (Ed.). *South Atlantic Zooplankton*. Vol. 1. Backhuys Publishers, Leiden, 868 p.
- Russell, H. D. 1960. Heteropods and pteropods as food of the fish genera *Tunnus* and *Alepisaurus*. *Nautilus* 74(2): 46-56.
- Salas P. J. y A. C. Magaña. 2005. Preliminary temporal and spatial patterns of Bahía de Banderas (Mexico) marine circulation, derived from satellite and *in-situ* measurements. *e-Gnosis* 3(3): 1-29.
- Sánchez-Hidalgo y Anda, M. 1989. Gasterópodos holoplanctónicos de la costa occidental de Baja California Sur, en mayo y junio de 1984. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 4(1): 1-14.
- Sánchez-Hidalgo y Anda, M. 1994. Distribución y abundancia de los Thecosomata (Gastropoda) recolectados con red CalVET en agosto de 1985, frente a Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 9(2): 63-77.
- Sánchez-Nava, S. 1984. *Sistemática, distribución y abundancia de los moluscos pelágicos (Gastropoda: Heteropoda y Pteropoda) en el Domo de Costa Rica*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 180 p.
- Sánchez-Valencia, N. A. 1990. Moluscos pelágicos (Pteropoda y Heteropoda) del Golfo de California recolectados en sedimentos marinos. Proyecto de investigación, Universidad Autónoma Metropolitana, 70 p.
- Sanvicente-Añorve, L., C. Flores-Coto y X. Chiappa-Carra. 2000. Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the southern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51: 463-475.
- Seapy, R. R. 1974. Distribution and abundance of the epipelagic mollusk *Carinaria japonica* in waters off Southern California. *Marine Biology* 24: 243-250.
- Seapy, R., C. M. Lalli y F. E. Wells. 2003. Heteropoda from Westerns Australian Waters. Pp. 513-546. *In*: Wells, F. E., D. I. Walker y D. S. Jones (Eds). *The marine flora and fauna of Dampier, Western Australia*, Western Australian Museum, Perth.

- Secretaria de Marina. 1993. Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica en Bahía de Banderas, Jalisco. *Dirección General de Oceanografía Naval, Instituto Oceanográfico del Pacífico, Departamento de Oceanografía Química y Contaminación Marina.*
- Shannon, C. E y W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication.* University of Illinois, Urbana, 124 p.
- Shibya, S. C. 1992. *Caracterización sistemática de los eufáusidos (Crustacea: Malacostraca) de Bahía de Banderas, Jalisco y Nayarit, en el verano y otoño de 1990.* Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara, 92 p.
- Simpson, E. H. 1949. Measurent of diversity. *Nature* 163: 688. doi:10:1038/163688a0
- Soberón, J. M. y B. Llorente. 1993. The use of species accumulaion functions for the predictions of species richness. *Conservation Biology* 7(3): 480-488.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 2012. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research.* 4ta edición, Freeman and Company, New York, 937 p.
- Supernand, P. M. 2013. *Investigations for utilizing pteropods as bioindicators of environmental change along the western Antarctic Peninsula.* PhD, dissertation, University of South Florida, 154 p.
- Tesch J.J. 1948. The tecosomatous pteropods II. The Indo-Pacific The Carlsberg Foundation's Oceanographical Expedition round the world 1928-30 and previous "Dana" expeditions. Dana Report No. 34. Bianco Luno A/S: Copenhagen. 82 p.
- Tesch J.J. 1949. Heteropoda. The Carlsberg Foundation's Oceanographical Expedition round the world 1928-30 and previous "Dana" expeditions. Dana Report No. 34. Bianco Luno A/S: Copenhagen. 53 p
- Thiriot-Quiévreux, C. 1973. Heteropoda. *Oceaography and Marine Biology an Annual Review* 11: 237-261.
- Thiriot-Quiévreux, C. y R. Seapy. 1997. Cromosome studies of three families of pelagic heteropod molluscs (Atlantidae, Carinariidae, and Pterotracheidae) from Hawaiian waters. *Canadian Journal of Zoology* 75: 237-244.

- Trasviña, A., D. Lluch-Cota, A. E. Filonov y A. Gallegos. 1999. Oceanografía y El Niño, Capítulo 3, Pp. 69-101. *In: Nombre Magaña (Ed.). Los impactos de El Niño en México.* Universidad Nacional Autónoma de México, 229 p.
- Tokioka, T. 1961. The structure of the operculum of the species of Atlantidae (Gastropoda: Heteropoda) as a taxonomic criterion, whit records of some pelagic mollusks in the North Pacific. *Publications Seto Marine Biological Laboratory* 9(2): 267-332.
- Varona-Cordero, F. y F. J. Gutiérrez-Mendieta. 2003. Estudio multivariado de la fluctuación espacio-temporal de la comunidad fitoplanctónica en dos lagunas costeras del estado de Chiapas. *Hidrobiológica* 13(3): 177-194.
- Van der Spoel, S. 1972a. Notes on the identification of Heteropoda (Gastropoda). *Zoologische Mendedeligen* 47(45): 545-560
- Van der Spoel, S. 1972b. Pteropoda Thecosomata. *Conseil International Pour L' Exploration de la Mer* 8: 1-12.
- Van der Spoel, S. 1996. XII. Heterópoda. Pp. 408-457. *In: R. Gasca, y E. Suarez (Eds). Introducción al estudio del zooplancton, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)/CONACYT. México, 177 p.*
- Van der Spoel, S. y J. R. Dadon. 1999. Pteropoda. Pp. 649-706. *In: D. Boltovskoy (Ed.). South Atlantic Zooplankton.* Vol. 1. Backhuys Publishers, Leiden, 868 p.
- Velázquez-Ruiz, A., L. M. Martínez y F. M. Carrillo-González. 2012. Caracterización climática para la región de Bahía de Banderas mediante el sistema de Köppen, modificado por García, y técnicas de sistemas de información geográfica. *Investigación Geográfica; Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 79: 7-19.
- Wall-Palmer, D., M. B. Hart, C. M. Smart, R. S. J. Sparks, A. Le Friant, G. Boudon, C. Deplus y J. C. Komorowski. 2011. Pteropods from the Caribbean Sea: dissolution as an indicator of past ocean acidification. *Biogeosciences Discuss* 8: 6901-6917. doi: 10.5194/bgd-8-6901-2011
- Wall-Palmer, D., C. W. Smart, R. Kirby, M. B. Hart, K. T. C. Peijnenburg y A. W. Janssen. 2016. A review of the ecology, paleontology and distribution of atlantid heteropods

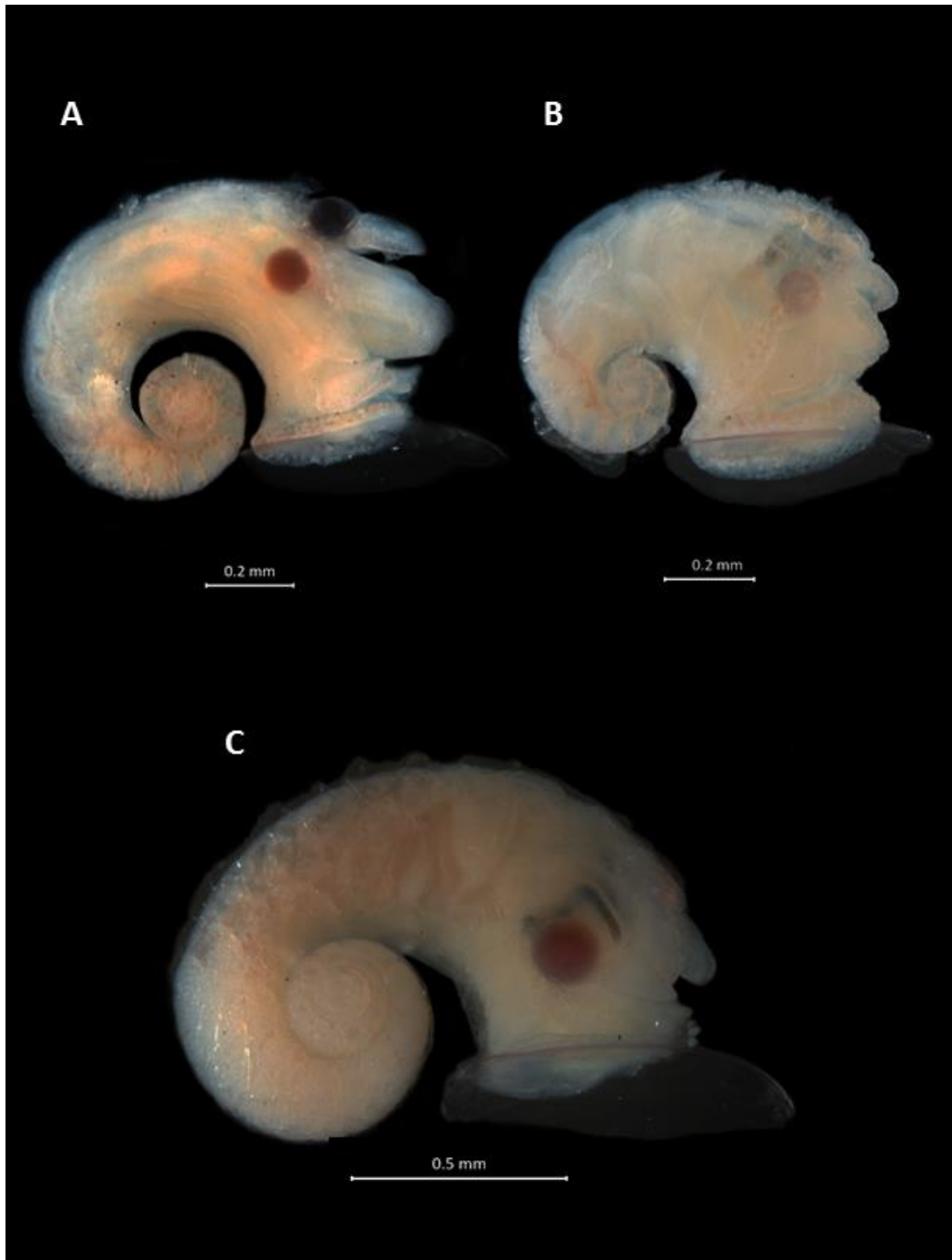
(Caenogastropoda: Pterotrachea: Atlantidae). *Journal of Molluscan Studies* 1-14.
doi:10.1093/mollus/eyv063

Zárate-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, Universidad Nacional Autónoma de México, 76 p.

Zhao-Li, X. y C. Li. 2005. Horizontal distribution and dominant species of heteropods in the East China Sea. *Journal of Plankton Research* 27(4): 373-382.

Zedillo-Avelleyra, S. A. 2015. *Composición, abundancia y distribución de las medusas (Cnidaria) en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México en marzo de 2005*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 92 p.

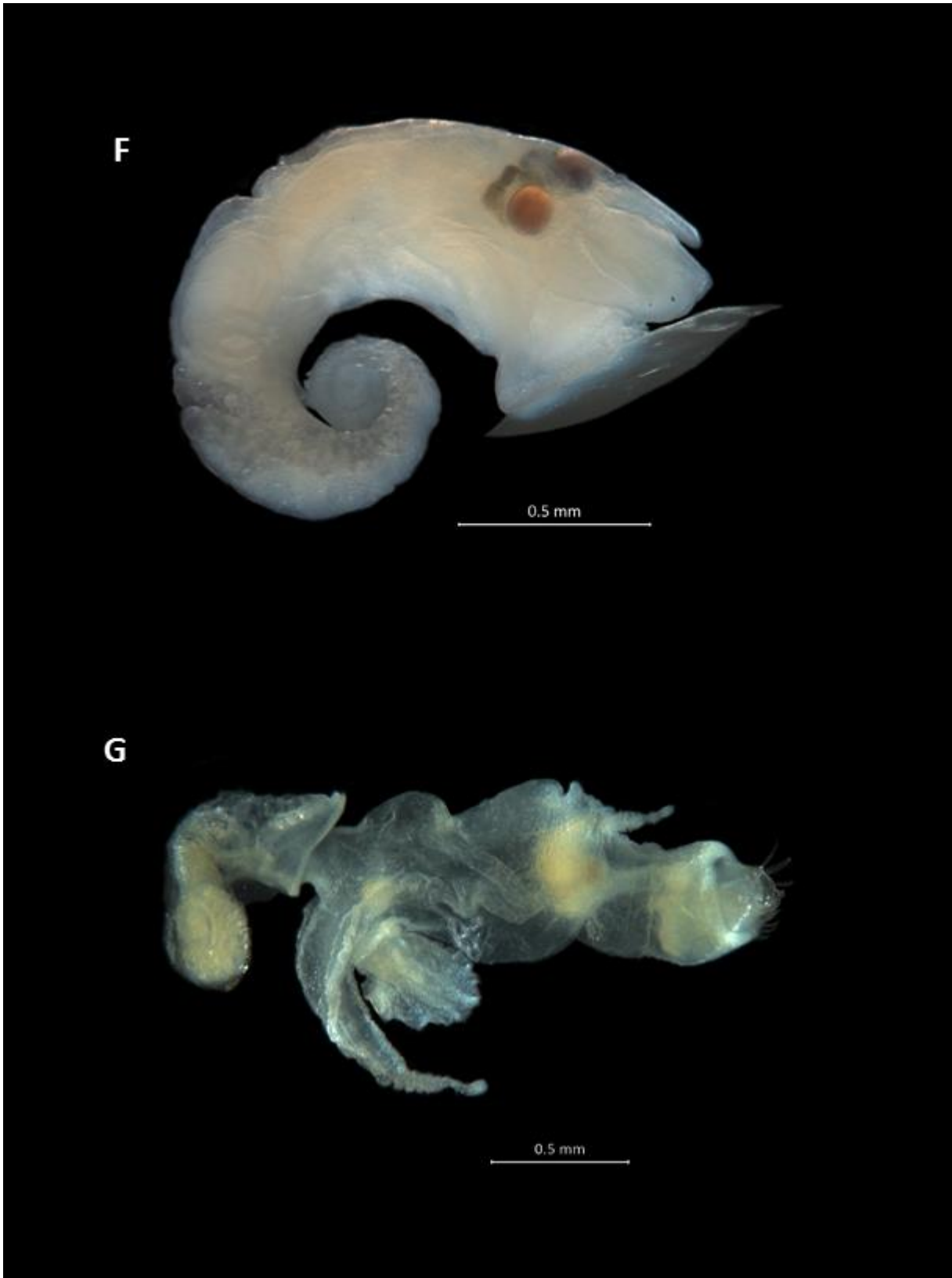
ANEXO I



Superfamilia Pterotracheoidea (Heteropoda). Familia Atlantidae: A) *Atlanta inflata*, B) *A. lesueurii*, C) *A. helicinoidea*



Familia Atlantidae; D) *A. cf. gaudichaudi*, E) *Protatlanta souleyeti*

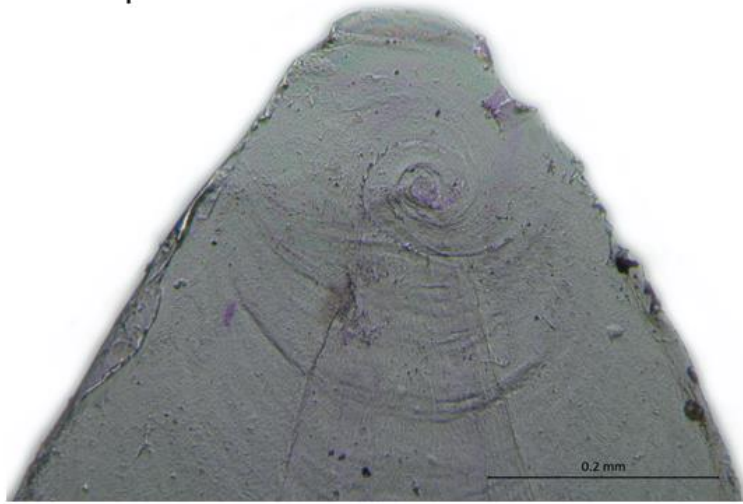


Familia Atlantidae; F) *A. cf. peronii*; Familia Carinaridae G) *Pterosoma planum*

H



I



J



K



Opérculos en ejemplares de la Familia Atlantidae. H) *Atlanta inflata*; y I) ornamentaciones de la espira, J) *A. helicinoidea*, K) *A. lesueurii*



L) *Atlanta gaudichaudi*; y M) *A. peronii* y J) *Protatlanta souleyeti*



Orden Tecosomata; Superfamilia Cavolinioidea. A) *Cavolinia inflaxa*, B) *Diacria* sp.



C) *Limacina trochiformis*, D) *Creseis virgula* E) *C. clava*



Superfamilia Cymbulioidea; F) *Desmopterus pacificus* y Orden Gymnosomata G) *Pneumodermopsis paucidens*

ANEXO II

Tabla 4. Lista de especies de Heterópodos (Superfamilia Pterotracheoidea) según los antecedentes para el Pacífico mexicano, clasificación según Bouchet y Rocroi (2005) y Gofas (2010).

	Costa Occidental de Baja California Sur	Golfo de California			Nayarit	Oaxaca
		Grandes islas del Golfo de California			Bahía de Matanchén	Golfo de Tehuantepec
	Sánchez-Hidalgo (1989)	Zarate- Juárez (2006)	Espinosa- Balvanera (2008)	Angulo- Campillo <i>et</i> <i>al.</i> (2011)	Guerrero- Vázquez (1985)	Moreno- Alcántara <i>et</i> <i>al.</i> (2014)
Orden Littorinimorpha Golikov y Starobogatov, 1975						
Superfamilia Pterotracheoidea Rafinesque, 1814						
Familia Atlantidae Rang, 1829						
<i>Protatlanta souleyeti</i>				*		*
<i>Oxygyrus inflatus</i>				*	*	*
<i>Atlanta echinogyra</i>				*		*
<i>Atlanta helicinoidea</i>			*	*		*
<i>Atlanta inclinata</i>				*		*
<i>Atlanta inflata</i>				*		
<i>Atlanta peronii</i>	*			*		*
<i>Atlanta plana</i>				*		*
<i>Atlanta turriculata</i>				*		*
<i>Atlanta californiensis</i>				*		
<i>Atlanta oligogyra</i>				*		*
<i>Atlanta gaudichaudi</i>		*	*	*	*	*
<i>Atlanta gibbosa</i>						*
<i>Atlanta lesueurii</i>		*	*	*	*	*
<i>Atlanta frontieri</i>				*		*
<i>Atlanta brunnea</i>				*		*
<i>Atlanta tokiokai</i>				*		*
<i>Atlanta fragilis</i>				*		
Familia Carinaridae Blainville, 1818						
<i>Carinaria japonica</i>	*			*		*
<i>Carinaria galea</i>				*		
<i>Cardiapoda placenta</i>		*	*	*		*
<i>Cardiapoda richardi</i>			*	*		*
Familia Pterotrachidae Rafinesque, 1814						
<i>Pterotrachea coronata</i>	*		*			*
<i>Pterotrachea hippocampus</i>				*		
<i>Firoloida desmarestia</i>	*	*	*	*		

ANEXO III

Tabla 5. Lista de especies de Pterópodos (Orden Thecosomata y Gymnosomata) según los antecedentes para el Pacífico mexicano, clasificación según Bouchet y Rocroi (2005) y Gofas (2009).

	Golfo de California			Costa occidental de Baja California Sur		Nayarit	Oaxaca	
	Topolobampo, islas Mariás y río Balsas	Grandes islas del Golfo de California		Angulo-Campillo (2009)	Sánchez-Hidalgo (1994)	Sánchez-Hidalgo (1994)	Bahía de Matanchén	Golfo de Tehuantepec
	Leal-Rodríguez (1968)	Zárate-Juárez (2006)	Espinosa-Balvanera (2008)				Guerrero-Vázquez (1985)	Moreno-Alcántara (2014)
Orden Thecosomata Blainville, 1824								
Superfamilia Cavolioidea Gray, 1850								
Familia Limacinidae Gray, 1840								
<i>Limacina helicoides</i>			*	*				
<i>Limacina trochiformis</i>	*	*	*	*	*	*		
<i>Limacina helicina</i>						*		
<i>Heliconoides inflatus</i>	*		*	*	*	*	*	
Familia Cavolinidae Gray, 1850								
<i>Creseis clava</i>			*	*		*	*	
<i>Creseis conica</i>		*	*	*	*	*	*	
<i>Creseis virgula</i>	*	*	*	*		*	*	
<i>Creseis chierchiai</i>				*		*	*	
<i>Creseis acicula</i>							*	
<i>Cavolinia inflexa</i>	*			*	*		*	
<i>Cavolinia tridentata</i>			*	*				
<i>Cavolinia uncinata</i>	*		*	*				
<i>Diacavolinia longirostris</i>	*			*				
<i>Diacria quadridentata</i>	*			*	*			
<i>Diacria trispinosa</i>	*						*	
<i>Clio pyramidata</i>		*	*	*	*	*	*	
<i>Clio convexa</i>							*	
<i>Hyalocylis striata</i>	*	*	*	*	*			
<i>Cuverina columnella</i>					*			
Superfamilia Cymbulioidea Gray, 1840								
Familia Cymbulidae Gray, 1840								
<i>Cymbulia peronii</i>			*			*		
<i>Corolla spectabilis</i>				*	*			
<i>Gleba cordata</i>			*	*				
Familia Desmopteridae Chun, 1889								
<i>Desmopterus pacificus</i>		*	*	*	*	*	*	
<i>Desmopterus papilio</i>					*			

Familia Peraclidae Tesch, 1913*Peraclis diversa*

* * *

Orden Gymnosomata Blainville, 1824**Superfamilia Clionoidea
Rafinesque, 1815****Familia Clionidae Rafinesque, 1815***Clione limacina*

* *

Thliptodon diaphanus

* *

Thliptodon gegenbauri

*

Familia Cliopsidae O.G. Costa, 1813

*

Cliopsis krohnii

*

Cliopsis modesta

*

**Familia Pneumodermatidae
Latreille, 1825**

*

Pneumoderma violaceum

*

Pneumodermopsis macrochira

*

Pneumodermopsis ciliata

*

*

Pneumoderma canephora

*

Spongiobranchea australis

*

*