

---

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y**  
**AGROPECUARIAS**

---

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**ECOLOGÍA DE LOS OPISTOBRANQUIOS (Mollusca) DE BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO-NAYARIT, MÉXICO**

por

**Alicia Hermosillo González**

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de**

**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**(ÁREA ECOLOGÍA)**

**LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO**

**OCTUBRE DE 2006**

---

ECOLOGÍA DE LOS OPISTOBRANQUIOS (MOLLUSCA) DE BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO-NAYARIT, MÉXICO

por

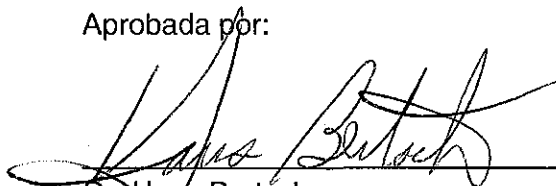
**Alicia Hermosillo González**

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de

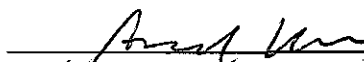
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(ÁREA ECOLOGÍA)

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
OCTUBRE DE 2006

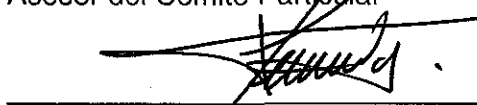
Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Hans Bertsch  
Asesor del Comité Particular

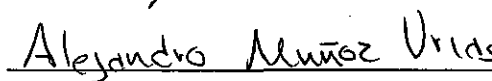
25 oct. 2006  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ángel Valdés Gallego  
Asesor del Comité Particular


25 Oct. 2006  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Francisco Martín Huerta Martínez  
Sinodal del Comité Particular

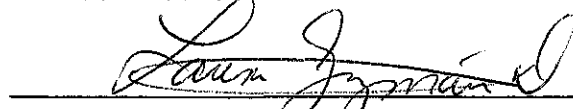
25 / oct / 2006  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alejandro Muñoz Urías  
Sinodal del Comité Particular

25 / oct / 2006  
Fecha

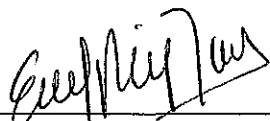
  
\_\_\_\_\_  
Dr. Eduardo Ríos Jara  
Presidente del Comité Particular

25 octubre 2006  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Laura Guzmán Dávalos  
Presidente del Comité Académico del Posgrado

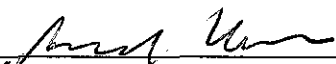
27 octubre 2006  
Fecha

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**  
**Posgrado en Ciencias Biológicas**  
**Orientación en Ecología**



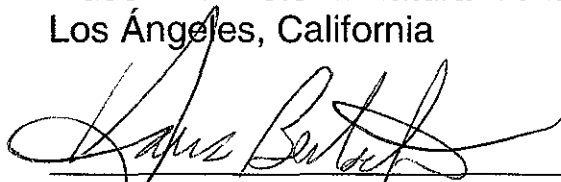
---

**Dr. Eduardo Ríos Jara**  
Director de Tesis  
Departamento de Ecología  
CUCBA-Universidad de Guadalajara



---

**Dr. Ángel Valdés Gallego**  
Asesor Externo  
Museo de Historia Natural de la Ciudad de Los Ángeles  
Los Ángeles, California



---

**Dr. Hans Bertsch**  
Asesor Externo  
Museo de Historia Natural de la Ciudad de San Diego  
San Diego, California



---

**Dr. Jesús Emilio Michel Morfín**  
Asesor Externo  
Centro Universitario de la Costa Sur, U. de G.  
San Patricio Melaque, Jalisco

## AGRADECIMIENTOS

No hay palabras para agradecer a todas las personas que hicieron posible alcanzar esta meta; especialmente a quien fue la piedra angular, Roberto, gracias por creer en mi.

A mis papás, Carlos y Lourdes, tenían mucha razón en que yo quería ser estudiante toda la vida, bueno, después de 12 años de educación superior, podemos decir que ahora sí ya terminé.

A mi director Eduardo Ríos, gracias por haber aceptado este proyecto hace cinco años. Ángel, Hans, Dave y Sandra, les agradezco mucho todo lo que me enseñaron durante estos años, espero tener la oportunidad de seguir trabajando con ustedes muchos años más.

A los miembros de la comunidad científica que me apoyaron con su tiempo: José Luis Carballo, Luis Zambrano, Terry Gosliner, Bill Rudman, Yolanda Camacho García, Orso Angulo Campillo, Jeff Goddard y Shireen Fahey.

El trabajo de campo no hubiera sido posible sin el apoyo de Roberto Chávez Arce y Buceo Vallartech; la Universidad de Guadalajara; Steve Drogin; Ross Robertson y el Instituto Smithsonian de Estudios Tropicales; Miguel Angel Nito, el Dr. López y el Instituto Técnico del Mar # 6; Eduardo Ríos, Kirstie Kaiser, Pedro Medina y Amilcar Cupul.

A mis amigos Kirstie, Pedro y José Luis, gracias por compartir conmigo este tiempo, de verdad hicieron que el trabajo no se sintiera como trabajo (excepto tal vez en los muestreos en abril).

Las publicaciones se hicieron gracias a al apoyo de: The Festivus (San Diego Sea Shell Club), Proceedings of the California Academy of Sciences, Vita Malacologica, the American Malacological Bulletin, Sea Challengers y CONABIO. Así como a las personas que participaron en ellas, Carole y Jules Hertz, Dan Gotshall, Dave Behrens, Ángel Valdés, Sandra Millen y Yolanda Camacho.

# ECOLOGÍA DE LOS OPISTOBRANQUIOS (MOLLUSCA) DE BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO-NAYARIT, MÉXICO

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	iv
RESUMEN .....	v
PREFACIO .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
Características de los órdenes de Opisthobranchia .....	4
Orden Cephalaspidea .....	4
Orden Anaspidea .....	4
Orden Notaspidea .....	5
Orden Sacoglossa .....	5
Orden Nudibranchia .....	6
Doridina .....	6
Dendronotina .....	7
Arminina .....	7
Aeolidina .....	7
Importancia comercial .....	8
Alimentación .....	9
Órganos sensoriales .....	11
Respiración .....	13
Reproducción .....	14
ANTECEDENTES .....	17
JUSTIFICACIÓN .....	19
OBJETIVO GENERAL .....	22
Objetivos particulares .....	22
AREA DE ESTUDIO .....	23
METODOLOGÍA .....	26
Métodos de búsqueda .....	26
Preservación de especímenes .....	27
Documentación de las especies .....	27
Identificación .....	27
Programación de los muestreos .....	28
Localidades de muestreo .....	29
Zona de muestreo .....	32
Datos registrados .....	32
Análisis de datos .....	34

RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
CAPITULO 1:	
Composición específica de los opistobranquios de Bahía de Banderas .....	37
Síntesis del estado actual del conocimiento .....	38
Listado taxonómico de los opistobranquios de Bahía de Banderas .....	41
Publicaciones que han resultado del presente trabajo .....	45
Fichas técnicas de las especies de Bahía de Banderas .....	46
CAPITULO 2:	
Ecología de la comunidad de los opistobranquios de Bahía de Banderas .....	47
Análisis biogeográfico de las especies de Bahía de Banderas .....	47
Distribución en la zona de estudio .....	51
Clasificación .....	56
Diversidad y riqueza .....	60
CAPITULO 3:	
Ecología de las poblaciones más importantes de opistobranquios de Bahía de Banderas .....	67
Índice de valor biológico (IVB) y selección de las especies más importantes .....	68
Estacionalidad climática .....	71
Análisis de abundancias, distribución en el área de estudio, distribución estacional e historia natural .....	72
Historia natural de los opistobranquios .....	73
El género <i>Flabellina</i> en Bahía de Banderas .....	75
<i>Hypselodoris agassizii</i> y <i>Glossodoris sedna</i> en Bahía de Banderas .....	84
<i>Tylodina fungina</i> en Bahía de Banderas .....	90
<i>Tambja abdere</i> en Bahía de Banderas .....	94
<i>Lomanotus vermiformis</i> en Bahía de Banderas .....	97
<i>Tritonia pickensi</i> en Bahía de Banderas .....	100
CONCLUSIONES GENERALES .....	106
RECOMENDACIONES .....	108
APÉNDICE 1:	
Hermosillo-González, A. 2003. New Distributional records of Opisthobranch mollusks for Bahía de Banderas, México (Tropical Eastern Pacific) .....	109
APÉNDICE 2: Hermosillo, A. y A. Valdés.	
2005. Two new Dorids (Mollusca: Opisthobranchia) of Bahía de Banderas and La Paz, México .....	117
APÉNDICE 3: Distribución geográfica de las especies de Bahía de Banderas .....	128
APÉNDICE 4: Distribución de las especies en las localidades de los grupos .....	132
APÉNDICE 5: Índice de valor biológico .....	135
LITERATURA CITADA .....	139

## ÍNDICE DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

- Figura 1. Formas típicas de los opistobranquios.
- Figura 2. Fotografías de Microscopio electrónico (SEM) de rádulas de varias especies.
- Figura 3. Formas de cabezas.
- Figura 4. Tipos de rinóforos.
- Figura 5. Tipos de cerata.
- Figura 6. Tipos de plumas branquiales.
- Figura 7. Detalle de la morfología de la masa de huevos.
- Figura 8. Ubicación del área de muestreo.
- Figura 9. Localidades de muestreo.
- Figura 10. Temperaturas continuas medidas con termógrafos a 5 y 15 metros de profundidad en la localidad Iguana.
- Figura 11. Curva de especies acumuladas a lo largo del tiempo.
- Figura 12. Distribución biogeográfica de las especies de Bahía de Banderas.
- Figura 13. Distribución de las abundancias observadas por grupo taxonómico.
- Figura 14. Distribución de las abundancias según su grupo alimenticio.
- Figura 15. Dendrograma de las agrupaciones de las localidades en términos de la abundancia de las especies de acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis.
- Figura 16. Mapa de la zona de estudio en donde se localizan las agrupaciones de especies en términos de la abundancia de las especies.
- Figura 17. Curvas de rarefacción para las localidades de Bahía de Banderas.
- Figura 18. Gráfica de riqueza observada y máximo estimado para los sitios muestreados.
- Figura 19. Índice de diversidad de Shannon(H) y riqueza para los grupos.
- Figura 20. Temperatura del agua y precipitación pluvial de Bahía de Banderas.
- Figura 21. Fotografías de las seis especies de *Flabellina*. A. *F. marcusorum*; B. *F. teja*; C. *F. bertschi*; D. *F. cynara*; E. *F. vansyoci*; F. *Flabellina* sp.
- Figura 22. Distribución de *Flabellina vansyoci* y *Flabellina* sp.
- Figura 23. Abundancias ind./hora de *Flabellina marcusorum*, *Flabellina teja*, *Flabellina bertschi*, *Flabellina cynara*, *Flabellina vansyoci* y *Flabellina* sp., la línea es la temperatura del agua en °C.
- Figura 24. Fotografías de seis especies de opistobranquios. A. *Glossodoris sedna*; B. *Hypselodoris agassizii*; C. *Tylodina fungina*; D. *Tambja abdere*; E. *Lomanotus vermiformis*; F. *Tritonia pickensi*.
- Figura 25. Abundancias totales de *H. agassizii* y *G. sedna* en las 10 localidades.
- Figura 26. Distribución de *Tylodina fungina* en Bahía de Banderas.
- Figura 27. Distribución de *Tambja abdere* en Bahía de Banderas.
- Figura 28. Distribución de *Tritonia pickensi*, *Tritonia* sp. y su hábitat y alimento (*Epizoanthus* sp.) en Bahía de Banderas.
- Figura 29. Abundancias ind./hora de *Hypselodoris agassizii*, *Glossodoris sedna*, *Lomanotus vermiformis*, *Tritonia pickensi*, *Tylodina fungina* y *Tambja abdere*, la línea es la temperatura del agua en °C.

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla I . Factores ambientales que no cambian en el tiempo para cada sito de muestreo.
- Tabla II . Sitios de muestreo, abundancias totales observadas, esfuerzo total de muestreo medido en horas, número de visitas realizadas, promedio de ind./hora registrados.
- Tabla III . Riquezas conocidas, máximo estimado y porcentaje del máximo para cada localidad.
- Tabla IV . Sitios e índices de diversidad.
- Tabla V . Diversidad  $\beta_i$  para los grupos.
- Tabla VI . Diversidad  $\beta_i$  para los diferentes sitios.
- Tabla VII . Índice de Valor Biológico (IVB), abundancias (AB) totales y relativas de las especies más importantes de opistobranquios en Bahía de Banderas.
- Tabla VIII . Abundancias de las seis especies de *Flabellina* en Bahía de Banderas.
- Tabla IX . Síntesis de observaciones sobre la historia natural de las especies de *Flabellina*.
- Tabla X . Abundancias de las especies de dóridos de la familia Chromodorididae encontradas en Bahía de Banderas.
- Tabla XI . Abundancias de *Tylodina fungina* en las 10 localidades.
- Tabla XII . Abundancias en las localidades de *Tambja abdere*, *Tambja eliora* y *Roboastra tigris* en Bahía de Banderas.
- Tabla XIII . Abundancias en las localidades de *Lomanotus vermiformis*, *Notobryon wardi* y *Doto lancei*.
- Tabla XIV . Abundancias en las localidades de *Tritonia pickensi* y *Tritonia* sp. 1.
- Tabla XV . Síntesis de las observaciones de historia natural para las seis especies.



## RESUMEN

Se llevó a cabo en Bahía de Banderas un estudio para conocer la composición específica y la ecología de los opistobranquios, de los cuales prácticamente no se tenía conocimiento. El estudio comprendió 10 localidades representativas de la zona, desde abril 2002 a abril 2005. Para cada espécimen se registró profundidad, talla y hábitat; además de profundidad, % de piedras que se pueden voltear, temperatura superficial del agua, temperatura mínima, profundidad de la termoclina, visibilidad, oleaje y precipitación.

Se encontraron 140 especies con la siguiente composición: Cephalaspidea (4), Notaspidea (6), Sacoglossa (14), Anaspidea (9) y Nudibranchia (107). El alto número de nudibranchios refleja la diversidad de los hábitats y el área de estudio. Bahía de Banderas es una zona de transición entre las provincias Panámica y de California, la afinidad de especies es predominantemente tropical con 94 especies, nueve frías y 25 templadas. Para 17 de ellas, Bahía de Banderas es el extremo norte conocido; para 16, el sur y 12 de ellas solamente se han reportado ahí. La riqueza encontrada es relevante, registrándose el 60% de las especies conocidas para toda la costa del Pacífico mexicano y el Golfo de California. Las fichas técnicas de cada especie formaron parte de dos libros: Behrens y Hermosillo (2005) y Hermosillo et al. (2006).

Un análisis de similitud de Bray-Curtis dividió la bahía en dos grupos, uno con cuatro localidades del exterior de la bahía (Grupo 1, Iglesias, Torres, Amarradero y Pared), y el otro seis localidades del interior, divididas a su vez en cuatro localidades del sur (Grupo 2-b, Iguana, Majahuitas, Lindomar, Arcos) y dos del norte (Grupo 2-a, Viuda y Escondido). El Grupo 2 tiene la mayor riqueza con 131 especies y un índice de diversidad de Shannon de 3.7; el Grupo 1 tiene riqueza de 109 especies y un diversidad de 3.2.

Arcos es el sitio que tiene mayor riqueza (103 especies), Iguana y Lindomar tienen índices de Shannon más altos (3.48 y 3.36). El número de especies y el número de individuos registrados mensualmente se correlacionó positivamente, indicando que la comunidad es homogénea.

Se estimó una diversidad  $\beta_T$  de 1.946, indicando un recambio de aproximadamente la mitad de las especies; esto es un valor alto para ser un gradiente marino. La mayor distancia se observa entre el Grupo 2-a y el Grupo 1 (interior norte y exterior); estos dos grupos son muy distintos. Las localidades del Grupo 2-a son rocas en áreas relativamente pequeñas, que no llegan a la superficie, con coberturas importantes de hidroideos y se encuentran rodeadas de sedimentos lodosos. Los del Grupo 1 son paredes, en áreas expuestas de la bahía, rodeadas de zonas rocosas, con coberturas importantes de briozoos, ascidias, gorgonáceos y corales. Las distancias entre el Grupo 1 y el Grupo 2-b también son importantes, entre Pared y Lindomar e Iguana. Pared es una localidad externa a la bahía, en una isla y rodeada de zonas rocosas y arenosas; mientras que Iguana y Lindomar son cercanas a la costa, con rocas someras rodeadas de sedimentos lodosos, con coberturas importantes de hidroideos.

Se calculó el Índice de Valor Biológico para evaluar la importancia de ciertas especies. Se seleccionaron 11 especies de nudibranquio y un notaspídeo. Para cada especie se discutió distribución y abundancia, estacionalidad, hábitat, reproducción y alimentación. El patrón climático se dividió en tres estaciones: seca-fría (DC); húmeda-caliente (WH) y seca-tibia (DW) para evaluar las temporalidad en (ind./hora).

El género *Flabellina* es el mejor representado en la bahía. *Flabellina marcusorum* presenta un patrón estacional con pico de población durante WH; *Flabellina telja* presentó ciclicidad pero sus números cayeron durante las temporadas de lluvias (WH) del segundo y tercer año y se mantuvieron bajos. Esto se debe probablemente a que los sitios en donde se encontraba con mayor abundancia se han visto afectados por la deforestación, provocando acarreo de sedimentos al arrecife y una reducción del alimento disponible. *Flabellina vansyoci* tiene generaciones continuas con un pico de población en la temporada WH; es especialista, alimentándose de una especie de hidroideo *Eudendrium* sp. el cual tiene colonias estables a lo largo del año, pero su presencia o ausencia limita los números de localidades en las cuales se encuentra *F. vansyoci*: solo en sitios del Grupo 2-a y en Pared (Grupo 1). Para *Flabellina* sp. 1 se observa un patrón de temporalidad, con picos en DC, desapareciendo

durante los meses WH (con cero individuos para DW). No se distinguen generaciones discretas para *Flabellina bertschi* ni para *Flabellina cynara*.

En Bahía de Banderas, *Hypselodoris agassizii* y *Glossodoris sedna* son las especies más abundantes de la familia Chromodorididae. *Hypselodoris agassizii* se encuentra en localidades del Grupo 2-a y *Glossodoris sedna* se distribuye ampliamente. Debido a que los dóridos esponjívoros son capaces de variar su alimentación para adecuarse a la disponibilidad de presas, los ciclos climáticos parecen no influir en su temporalidad.

*Tylodina fungina* se distribuye en localidades del Grupo 2-b, su distribución y estacionalidad responde a la presencia de su hábitat y alimento específico (la esponja amarillo brillante *Aplysina gerardogreeni*), con grandes abundancias el mes de diciembre (DW) y desapareciendo en la temporada WH.

*Tambja abdere* se alimenta del briozoo *Sessibugula translucens*. Su distribución es exclusiva en el Grupo 1. Se observó un patrón estacional con picos de población que empiezan los meses DC y llegan a su valor más alto durante WH. La oviposición es un listón rosa que pone en las caras anteriores de macro algas como *Padina* y *Sargasso*.

*Lomanotus vermiformis* se alimenta exclusivamente del hidroideo *Macrorhynchia philippinus*. Presentó temporalidad con picos de población en la temporada WH, su ciclo de vida corresponde a su presa. La oviposición es transparente y tiene desarrollo lecitotrófico.

*Tritonia pickensi* es un nudibranquio dendronótido pequeño que se alimenta exclusivamente del octocoral (gorgonáceo) *Leptagorgia* sp. con mayor abundancia y más alto IVB. Se encuentra ampliamente distribuido pero no presentó temporalidad.

## PREFACIO

El presente trabajo se encuentra dividido en nueve partes. La primera contiene una Introducción, en la cual se presenta un panorama general para que el lector conozca los aspectos básicos sobre la biología y taxonomía de los opistobranquios, incluyendo una descripción de los órdenes y subórdenes, importancia comercial, alimentación, órdenes sensoriales, respiración y reproducción. La información incluida en la Introducción se extrajo la primera parte de Behrens y Hermosillo, 2005. Posteriormente, se tiene una sección de Antecedentes y Justificación. En los Antecedentes se habla del estado del conocimiento sobre el tema en México antes de iniciado el presente trabajo y la Justificación, que radica tanto en la importancia económica y biológica de los organismos como en la relevancia del área de estudio.

La cuarta parte plantea el Objetivo General, dividido en tres objetivos particulares, cada uno de ellos corresponde al trabajo reportado en un capítulo de la sección de Resultados y Discusión. La quinta y sexta sección describen las generalidades del área de estudio y la metodología seguida en el presente trabajo, incluyendo las técnicas de búsqueda, documentación de las especies, preservación, identificación, programación de los muestreos, la zona muestreada, los datos registrados y el análisis de los mismos.

Resultados y Discusión se divide en tres capítulos. El Capítulo 1 corresponde al primer objetivo específico, sobre la composición específica de los opistobranquios de Bahía de Banderas y las publicaciones resultadas del presente trabajo. El Capítulo 2 presenta los resultados del objetivo particular número 2, sobre ecología de comunidades. El Capítulo 3, del tercer objetivo particular analiza la ecología y la historia natural de las especies que se eligieron como las especies más importantes de la zona de estudio.

Finalmente, se incluyen las Conclusiones Generales sobre el trabajo realizado y Recomendaciones para futuros estudios.

## INTRODUCCIÓN

Los opistobranquios son moluscos, uno de los clados de invertebrados marinos más diversos. Los moluscos en general, tienen un cuerpo blando no segmentado compuesto de tres regiones: una anterior, cefálica o cabeza, donde se abre la boca y radican los órganos sensoriales; la segunda, dorsal y visceral, cubierta por una túnica o manto que segrega la concha; la tercera, ventral y muscular o pie que tiene estructuras y funciones muy diversas según los grupos, pero sirve ordinariamente para la locomoción. La mayoría, pero no todos los moluscos, cuentan con una concha compuesta principalmente de carbonato de calcio (Brusca y Brusca, 1991).

Dentro del Phylum Mollusca, la subclase Opisthobranchia pertenece a la clase Gastropoda (caracoles marinos, babosas de jardín y caracoles terrestres).

Los opistobranquios exhiben una reversión del proceso de torsión (un giro de 180° de la masa visceral durante el temprano desarrollo) y todos los estadios de torsión y arreglos de torsión parcial o detorsión completa se encuentran presentes en algunas especies de opistobranquios. Uno de los indicios más claros de la detorsión es la rotación de la apertura de la cavidad del manto de la parte anterior al lado derecho del cuerpo. En clados como Philinidae, Aglajidae, Runcinidae y nudibranquios dóridos, el proceso de detorsión es prácticamente completo. En esta condición la branquia y el intestino se sitúan posteriormente, como en un grasterópodo pre-torsionado (Gosliner, 1994).

A los opistobranquios se les conoce comúnmente como babosas marinas o caracoles desnudos. Existen más de 6,000 especies descritas en el mundo (Camacho-García et al., 2005). De formas y tamaños diversos. La mayoría carece de concha pero algunos retienen una concha reducida o interna. Son de agua salada y sus tamaños van desde 5 mm hasta casi un metro.

Debido a su pérdida de la concha y protección que esta aporta, el principal mecanismo de defensa de los opistobranquios es la presencia de metabolitos secundarios tóxicos que obtienen de sus presas: algas, esponjas, tunicados o que sintetizan ellos mismos.

Una de sus características más importantes es la coloración, la cual se trata a detalle en Gosliner y Behrens (1990) y Gosliner (2001). Los animales con colores brillantes y patrones llamativos normalmente exhiben coloración de advertencia a sus depredadores potenciales (Behrens, 2005). Otros son extremadamente difíciles de ver ya que se confunden con sus alrededores, este mecanismo de defensa se conoce como coloración críptica, la cual se divide en dos categorías: cripsis y semejanza especial. La cripsis incluye especies que se confunden en el fondo y aquellos, como *Tyrodina fungina* que son prácticamente invisibles en esponjas de color amarillo pero que llaman la atención fuera de ellas, también sus huevos se confunden en sus alrededores.

La semejanza especial se refiere a especies que se parecen a una característica particular del sustrato. Como ejemplos están *Phestilla*, el cual asemeja los pólipos del coral (*Tubastrea* y *Porites*) del cual se alimenta; *Corambe* y *Loy* (= *Doridella*) al briozoo incrustante *Membranipora*; y el tamaño y espacio entre los puntos de *Aldisa sanguinea* que igualan exactamente los ósculos de la esponja roja de la cual se alimenta y sobre la cual vive.

Otra categoría es la mímica o imitación, que se refiere a los animales o grupos de especies que se parecen a organismos con los cuales cohabitan y que tienen químicos tóxicos y un mal sabor. En este caso, el opistobranquio actúa como el modelo para otra especie más vulnerable. Por ejemplo los nudibranquios *Flabellina trilineata* y *F. iodinea* y su gran parecido con dos anfípodos podocéridos (Goddard, 1984) o el gusano plano *Pseudoceros* que imita los colores de *Hypselodoris ghiselini* (Gosliner y Behrens, 1990).

Otros mecanismos de defensa de los nudibranquios incluyen la secreción de químicos tóxicos o por medio de células urticantes (nematocistos) que obtienen de animales cnidarios (corales, anémonas, hidroideos) de los cuales se alimentan.

Durante los últimos años se agrupó a los opistobranquios ocho órdenes (Keen, 1971), cinco de los cuales se cubren en este estudio. La reciente revisión de las relaciones filogenéticas por parte de Valdés y Bouchet (2005) resultó en una reestructuración completa de la taxonomía y numerosos cambios en nombres. Se considera que dicha revisión (Valdés y Bouchet, 2005) representa mejor la taxonomía del grupo y debe ser adoptada. No obstante, en el presente trabajo, se decidió continuar con la nomenclatura seguida en Behrens (1991), Behrens y Hermosillo (2005) y Hermosillo et al. (2006) con el fin de conservar la consistencia con estos libros y los artículos que aquí se anexan como parte de los resultados.

Los cinco grupos tratados en el presente trabajo son: Cephalaspidea, Notaspidea, Anaspidea, Sacoglossa y Nudibranchia, estos cuales presentan gran diversidad de formas y colores (Figura 1).

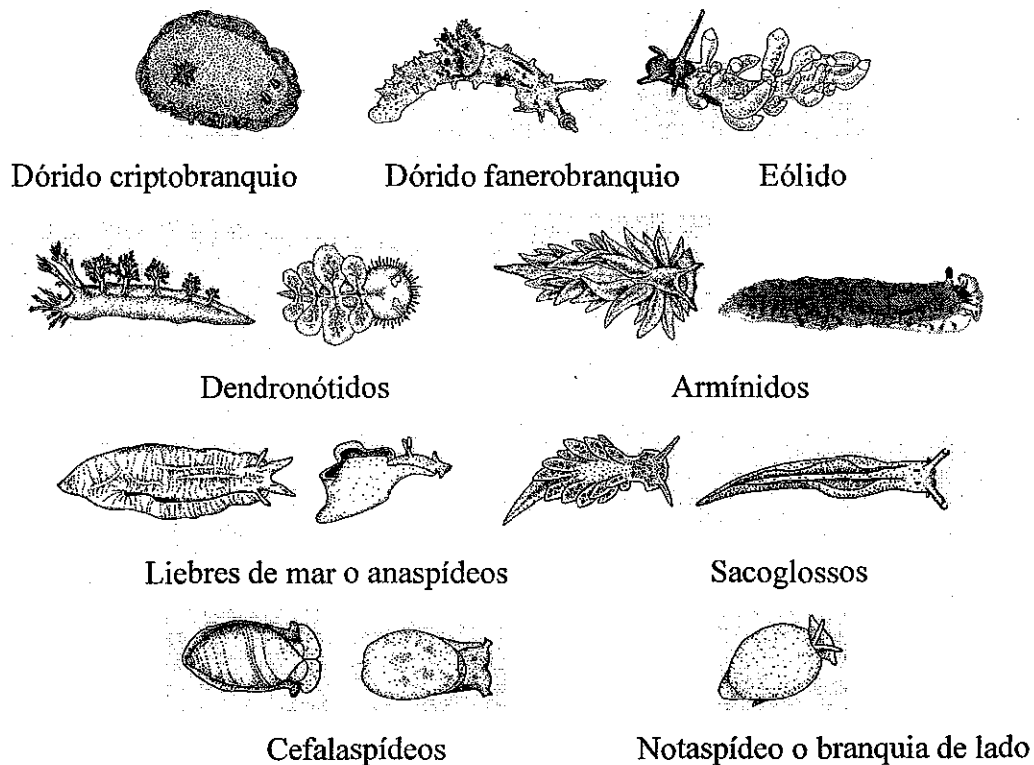


Figura 1. Formas típicas de los opistobranquios.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS ORDENES DE OPISTHOBRANCHIA

### Orden Cephalaspidea

Se distingue por la presencia de un escudo cefálico. Varios géneros de este grupo (por ejemplo *Rictaxis*, *Acteocina*, *Cylichna* y *Bulla*) tienen conchas espirales calcificadas, mientras que en otros (como *Volvulella* y *Haminoea*) la concha es delgada. Los primeros son capaces de retraerse completamente dentro de la concha, mientras que los segundos no, de manera que la concha queda parcialmente cubierta por el manto. Algunos de los géneros restantes (*Aglaja* y *Navanax*), retienen vestigios de una concha interna. En este grupo de opistobranquios, la cabeza forma un escudo cefálico aplanado que en muchos casos sirve para enterrarse en el sedimento. La mayoría tiene una rádula y buche, aunque los géneros *Navanax* y *Volvulella* carecen de ambos. En términos generales, los cefalaspídeos se entierran y alimentan de foraminíferos, gusanos poliquetos, bivalvos y otros opistobranquios. Pasan la mayor parte de su vida bajo la superficie de la arena o lodo, lo cual explica en muchos casos su coloración inconspicua. Muchas especies son carnívoros que se alimentan de presas móviles. Las especies de *Navanax* depredan otros moluscos opistobranquios. Este grupo tiene órganos sensoriales desarrollados que son usados para encontrar a sus presas. Uno de estos órganos sensoriales está formado de montículos sensibles cubiertos de cerdas a cada lado de la boca. Se cree que estos órganos ayudan a detectar los azúcares contenidos en el mucus dejado por las presas al desplazarse.

### Orden Anaspidea

El nombre de este grupo se basa en la ausencia de un escudo cefálico. Se conocen 11 especies en el Pacífico mexicano, incluyendo el gasterópodo más grande del mundo, *Aplysia vaccaria*. En este grupo, la cavidad del manto se encuentra reducida y encerrada en los parapodios que son estructuras laterales en forma de faldones en los márgenes del pie. La concha es interna y todas las especies tienen una rádula y un buche masticatorio. Los rinóforos son prominentes y asemejan a una liebre, por lo que reciben ese nombre, aunque en algunas regiones se les conoce también como vacas marinas.



Algunas especies como *Aplysia californica* secretan una tinta morada cuando son molestadas. Los miembros de este grupo han sido observados apareándose en grandes grupos, mediante cópula en cadena. La puesta de huevos de la mayoría de las especies de anaspídeos se observa como una gran masa que parece spaghetti. Este grupo es predominantemente herbívoro, su alimento principal son las algas rojas, algas verdes y cianobacterias (Behrens, 2005).

### **Orden Notaspidea**

A diferencia de otros opistobranquios, los notaspídeos tienen la branquia hacia un lado. Esta branquia está formada por una serie de procesos monopinados distribuidos a lo largo del lado derecho del cuerpo. La concha es externa en tres géneros *Umbraculum*, *Tyrodina* y *Anidolyta*. El resto de las especies tiene la concha interna cubierta por el noto y es transparente, frágil y plana. Los rinóforos son enrollados. Los miembros de este orden son carnívoros y tienen fuertes mandíbulas y amplias rádulas para raspar y alimentarse de esponjas y tunicados entre otras presas.

### **Orden Sacoglossa**

El nombre científico Sacoglossa significa “lengua de saco”. Este grupo posee una característica anatómica única: una estructura de saco en el canal alimentario el cual tiene dientes radulares descartados. Las rádulas en este orden están conectadas en forma de cadena y rotan su posición para ser utilizadas. Una vez que los dientes se desgastan, son desechados en el saco o asca (al que deben su nombre) y son reabsorbidos. Los sacoglossos se alimentan de algas, con excepción de tres especies que se alimentan de huevos de otros moluscos. Utilizan la rádula para perforar la pared celular del alimento y succionar el contenido interno de la célula (Cimino y Ghiselin, 1998), incluyendo los cloroplastos, los cuales continúan realizando la fotosíntesis y complementan la alimentación del animal (los cloroplastos secuestrados se conocen como cleptoplastos).

Se pensó que las especies de *Berthelinia* y *Julia*, podrían ser el eslabón perdido entre gasterópodos y bivalvos debido a que tienen conchas dobles como una almeja. No obstante, los estudios de las larvas en desarrollo han mostrado que tienen una concha espiral típica de gasterópodo durante su estadio velígero. Una nota importante – debido a las similitudes en la anatomía externa, excepto por *Berthelinia*, y la ausencia de concha, los miembros de este grupo se confunden fácilmente con nudibranchios. La forma más fácil de distinguirlos de los nudibranchios es por sus rinóforos enrollados o ramificados, excepto por *Stiliger* y *Ercolania*, los cuales tienen rinóforos simples.

### **Orden Nudibranchia**

Su nombre significa “branquias desnudas”, refiriéndose a los órganos respiratorios ubicados externamente en forma de una branquia plumosa como flor o como una serie de proyecciones a lo largo del dorso. Este grupo son las verdaderas babosas marinas, el más conocido y abundante. Este orden es la mayor subclase de Opisthobranchia, con más de 179 especies reportadas para el Pacífico mexicano, el Golfo de California y sus islas oceánicas (Hermosillo et al., 2006).

**Suborden Doridina:** Este suborden está representado por el mayor número de especies en nuestro Pacífico y el mundo. En la mayoría, la branquia forma un círculo plumoso alrededor del ano, sin embargo, en algunos géneros, la branquia se encuentra bajo el margen o la parte posterior del manto. Se clasifican en tres grupos: dóridos criptobranquios, cuya branquia puede retraerse en el notó; los fanerobranquios, cuya branquia es más rígida y no puede retraerse y los porostomata. En estos últimos, aunque la branquia es retráctil, los animales tienen una cabeza reducida sin tentáculos orales. Internamente carecen de rádula y mandíbula, la cual se encuentra presente en todas las demás especies de dóridos. Se alimentan secretando enzimas y digiriendo parcialmente el alimento en el exterior del cuerpo y succionándolo. La mayoría de los dóridos se alimentan de esponjas, pero algunas familias se alimentan de briozoos, hidroideos, balanos, tunicados e incluso otros nudibranchios.

**Suborden Dendronotina:** Tienen una fila de procesos como ceratas o branquias a lo largo de los márgenes del noto. Solamente *Melibe* carece de rádula. Los rinóforos son únicos, diferentes a los otros miembros de los nudibranquios ya que tienen una vaina con formas diversas y elaboradas. Este grupo se alimenta de una gran variedad de presas, incluyendo corales blandos, anémonas, hidroideos, y en el caso de *Melibe*, pequeños crustáceos, gusanos y algunos peces juveniles.

**Suborden Arminina:** Es el suborden de nudibranquios con menor número de especies. Históricamente, este es el suborden en donde los taxónomos han colocado las familias que no se pueden clasificar dentro de Doridina, Aeolidina o Dendronotina. La branquia de los miembros de Arminina puede formar estructuras dorsales, como en los géneros *Janolus* y *Dirona* o estar bajo el manto como en *Armina* e *Histiomena*. Los géneros *Armina*, *Histiomena* y *Dirona* tienen un velo amplio, ondulado frente a la boca (velo oral) o en la cabeza (velo cefálico) mientras que el género *Janolus* presenta numerosos ceratas que se extienden por delante de los rinóforos. Los miembros de este género también poseen un órgano entre los rinóforos llamado carnáculo, cuya función es incierta. *Armina* e *Histiomena* se encuentran forrajeando plumas, pensamientos de mar y otros corales blandos en zonas de arenales. Las especies de *Dirona* y *Janolus* se alimentan de briozoos.

**Suborden Aeolidina:** El nombre de los eólidos proviene del dios Griego, Aeolis, dios del viento y están caracterizados por grupos o filas de procesos largos, digitiformes o con forma de filamentos lisos conocidos como ceratas, los cuales contienen extensiones de la glándula digestiva y tienen gran colorido, por lo que ayudan a diferenciar a las especies. Los ceratas almacenan nematocistos en sus puntas; estas células urticantes son adquiridas de las anémonas, hidroideos y corales de los cuales se alimentan. Las células urticantes son transportadas a lo largo de las glándulas digestivas hasta los cnidosacos, ubicados en las puntas de los ceratas, en donde se utilizan para la defensa del eólido. Los rinóforos son alargados y no se retraen en vainas. Pueden ser lisos u ornamentados con arrugas, anillos o perfoliaciones. Tienen tentáculos orales largos y gráciles. El suborden también se caracteriza por sus fuertes mandíbulas. La rádula es un listón delgado que tiene solamente un diente raquídeo en todos los géneros excepto en *Flabellina*, *Eubranchus* y *Cumanouts*,

los cuales retienen un diente lateral. Los animales de este grupo se alimentan principalmente de hidroideos, anémonas, briozoos, gorgonáceos e incluso de huevos de otros opistobranquios. En términos generales, son altamente específicos en su alimentación, lo cual se relaciona con marcadas fluctuaciones en su ocurrencia como respuesta a la gran estacionalidad de los cnidarios que son su presa.

### **IMPORTANCIA COMERCIAL**

Varias especies, incluyendo *Aplysia californica*, *Dolabella auricularia* y *Hermisenda crassicornis* son invaluableles en investigaciones médicas. Las aplysias se cultivan en granjas para cubrir esta demanda. Debido a sus grandes y blandos cuerpos y sus lentos movimientos, son ideales para investigar la fisiología de ganglios y nervios. En 2000, estudios con *Aplysia californica* fueron angulares para la investigación que otorgó a Arvid Carlsson, Paul Greengard y Eric Kandel el premio Nobel de medicina. Se llevan a cabo numerosas investigaciones de productos naturales para aislar y producir compuestos químicos y farmacéuticos. Existe también creciente interés en la habilidad de ciertos opistobranquios para almacenar organelos fotosintéticos funcionales, como los cloroplastos, estudiados ampliamente por (Rudman, 1987; McFarland et al., 1993; Green et al., 2000 y Rumpho et al., 2000) por mencionar algunos autores.

Los opistobranquios dan placer a los practicantes del buceo recreativo. Son una razón más por la que un buzo disfruta de sus fines de semana y vacaciones bajo el agua, y tiene la necesidad de comprar equipo de buceo y fotográfico, siendo benéficos para estas industrias. Su belleza ha llevado a la creación de más de 30 páginas web dedicadas a ellos que atraen a miles de visitantes anualmente. No obstante, su popularidad es un arma de doble filo, ya que tiene un impacto importante en las poblaciones de algunas especies. La explotación directa de especies tropicales por la industria de los acuarios ha reducido los números en su hábitat, los vendedores y acuaristas continúan comprando y vendiendo estos animales sabiendo que son virtualmente imposibles de mantener vivos en acuarios caseros, por a su alimentación altamente especializada.

## ALIMENTACIÓN

Se alimentan de una gran variedad de organismos. La mayoría son carnívoros o herbívoros especializados. Casi todos los opistobranquios poseen un listón de dientes conocido como *rádula*. Esta estructura contiene dientes quitinosos característicos de gran importancia tanto desde el punto de vista taxonómico como ecológico (Figura 2). Los cefalaspídeos y anaspídeos tienen un buche con placas que usan para predigerir el alimento.

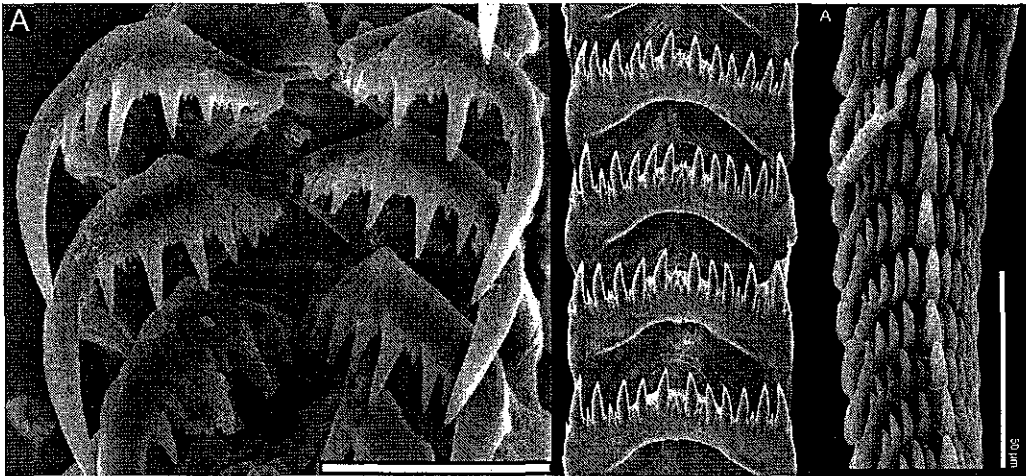
Taxonómicamente, la rádula de cada especie tiene un número de filas de dientes que componen el listón radular; la forma individual de cada diente es característica. Esto se convierte en la huella digital de una especie. Desafortunadamente, el uso de la rádula como herramienta de identificación no siempre es definitiva. Dentro de algunos géneros existe una gran variación en la morfología de los dientes. Debido a estos factores, la rádula, aunque es una herramienta taxonómica muy útil, no puede usarse como una característica definitiva o única (Bertsch, 1977). La fórmula radular se expresa de la siguiente forma:

$$A \times B.C.D.C.B$$

En donde A indica el número de filas de dientes en el listón; B indica el número de dientes distintos en la orilla externa del listón (a los cuales se refiere como dientes marginales); C indica el número de dientes de cada lado de la línea central (referido como los dientes laterales) y D indica la presencia o ausencia de un diente central o raquídeo. Un guión entre los números indicaría un rango en el número de dientes. El trabajo de Thompson (1976) trata más a detalle la extracción y preparación de la rádula para su análisis microscópico.

Ecológicamente, la rádula es la herramienta específica de adaptación de un animal a su presa preferida. Excepto por los órdenes Anaspidea, Sacoglossa y ciertos cefalaspídeos, todos los opistobranquios son carnívoros forrajeadores. Los regímenes de alimentación son limitados y las formas de la rádula corresponden al alimento de preferencia. Además de poseer una rádula, muchos opistobranquios tienen un par de mandíbulas anterior a la rádula, el cual sirve para cortar la comida. Behrens (2005) discute a detalle las estrategias

de alimentación y alimentos preferidos; McDonald y Nybakken (1997) presentan una lista de las presas de las cuales se alimentan muchas especies de nudibranquios; Megina (2001) estudia el régimen trófico de muchas especies.



*Trapania goddardi*

*Cerberilla* sp.

*Cuthona* sp.

Figura 2. Fotografías de Microscopio electrónico (SEM) de rádulas de varias especies (Fotografías Ángel Valdés).

En los nudibranquios dóridos, el área radular es ancha y con muchos dientes para raspar esponjas incrustantes. La rádula de dóridos fanerobranquios es más angosta debido a la naturaleza filamentosa y articulada de su alimento (briozoos y tunicados). Con algunas excepciones, los dóridos carecen de mandíbulas fuertes. La mayoría de los eólidos y algunos dendronótidos se alimentan de hidroideos y briozoos ramificados, por lo que tienen una rádula de pocos dientes y mandíbulas bien desarrolladas. Dentro de cualquiera de estos grupos, existen variaciones importantes en la rádula, las cuales se reflejan en las diferencias de las presas. La rádula de un nudibranquio dórido, el cual se alimenta de esponjas suaves, difiere marcadamente de aquella de un dórido que se alimenta de balanos, o de aquel que se alimenta de briozoos incrustantes.

Aquellas especies que no tienen rádula forrajean de otras formas. *Melibe leonina* utiliza su capucha como una red para capturar su presa (organismos planctónicos), la cual se traga entera. Otros succionan su presa, como *Doriopsilla*, *Dendrodoris* y *Phyllidiopsis* con sus tubos bucales especializados.

En el suborden Sacoglossa, los dientes radulares son usados y reabsorbidos en el asca. La rádula de este grupo es una banda sencilla de dientes, la cual se posiciona para perforar células de algas o las cápsulas de huevos de otros opistobranquios.

Para complementar su dieta, los sacoglossos usualmente retienen cloroplastos, los organelos intracelulares que son responsables de la fotosíntesis en las células de las plantas. Estos cloroplastos permanecen cautivos en el tejido de las ramificaciones digestivas y continúan produciendo azúcares, las cuales son absorbidas y consumidas por el sacogloso. Algunos dendronótidos tropicales y algunos eólidos pueden también tener algas simbióticas (zooxantelas) que toman de los cnidarios (corales) de los cuales se alimentan. Algunos cefalaspídeos en la familia Aglajidae, carecen de rádula, poseen una masa bucal muscular y se alimentan atacando a su presa rápidamente y tragándola entera. Este orden incluye uno de los opistobranquios más voraces en el Pacífico mexicano: *Navanax*. Los notaspídeos tienen fuertes mandíbulas y anchas rádulas, usualmente con más de 200 diminutos dientes en una sola fila. Se sabe poco de su preferencia alimentaria, pero algunas especies dentro de este grupo se han encontrado en asociación con tunicados compuestos y esponjas. Los anaspídeos tienen una rádula larga que utilizan para alimentarse de algas y cianobacterias (Behrens, 2005).

## ÓRGANOS SENSORIALES

La mayoría de los opistobranquios han desarrollado estructuras sensoriales, como montículos o tentáculos orales alrededor de la boca. El órgano sensorial más obvio en los nudibranquios son los rinóforos o tentáculos en la parte superior de la cabeza. La Figura 3 muestra una selección de diferentes formas de cabezas y la posición de los rinóforos.



Figura 3. Formas de cabezas.

Se sabe poco de la función de los rinóforos, aunque parecen ser órganos sensoriales importantes, su tejido no difiere realmente del de otras áreas del cuerpo, excepto por la ausencia de glándulas secretoras. Aunque no hay evidencia directa, algunos investigadores creen que los rinóforos se utilizan para encontrar alimento y buscar una pareja. La Figura 4 muestra varios ejemplos de tipos de rinóforos.

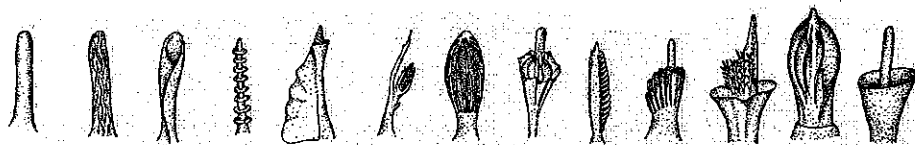


Figura 4. Tipos de rinóforos.

En Anaspidea, Notaspidea y la mayoría de los Sacoglossa, los rinóforos son enrollados y con forma de orejas de conejo. Son ciliados en la superficie interior para promover el movimiento del agua. El epitelio, o tejido de la parte exterior, contiene receptores nerviosos. Los Cephalaspidea no tienen rinóforos, la función sensorial de este grupo se lleva a cabo por medio de una estructura lamelada externa, el órgano de Hancock, un embudo sensorial como en *Gastropteron* o cerdas en *Navanax*.

Los rinóforos más complejos son los de Nudibranchia. El clavus, o parte distal, se compone usualmente de una serie de dobleces que parecen branquias, aunque algunos pueden ser lisos, otros son elaboradamente foliados. Los nervios de los rinóforos se conectan directamente con los ganglios cerebrales. Estos nervios se ramifican hasta que alcanzan la superficie de los rinóforos. En algunas especies, esta superficie está cubierta de células ciliadas. En un grupo mayor de los dóridos, los criptobranquios, los rinóforos pueden retraerse en el cuerpo, se supone que para protegerlos.



## RESPIRACIÓN

La respiración se lleva a cabo a través de órganos únicos en los opisthobranquios. A esta branquia se le refiere como pluma branquial o branquia. Algunos miembros de los subórdenes de Nudibranchia: Aeolidina y Dendronotina, así como en algunas especies de Arminina y Sacoglossa cuentan con unos procesos conocidos como ceratas. Los ceratas son estructuras digitiformes arregladas en grupos de racimos a lo largo de cada lado del dorso (Figura 5); sus funciones principales son la digestión y la defensa pero contribuyen en el proceso respiratorio. Histológicamente, los ceratas, al igual que los rinóforos, no difieren de otros tejidos superficiales. En la mayoría de los grupos, los ceratas suelen contener la glándula digestiva. La branquia de los nudibranchios dóridos es un círculo de plumas branquiales en el dorso. Otros dóridos pueden tener otros tipos de proyecciones, y no se les refiere como ceratas, ni se conoce que tengan funciones respiratorias.



Figura 5. Tipos de cerata.

Las branquias en los cefalaspídeos, anaspídeos y notaspídeos son órganos más desarrollados, localizados dentro de la cavidad del manto, por debajo del notopodio.

En los nudibranchios dóridos hay tres tipos de branquia (Figura 6). En los criptobranquios y dendronótidos, la branquia se puede retraer en un saco o vaina; en los farenobranquios no. Los miembros de la familia Phyllidiidae carecen de branquia rodeando el ano y tienen una serie de branquias secundarias que aparecen a los lados del cuerpo, entre el notopodio y el pie.

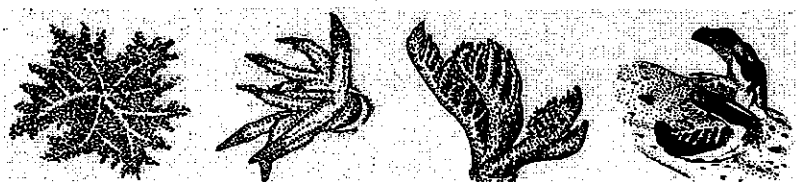


Figura 6. Tipos de plumas branquiales.

En algunos nudibranquios, cada cerata contiene un cnidosaco terminal dentro del cual se encapsula un cierto número de nematocistos, células urticantes como arpones que el nudibranquio puede utilizar en su propia defensa. Los nematocistos provienen de hidroideos, anémonas o corales de los cuales se alimentan los nudibranquios. Estos diminutos proyectiles pasan sin activarse a través del sistema digestivo del animal y migran hacia los ceratas.

Los ceratas se autotomizan fácilmente y se regeneran. En algunas especies, los ceratas se autotomizan con la mínima provocación. Se piensa que esto es una técnica diversionaria de protección, similar a una lagartija que pierde su cola. Cuando esto ocurre, no se pierde material de la parte central del cuerpo, ya que el área de inserción de los ceratas parece cicatrizar inmediatamente. Los ceratas se regeneran en pocos días.

## **REPRODUCCIÓN**

Los opistobranquios son hermafroditas; cada individuo posee órganos sexuales tanto femeninos como masculinos, sin embargo, no son capaces de autofertilizarse. La ventaja principal es incrementar en 50% la probabilidad de encontrar una pareja, ya que cualquier individuo de la misma especie es elegible. La cópula resulta en fertilización cruzada excepto en cefalaspídeos y anaspídeos en quienes es común encontrar apareamientos múltiples. Los huevos y el esperma maduran simultáneamente de forma que el intercambio de esperma beneficia a los dos individuos, en muchas especies, el esperma donado, recibido y huevos viajan a través de una apertura común, con excepción de los cefalaspídeos, anaspídeos y algunos sacoglossos. Thompson (1976a) y Behrens (2005) dan explicaciones detalladas de la reproducción de los opistobranquios. Las masas de huevos puestas por los opistobranquios varían en forma, tipo y color entre las especies. Las masas de los dóridos tienen la forma de listones, mientras que los eólidos y dendronótidos ponen huevos en forma de hilos (Figura 7).

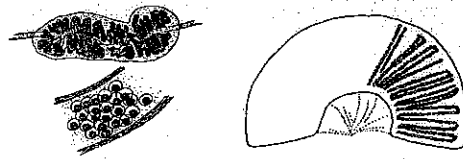


Figura 7. Detalle de la morfología de la masa de huevos.

Dependiendo de la especie, el número de huevos dentro de una puesta puede variar desde unos pocos hasta un millón. El desarrollo de los huevos puede tomar hasta 50 días, pero comúnmente es más corto y está influenciado por la temperatura (Hurst, 1967). Generalmente, los huevos más grandes tardan más tiempo en desarrollarse y producen juveniles con desarrollo directo; los huevos más pequeños producen larvas planctotróficas. Los individuos de mayor tamaño dentro de una especie producen números mayores de huevos que los individuos más pequeños. La primera puesta usualmente tiene más huevos, cada puesta sucesiva contiene menos huevos que la anterior (Goddard, 2005).

Se conocen tres tipos de desarrollo. Dos resultan en larvas velígeras planctónicas (desarrollo incompleto); el otro produce un juvenil completamente desarrollado (desarrollo directo). En las especies con desarrollo incompleto, una larva velígera con concha emerge del huevo y es planctónica hasta que encuentra un sustrato favorable para establecerse. Se conocen como planctotróficos aquellos que necesitan alimentarse de organismos planctónicos de menor tamaño y como lecitotróficos los que pueden completar su desarrollo sin alimentarse de plancton, ya que tienen una yema de gran tamaño. Estas etapas planctónicas tienen dos fases: la fase obligatoria, durante la cual la larva velígera crece y en algunos casos se alimenta de plancton, y la fase de búsqueda, durante la cual encuentra un sustrato favorable para su metamorfosis. La larva velígera tiene una concha delgada en espiral con 1 a 1 ½ vueltas dentro de la cual se protegen las partes blandas del cuerpo. Las larvas tienen dos extensiones que parecen alas, las cuales se convierten en cilios para la locomoción. La mayoría de las especies pierden la concha durante la metamorfosis.

Los moluscos opistobranquios son criaturas de movimiento lento y se pueden trasladar distancias limitadas durante su vida adulta. Su dispersión a otros ambientes adecuados

depende del estadio larvario (Goddard, 2001). Las velígeras pueden extender su vida en el plancton si no encuentran sustratos adecuados para su vida adulta. Usualmente una señal ambiental específica indica que es momento de asentarse y hacer la metamorfosis. Mientras mayor sea la vida larvaria, mayores son las posibilidades que tendrá de cruzar océanos enteros y establecerse.

Algunos ejemplos de especies con desarrollo directo son *Doriopsilla gemela* y *Doriopsilla nigromaculata*. En ellas, los juveniles se desarrollan dentro de la cápsula de huevo hasta formar miniaturas de los adultos, sin pasar por el estadio de larva, emergiendo listos para buscar un sustrato adecuado. Los huevos son de mayor tamaño y en menores números, el desarrollo del embrión también es más largo.

## ANTECEDENTES

El estudio de los opistobranquios en el Pacífico tropical este inició a finales del siglo XIX, las primeras descripciones para la costa Pacífica y el Golfo de California fueron realizadas por Bergh en 1894 con organismos que se obtuvieron durante las recolectas realizadas por la expedición del Albatros en 1891.

En 1966 MacFarland registró tres especies nuevas provenientes del Golfo de California, de donde una de las cuales es un nuevo registro. En 1967, Marcus y Marcus realizaron el primer estudio exclusivo de la parte norte del Golfo de California en donde registran 44 especies de las cuales 20 eran nuevas; Keen (1971), registró 148 especies. Keen y Coan (1975) actualizando el trabajo realizado en 1971, agregaron 14 especies nuevas. Mulliner (1982) actualizó el trabajo de Keen y Coan con 16 especies adicionales.

A partir de los años 70s y hasta el año 2001 en que se inició el presente trabajo, numerosas especies fueron encontradas y descritas para el Golfo de California y el Pacífico mexicano: Bertsch (1970, 1973, 1976, 1978, 1978a, 1978b, 1978c, 1979, 1980, 1984); Williams & Gosliner, 1973; Gosliner et al., 1985; Gosliner en 1990, 1991, 1994; Gosliner y Bertsch, 1988; Gosliner y Kuzirian, 1990; Gosliner y Willan, 1991; Valdés y Behrens, 1998; Millen y Bertsch, 2000; García y Troncoso, 2001.

Skoglund en 1990, basándose en el listado presentado por Keen (1971), realizó una compilación de los trabajos realizados desde 1971 hasta 1990, en donde incluyó nuevas especies, cambios genéricos, sinónimas y ampliaciones de distribución; actualizó este mismo trabajo en 2002 (Skoglund, 2002). Bertsch (1993) realizó una revisión biogeográfica en donde menciona un total de 187 especies para Pacífico mexicano y Golfo de California.

Pocos investigadores enfocaron sus estudios a la fauna de opistobranquios de Bahía de Banderas. Se publicaron algunos trabajos en los que se mencionaron especies encontradas en zonas de Nayarit, en la costa norte de la bahía: Sphon, 1972; Bertsch et. al 1973, Bertsch 1978, 1980; Bertsch y Kerstitch, 1984, Ferreira y Bertsch, 1975 y para Isla Isabel (Ortea y

Llera, 1981). En contraste, no se tiene conocimiento de la parte central y sur de Bahía de Banderas. Más marcada aun es la falta de información existente para costas del sur de nuestro país: Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

En contraste con los más numerosos estudios taxonómicos, pocos trabajos abordan la ecología de los opistobranquios debido a que las poblaciones son usualmente pequeñas, de distribución discontinua y compuestas por individuos de escasa movilidad viviendo en un medio complejo (Todd, 1983; Rudman y Willan, 1998). Estas características los hace poco adecuados para ser objeto de estudios ecológicos en su hábitat, ya que la obtención de muestras exige un esfuerzo importante. En términos generales, sus poblaciones no permiten obtener muestras de gran tamaño, limitando las posibilidades de los estudios ecológicos. De hecho, el conocimiento de cómo funcionan las poblaciones de estos organismos es relativamente escaso. Esta falta de conocimiento se disculpa pensando que dada su irregularidad y escasa abundancia, carecen de importancia en el funcionamiento global del ecosistema. Destacan los trabajos de Swenen (1961); Miller (1961, 1962), Robilliard (1970, 1971, 1972); Bertsch et al. (1972), Millen (1972), Nybakken (1974); Clark (1975), Franz (1975), Todd (1981); Harris, (1987) y Rudman y Willan (1998). En estos, los autores demuestran que a pesar de que los opistobranquios son animales pequeños y escasos, éstos influyen en la evolución y el desarrollo de las comunidades marinas a las cuales pertenecen. No obstante su escasez (especialmente si se compara con otros grupos presentes en los ambientes marinos como corales, esponjas, briozoos, crustáceos e inclusive peces) es posible hacer estudios ecológicos y evaluar aspectos de su distribución temporal y espacial si se llevan a cabo muestreos a largo plazo. Bertsch (1993, 1995, 2002) y Angulo-Campillo (2003, 2005) publicaron los primeros estudios de distribución temporal y espacial para comunidades en México, en Bahía de los Ángeles y la zona de La Paz, ambas dentro del Golfo de California.

## JUSTIFICACIÓN

El estudio de los opistobranquios en México se ha concentrado casi exclusivamente en el Golfo de California. La información existente es escasa en el resto del Pacífico de México, tanto en el conocimiento taxonómico como ecológico de este grupo de animales.

El área del presente estudio, Bahía de Banderas, constituye el segundo destino turístico de nuestro país. Es una de las bahías más grandes de la costa del Pacífico mexicano y contiene una gran variedad de hábitats, importantes arrecifes coralinos e incluye un área natural protegida (Islas Marietas) y un parque marino (Los Arcos). Está clasificada como área prioritaria 024 por la CONABIO. Debido a su posición geográfica (zona de transición entre el Pacífico y el Golfo de California) se espera que la composición faunística cuente con una mezcla única de especies de la provincia Panámica (subprovincias del Golfo de California y subprovincia Mexicana) y la provincia de California.

En los últimos años, Bahía Banderas ha tenido un importante desarrollo en tres áreas principales: Puerto Vallarta, ubicada en la parte central-sur; Nuevo Vallarta en el centro-norte y Punta de Mita, en el norte de la bahía. Este crecimiento demográfico debido al turismo y el desarrollo inmobiliario, tiene consecuencias adversas sobre los ecosistemas costeros. Sin embargo, la magnitud de este impacto no ha sido evaluado adecuadamente; el presente trabajo servirá como estudio base de la condición de los ecosistemas de Bahía de Banderas. Los estudios ecológicos a largo plazo de grupos taxonómicos son cada vez más reconocidos por su importancia para determinar degradación del hábitat, desaparición de especies y manejo de recursos naturales (Bertsch, 2000).

Los opistobranquios pertenecen a una subclase de moluscos que tienen una importancia comercial que se puede dividir en dos aspectos. Primero, las sustancias provenientes de moluscos han tenido popularidad desde los griegos y romanos en sus aplicaciones médicas (Petit et al., 1993). Los opistobranquios elaboran metabolitos activos que son utilizados para su propia defensa y poseen una importante bioactividad antifúngica, antibacteriana y antitumoral (Paul y Puglisi, 2004). Muchas especies están siendo investigadas en la

actualidad (Rawat et al., 2006), algunas de ellas o sus géneros se encuentran en Bahía de Banderas. Por ejemplo, el compuesto “kahalalido”, aislado de la especie *Elysia rufescens* proveniente de Hawaii, tiene importante actividad antitumoral, frente a células tumorales de mama y próstata (Hamann y Scheuer, 1993); se conocen cuatro especies de este género en Bahía de Banderas que no han sido estudiadas. Otro compuesto de gran relevancia es el *Dolastan-10* como agente quimioterapéutico, extraído de *Dolabella auricularia*. En el Instituto Smithsonian de Estudios Tropicales (STRI) actualmente se realizan estudios sobre *Slylocheilus striatus* (y su relación con las cianobacterias de las cuales se alimenta, Caper et al., 2006), *Polybranchia viridis* y *Dolabrifera dolabrifera* para obtener agentes activos contra la malaria y otras enfermedades del tercer mundo.

El segundo aspecto de su importancia comercial se relaciona con el turismo y la industria del buceo recreativo. La revolución digital de la fotografía con el crecimiento explosivo del mercado de las cámaras digitales ha hecho que la fotografía subacuática se popularice cada vez más. Los opistobranquios se encuentran entre los animales más fotografiados bajo el mar debido a sus hermosas formas, colores y sus lentos movimientos. Cada vez más personas practican este deporte y viajan para lograr este tipo de fotografías.

Una parte esencial de los ecosistemas marinos bentónicos está compuesta por comunidades animales sésiles, que viven a expensas de la energía procedente del medio pelágico, en forma de materia orgánica viva o inerte, concentran esta energía haciéndola disponible a un rico y diverso grupo de consumidores epibentónicos. Los moluscos nudibranquios son uno de los representantes más característicos de este grupo de carnívoros marinos, en todos los mares del mundo. De forma que juegan un papel importante en los ambientes costeros, en especial en las zonas intermareales y submareales, debido a que en algunas ocasiones modifican la distribución y abundancia de macroalgas, briozoos, hidroideos y esponjas (Angulo-Campillo, 2003). El presente trabajo ampliará el conocimiento taxonómico de los opistobranquios, abordando aspectos de la comunidad y de las principales especies presentes en Bahía de Banderas. En el futuro será posible utilizar los registros de la presente investigación como referencia para evaluar de qué manera el desarrollo turístico, urbano y de las actividades humanas afecta los ambientes naturales costeros del área de



estudio. Debido a que las actividades turísticas en la bahía se llevan a cabo sin una adecuada reglamentación y vigilancia, algunas localidades pueden sufrir alteraciones de diferente magnitud.

Se puede entonces resumir la justificación del presente estudio en que:

- Aportará información relevante sobre un grupo de organismos cuyo conocimiento era escaso o inexistente en la Bahía de Banderas y el resto de México.
- Se llevará a cabo en una zona de gran relevancia turística, biogeográfica y ecológica.
- Proporcionará información básica para en un futuro aprovechar el valor de este grupo de organismos como fuentes potenciales de agentes farmacéuticos, químicos e industriales.
- Estudiará a un grupo de organismos como parte integral de zonas arrecifales y costeras, utilizándolos como indicadores del estado actual de los ecosistemas costeros y para futuros monitoreos.

## **OBJETIVO GENERAL**

Conocer la composición específica y la ecología de la comunidad y de las poblaciones más importantes de los opistobranquios de Bahía de Banderas.

### **Objetivos particulares:**

1. Conocer la composición específica de los opistobranquios de la Bahía de Banderas:
  - Realizar un listado taxonómico de las especies.
  - Elaborar fichas técnicas con la siguiente información para cada especie: fotografía, sinonimias, descripción de las características diagnósticas para la identificación, descripción de la rádula, distribución geográfica, observaciones de historia natural, talla, origen de la etimología.
  
2. Estudiar la ecología de comunidades de los opistobranquios de Bahía de Banderas:
  - Realizar comparaciones de la zona de estudio con otras provincias biogeográficas.
  - Describir la distribución en la zona de estudio.
  - Analizar los índices de diversidad y riqueza.
  - Establecer agrupamientos entre las comunidades.
  
3. Estudiar la ecología de las poblaciones más importantes de opistobranquios de Bahía de Banderas:
  - Elegir las especies más importantes por medio de su Índice de Valor Biológico y representatividad.
  - Describir su distribución y abundancia, estacionalidad e historia natural.

## ÁREA DE ESTUDIO

En 1960 Puerto Vallarta fue descubierto por su gran potencial turístico iniciando un crecimiento acelerado en el desarrollo de infraestructura turística.

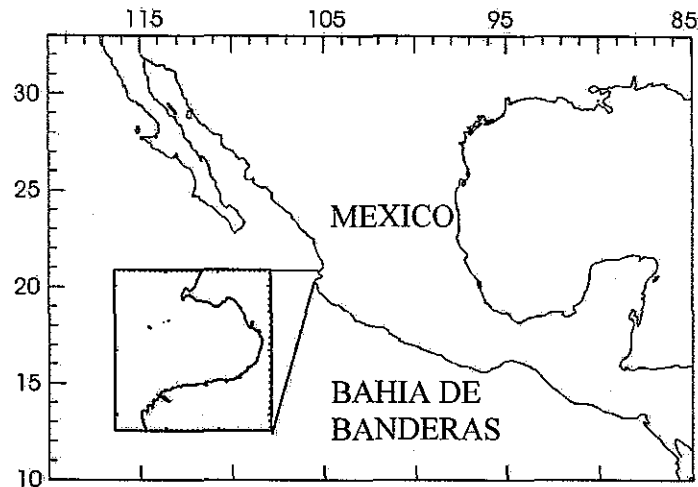


Figura 8. Localización del área de estudio.

La Bahía de Banderas se localiza en la costa del Pacífico del sur del estado de Nayarit y del norte del estado de Jalisco. El área de la bahía es de aproximadamente 1000 kilómetros cuadrados, limitada por una línea entre Punta Mita al norte y Cabo Corrientes al sur, con una distancia de 42 kilómetros; el ancho medio (norte-sur) de la bahía es de 30 kilómetros y su longitud aproximada (este-oeste) es de 40 kilómetros. La línea de costa es de 115 kilómetros.

La máxima profundidad de la Bahía es mayor de 1000 metros, con una profundidad media de 300 metros. La pendiente del fondo en la bahía es mucho menor en la costa norte que en la costa sur. En el norte, la pendiente promedio es aproximadamente 0.012 y la profundidad de 100 metros se encuentra a ocho kilómetros de la orilla. Por otra parte, en el sur, la pendiente es aproximadamente 0.080 y el agua tiene la profundidad de 100 metros a 1.5 kilómetros de la playa (Briggs, 1974). Se encuentra un cañón profundo a unos ocho

kilómetros de la playa sur cuya orientación es aproximadamente de este a oeste y cubre la sección este de la bahía.

El punto sur de entrada es Cabo Corrientes, casi 42 kilómetros al sur-suroeste de Punta Mita. Hacia el sur y el este, la bahía está rodeada por montañas con alturas máximas de 1,500 metros. Su plataforma continental limita con la isóbata de 200 metros, su distancia de la costa es corta, esto se debe a que la Sierra Madre del Sur de hecho llega a la línea de costa y continúa bajo las aguas oceánicas. Hacia el norte se tienen lomeríos con elevaciones que van de 500 a 750 metros.

Los vientos predominantes son de dirección noroeste. Durante el día van de mar hacia tierra y por la noche cambian soplando del este, aproximadamente dos horas después de la puesta del sol, con velocidades de 5 a 10 kilómetros por hora.

Bahía de Banderas se incluye en la provincia biogeográfica Panámica, que se extiende desde el sur de California, EUA hasta Perú (Briggs, 1974); su ubicación corresponde a una zona de transición entre las subprovincias biogeográficas del Golfo de California al norte y la Mexicana al sur (Brown y Lomolino, 1998).

Bahía de Banderas está ubicada en la boca del Golfo de California, considerada región de transición e influenciada por la temporalidad de los grandes procesos de circulación superficial del pacífico Oriental (Wirtky, 1965, 1966; Badan, 1997; Zamudio et al., 2001).

La circulación oceánica en el área tiene cambios estacionales y anuales, ya que es el punto de convergencia de tres importantes sistemas de corrientes:

- 1.- La corriente de California que fluye hacia el sur, trayendo agua fría y de baja salinidad.
- 2.- La corriente costera de Costa Rica, que fluye hacia el norte transportando aguas templadas con salinidad intermedia, encontrándose más desarrollada de agosto a diciembre y de febrero a abril se debilita.
- 3.- La corriente del Golfo de California, densa y con mayor temperatura que llega en dirección sur hacia la región de la bahía.

En consecuencia, la boca del Golfo de California es considerada una zona frontal de gran variabilidad ambiental, entre las aguas frías provenientes del norte, y las aguas cálidas del sur con fluctuaciones menores (McLain et al., 1985). Posiblemente la alternancia de periodos cálidos y templados permite las condiciones para el desarrollo de invertebrados marinos bénticos característicos de zonas tropicales, subtropicales y hasta templadas, coincidiendo con el área de transición de las subprovincias biogeográficas del Golfo de California y Mexicana (Brown y Lomolino, 1998). Esta variabilidad ambiental se refleja en la composición de los invertebrados bentónicos de Bahía de Banderas, donde confluyen elementos de ambas subprovincias.

La temperatura promedio en la superficie del agua en Bahía de Banderas es de 26.4°C, con variantes estacionales desde los bajos 20s durante el mes de abril hasta los 30 en el mes de septiembre. Durante la primavera y el invierno, las temperaturas pueden disminuir espontáneamente hasta los 20 grados, debido principalmente a la surgencia en la región sur de la Bahía (Griffiths, 1968; Fielder, 1992). Estas corrientes de surgencia resultan en una termoclina somera, normalmente a los 40 metros, llegando a veces a los 20 metros (Wyrky, 1965; Griffiths, 1968; Fielder 1992).

Las corrientes internas de Bahía de Banderas están influenciadas por los factores siguientes:

- Las corrientes principales en el Océano Pacífico.
- Los vientos que entran a la bahía desde el Océano.
- Los efectos de marea y oleaje.
- Las fuerzas debidas a la rotación de la tierra.
- El flujo del Río Ameca cuando es fuerte la descarga durante la temporada de lluvias.

## METODOLOGÍA

### Métodos de búsqueda

Se llevaron a cabo los muestreos mediante buceo autónomo, recorriendo la misma distancia y zonas en cada sitio. Los opistobranquios se buscaron directamente sobre paredes o bajo rocas, en sustratos favorables y presas conocidas, utilizando como medida de estandarización el tiempo de muestreo o duración de la inmersión (Nybakken, 1978).

Las especies de opistobranquios de mayor tamaño son fácilmente observadas; pero para encontrar las especies crípticas más pequeñas se requiere de una búsqueda laboriosa. La mayor presencia de especies se encuentra en el submareal somero. Es un reto encontrar el hábitat especializado y se requiere de un ojo entrenado que se adquiere con la experiencia. Se deben emplear diferentes métodos para diferentes ambientes.

En el presente estudio se utilizó el método directo, examinando con cuidado las presas favoritas, como hidroideos, esponjas, tunicados, algas, gorgonáceos, etc. Una pista importante es la presencia de masas de huevos. Se levantaron las rocas encontradas en la zona, revisando minuciosamente para encontrar los opistobranquios, teniendo cuidado de regresar las rocas a su posición original (Nybakken, 1974, 1978).

El método indirecto consiste en raspar animales sésiles (hidroideos, esponjas, briozoos, tunicados) adheridos a sustratos, o en cortar algas y ponerlas en contenedores de plástico en donde después de un tiempo se encuentran los opistobranquios reptando en las orillas del recipiente. El método indirecto es destructivo y solamente debe ser utilizado cuando sea necesario y se tenga evidencia de la presencia de opistobranquios (como masas de huevos). Este método no fue empleado durante los muestreos mensuales del presente estudio debido a su carácter destructivo.

## **Preservación de especímenes**

Los especímenes colectados se preservaron relajándolos en agua de mar helada para minimizar la contracción. Los individuos que se iban a utilizar para hacer disecciones se preservaron en solución de Bouin's. Los especímenes adicionales se preservaron en 90% de alcohol etílico para evitar destruir el ADN y poder utilizarlos en estudios futuros. Debido a que es virtualmente imposible evitar que se pierda la coloración una vez preservado el organismo, cada especie se documentó detalladamente antes de la preservación.

## **Documentación de las especies**

La información más valiosa se obtiene de especímenes vivos en el campo, la forma más fácil de hacer esto es por medio de la fotografía. Se utilizaron dos formas de fotografiar a los opistobranquios. Una de ellas por medio de una cámara submarina, en la que se puede registrar el hábitat, alimento y las oviposiciones del animal. Fue necesario fotografiar los animales crípticos en un acuario, sobre alguna piedra o sustrato contrastante para poder mostrar las características importantes de la morfología externa. Para los animales muy pequeños se utilizó un estéreo-microscopio y se fotografiaron las especies a través de él.

Cuando se encontraron especies nuevas o poco conocidas, se realizaron dibujos indicando las características morfológicas más importantes de los organismos (por ejemplo: número de hojas en la branquia, prefoliaciones en los rinóforos, forma y agrupación de los ceratas, y patrones de coloración que se aprecian mejor bajo el estéreo-microscopio).

## **Identificación**

La identificación se llevó a cabo de diferentes formas dependiendo del tipo de especie. Existen algunas especies cuyas características morfológicas permiten la identificación a simple vista; por ejemplo los dóridos de gran tamaño. En otras es necesario que sean observadas con una lupa en el campo, como los pequeños eólidos, sacoglossos o dentronótidos.

Los organismos que no se pudieron identificar en el campo se colectaron y observaron bajo un estéreo-microscopio. Para corroborar algunas de las identificaciones se han enviado fotografías, diagramas o especímenes a colegas para tener otras opiniones.

### **Programación de los muestreos**

Para alcanzar los objetivos particulares planteados se realizaron muestreos en diferentes puntos y en diferentes épocas del año para asegurar una representación completa de las distintas fisiografías del área de estudio, junto con su estacionalidad. Los muestreos se llevaron a cabo de forma mensual durante un periodo de 37 meses, desde abril de 2002 hasta abril de 2005.

Debido a la latitud del área de estudio, los ciclos climáticos no están representados por las cuatro estaciones de las regiones templadas: primavera, verano, otoño e invierno. En cambio, son evidentes tres temporadas durante el año: 1) temporada seca – agua fría, los meses de febrero, marzo, abril y mayo, la cual se caracteriza por bajas temperaturas en el agua, entre 17.7 y 23.3°C y prácticamente cero lluvia; 2) temporada húmeda - agua caliente los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, con temperaturas mas altas en el agua, entre 26.6 y 30°C y lluvias tipo monzón; 3) temporada seca - agua templada, los meses de noviembre, diciembre y enero, cuando las lluvias prácticamente se han acabado pero la temperatura del agua permanece templada, entre 23.3 y 27.7°C.

En lo sucesivo, las referencias a estas estaciones se harán con sus siglas en inglés para uniformizar el presente estudio con los artículos que están en preparación. Para la temporada seca - agua fría (DC, Dry-Cold), para húmeda - caliente (WH, Wet-Hot) y para la seca - templada (DW, Dry-Warm).

En la temporada de lluvias, se tiene la influencia de numerosas escurrentías, arroyos y ríos, destacando los ríos: Cuale, Amecca y Pitillal. El ingreso de estas aguas provoca una baja en la visibilidad debida a materia inorgánica suspendida (principalmente arenas y arcillas) con



influencia en zonas cercanas a las desembocaduras: Marina Vallarta, Mismaloya, Cabo Corrientes y Nuevo Vallarta. El caudal aumenta dependiendo de los niveles de precipitación durante la temporada de lluvias.

### **Localidades de muestreo**

Se eligieron siete localidades en 10 sitios de muestreo representativos de los hábitats de la zona. Tras 10 años de bucear en Bahía de Banderas, el conocimiento personal de muchos lugares fue útil para definir si las localidades cumplían con las siguientes características:

- Zona rocosa y fácil de muestrear.
- Zona accesible, sitios frecuentemente visitados por las operaciones locales de buceo y turismo para que resultara factible conseguir transporte de forma regular para optimizar recursos. También se eligieron dos sitios de fácil acceso por automóvil e ingreso seguro por la playa.
- Sitios que poseen marcas distintivas tanto en superficie como bajo el agua de forma que sea sencillo encontrar las zonas muestreadas cada mes.
- Sitios que se encontraran dentro de áreas protegidas o parques nacionales para que el estudio en ellas pueda ser utilizado en el futuro como información sobre diversidad de la fauna y decisiones en los planes de manejo.
- Variedad en el tipo de sustrato, cobertura y diversidad de animales sésiles.

Una vez seleccionado el sitio de muestreo, se hizo un recorrido inicial de reconocimiento para ubicar las áreas específicas a muestrear. Durante cada estación de muestreo (sitio-fecha) se siguió el mismo recorrido, buscando los opistobranquios en los hábitats adecuados, identificando, midiendo y registrando cada espécimen encontrado. La medida de estandarización para cada estación fue el tiempo (individuos observados por hora de muestreo bajo el agua) de un solo investigador. Se intentó que este tiempo de duración de los buceos fuera lo más uniforme posible, sin embargo se tuvieron variaciones en los tiempos de cada estación debidas principalmente a factores como profundidad del sitio, fisiografía, tiempo disponible de embarcación, número de individuos encontrados. Este método de densidad por tiempo es estadísticamente válido y más efectivo para

observar/encontrar opistobranquios que el uso convencional de transectos y cuadrantes debido a los patrones impredecibles de este grupo de organismos (Bertsch, 2002).

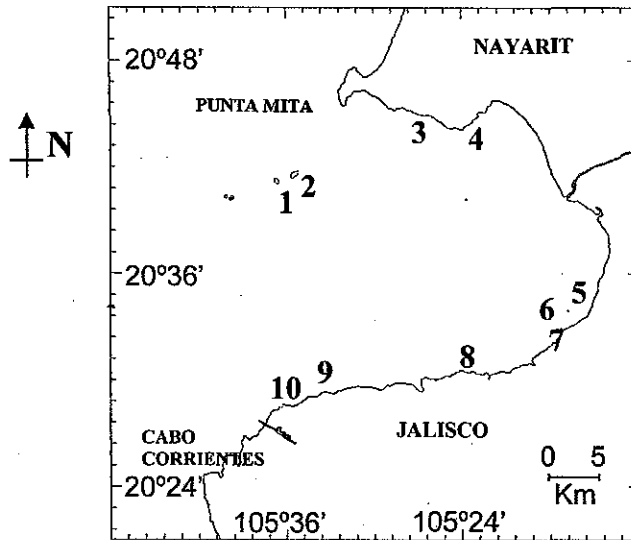


Figura 9. Localidades de muestreo.

**1 y 2) Islas Marietas**, ( $20^{\circ}42.042'N$ ,  $105^{\circ}33.878'O$ ) las tres islas y las zonas rocosas aledañas, cubren un área de aproximadamente 8 kilómetros de largo, formando una cadena curvada en dirección este-noreste. La mayor de estas es una isla llana a 7.2 kilómetros sur-suroeste de Punta Mita, se eleva en una serie de pequeños desfiladeros blancos hacia una meseta llana de 55 metros de altura. Hacia 1.6 kilómetros de distancia se encuentra otra de las islas, con una altitud de 36 metros y protuberancias rocosas grisáceas en su cara sur con pequeñas cuevas. Las Islas Marietas fueron declaradas área natural protegida por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en 2005. Las dos zonas muestreadas se conocen como la **Pared** y el **Amarradero**. Las islas tienen una serie de rocas y cañones que continúan bajo el agua hasta un fondo arenoso somero. Ambos sitios se encuentran en el lado protegido de la isla mayor de forma que el oleaje es moderado. Las paredes y rocas tienen alta cobertura de hidroideos y gorgonáceos, particularmente dentro de una caverna submarina. Las profundidades muestreadas van de cinco a 21 metros. En lo sucesivo se mencionarán como **Pared** y **Amarradero**.

3) **Paraíso Escondido**, ( $20^{\circ}43.523'N$ ,  $105^{\circ}23.541'O$ ) es una serie de rocas someras, ubicadas aproximadamente a 150 m de la costa en la parte norte de la bahía. Las rocas tienen importantes coberturas de hidroideos y especialmente de algas, la mayor que se ha observado en la Bahía. La playa más cercana es arenosa, larga y conocida por su gran oleaje. Las profundidades muestreadas van de uno a cinco metros. Este sitio se denominará de aquí en adelante como **Escondido**.

4) **Bajo de la Viuda**, ( $20^{\circ}43.973'N$ ,  $105^{\circ}23.544'O$ ) es un pequeño bajo a una distancia aproximada de 200 metros de la costa, cerca de la Cruz de Huanacastle. La profundidad máxima es de 15 metros y la parte más somera es de cinco metros. Las rocas tienen múltiples grietas y recovecos, cubiertos con zoántidos, hidroideos y gorgonáceos. Para simplificar, se referirá como **Viuda**.

5) **Hotel Lindomar en Conchas Chinas**, ( $20^{\circ}37.551'N$ ,  $105^{\circ}14.524'O$ ) es una playa popular, con zonas rocosas que sobresalen a la superficie. Es un área de gran energía por movimiento de oleaje y la influencia de arroyos en temporada de lluvias. La profundidad muestreada va de uno a 11 metros. El nombre simplificado que se usará para esta localidad es **Lindomar**.

6) **Los Arcos**, ( $20^{\circ}32.855'N$ ,  $105^{\circ}17.340'O$ ) son unas pequeñas islas y rocas ubicados frente a la playa de Mismaloya, zona visitada por numerosas operaciones turísticas diariamente. Cuenta con puntos de amarre y no está permitido anclar ni pescar. Una de las características más notables es la de una pared vertical y un cañón profundo y la diversidad de los hábitats. Se muestrearon profundidades de cinco a 25 metros. Se referirá a este sitio simplemente como **Arcos**.

7) **Playa Mismaloya**, ( $20^{\circ}31.937'N$ ,  $105^{\circ}17.700'O$ ) es una pequeña ensenada dentro de la bahía la cual se caracteriza por una prolongada pendiente con grandes rocas, paredes y zonas de pequeñas piedras. Las profundidades muestreadas van de uno a 18 metros. Se le dará el nombre de **Iguana** por ser este lugar en donde se filmó la famosa película de los años 70 "La noche de la Iguana".

8) **Majahuitas**, (20°29.111'N, 105°35.057'O) es un sitio con una pendiente pronunciada que consiste de grandes rocas y paredes. Solamente accesible por embarcación. Una zona tranquila y protegida del viento y de la acción de las olas. Las rocas no tienen mucha cobertura de animales sésiles, solamente algunos hidroideos y esponjas. Las profundidades muestreadas van de tres a 25 metros.

9 y 10) **Chimo**, (20°30.447'N, 105°23.544'O) es una villa de pescadores localizada en el sur de la Bahía. Se visitaron dos localidades de muestreo: **Bajo de Torrecillas**, un bajo ubicado aproximadamente a dos kilómetros de la costa, con profundidades abisales hasta cinco metros de la superficie y **Las Iglesias**, un sitio en la costa. Ambos tienen oleajes considerables e importante cobertura de corales duros, algunos hidroideos. Las profundidades muestreadas van de cinco a 25 metros en ambos sitios. Los nombres simplificados serán **Iglesias y Torres**.

### **Zona de muestreo**

Los sitios seleccionados se muestrearon en la zona submareal, entre profundidades de uno y 25 metros dependiendo del lugar en particular.

### **Datos registrados**

Por cada estación de muestreo (cada localidad por mes), se registraron los siguientes datos ambientales:

- Localidad (ubicación de GPS marca Garmin, modelo GPS map 765 en modo Datum WGS 84) y fecha.
- Temperatura continua del agua por medio de dos termógrafos marca Onset modelo Tidbit temp logger, con precisión de 0.01 °C. Se ubicaron a 5 y 15 metros en la localidad Iguana, registrando lecturas cada hora desde agosto de 2003 hasta febrero de 2004 (Figura 10).
- Intervalo de profundidades muestreadas (medidos por medio de una computadora de buceo Aladin-Smart, Uwatec, con precisión de ± un pie o 30.48 centímetros).

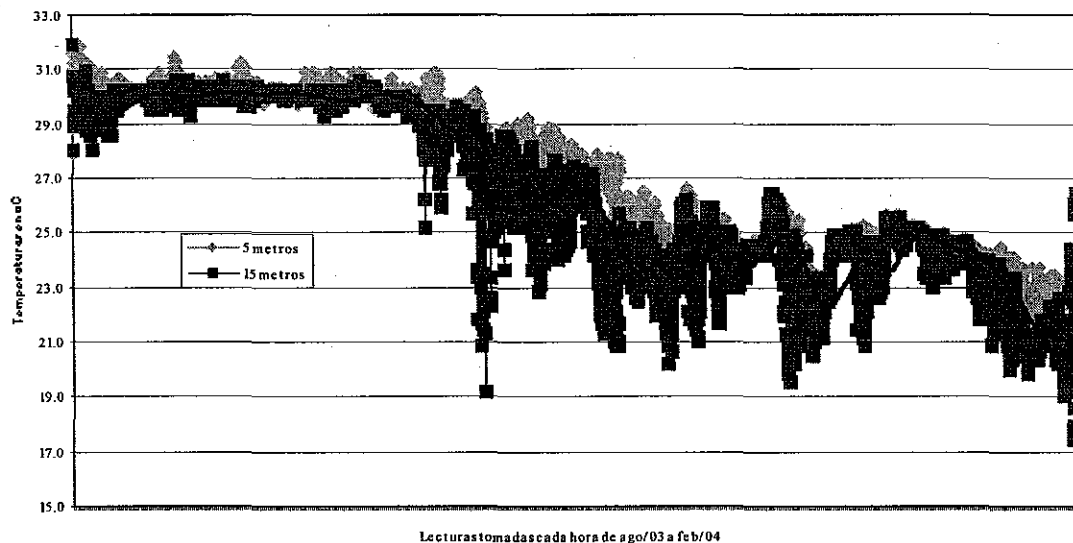


Figura 10. Temperaturas continuas medidas con termógrafos a 5 y 15 metros de profundidad en la localidad Iguana.

- Porcentaje del tiempo de la búsqueda se hizo bajo piedras o sobre piedras (se midió con el contador de tiempo de la computadora de buceo Aladin-Smart, Uwatec).
- Tiempo de duración del muestreo (se utilizó el contador de tiempo de la computadora de buceo Aladin-Smart, Uwatec).
- Temperatura superficial del agua, temperatura mínima, profundidad de la termoclina (medidas por medio de una computadora de buceo Aladin-Smart, Uwatec, con precisión de  $\pm$  un grado Fahrenheit,  $0.55^{\circ}\text{C}$ ).
- Visibilidad, medida verticalmente en metros (por medio de una computadora Aladin-Smart, Uwatec, con precisión de  $\pm$  un pie o 30.48 centímetros).
- Oleaje, en una escala subjetiva de uno a ocho, siendo ocho el valor de mayor oleaje.
- Acumulado mensual en centímetros de precipitación pluvial (medida con un pluviómetro marca Springfield Instruments, modelo 91505 Wireless Rain Gauge con precisión de  $\pm$  5% ubicado en Conchas Chinas).

Sobre cada individuo de opistobranquio que se observó se registraron los siguientes datos en un cuaderno sumergible:

- Identificación de la especie.
- Talla medida con una regla con divisiones de 1 mm.
- Tipo de sustrato.
- Profundidad (medida por medio de una computadora de buceo Aladin-Smart, Uwatec, con precisión de  $\pm$  un pie o 30.48 centímetros).
- Presencia de oviposiciones.
- Ilustración: fotografías in situ o de laboratorio de cada una de las especies.

### **Análisis de datos**

Los datos colectados en campo se capturaron en hojas de cálculo de Excel. La unidad de estandarización de los buceos se hizo por tiempo, siguiendo la metodología de trabajos anteriores como Nybakken (1978), Bertsch (1993) y Angulo-Campillo (2003, 2005). Para cada mes de trabajo se utilizó un archivo en el que las hojas interiores representan los sitios muestreados, estas hojas contienen seis columnas: especie, profundidad, talla, observaciones de sustrato, presencia de oviposiciones y relaciones inter e intra- específicas. Al terminar el mes, la información anterior se capturó en un archivo que concentra las abundancias de las especies para cada estación (localidad-mes).

En una hoja adicional se capturaron los factores ambientales evaluados dependientes a cada estación (sitio-mes). Aquí se tienen dos tipos de factores: aquellos que permanecen constantes para cada sitio sin importar la temporada y los que van cambiando con el tiempo.

#### **Factores constantes en el tiempo (Tabla I):**

Intervalo de profundidades muestreadas: Se calificaron los sitios según la profundidad muestreada (1 para los sitios que se muestrearon hasta 10 metros, 2 para los que se muestrearon hasta 25 metros).

Porcentaje de búsqueda que se hizo bajo piedras: Se tomó el tiempo de cada muestreo que se utilizó para buscar especies bajo rocas y sobre rocas, posteriormente se promedió este porcentaje y se calificó cada sitio. Este factor tiene gran importancia ya que en términos de la fisiografía del sustrato las especies se dividen en dos: las que se encuentran bajo piedras y las que se encuentran sobre piedras o paredes. Esto no significa que las especies que viven bajo piedras no habiten los sitios con pocas (o prácticamente ninguna) piedras que se pueden voltear, sino que probablemente encuentren su protección en grietas, haciendo imposible que el investigador las observe. Este factor no se ha tomado en cuenta en estudios anteriores para comparar localidades, por esta razón se decidió medir para determinar si se podría separar como un factor explicativo.

Tabla I. Factores ambientales que no cambian en el tiempo para cada sitio de muestreo.

	Profundidad	% piedras	Influencia de escurrientías
Amarradero	1	58	1
Arcos	2	44	1
Torres	2	15	3
Escondido	1	33	3
Iglesias	1	35	4
Iguana	2	47	4
Lindomar	1	47	3
Majahuitas	2	41	2
Pared	2	0	1
Viuda	1	11	4

**Factores ambientales que cambian en el tiempo:**

Temperatura superficial del agua, temperatura mínima y profundidad de la termoclina: se registraron durante los buceos al principio de la inmersión; nuevamente al cruzar la termoclina y la profundidad a la que se observó esta.

Visibilidad: La visibilidad de cada sitio se midió al inicio de cada inmersión, como la profundidad a la cual se dejaban de ver los reflejos del oleaje en la superficie. Se registró como una medida en pies y se convirtió a metros.

Oleaje: Para evaluar la influencia del oleaje se asignó una escala subjetiva del uno al ocho dependiendo de las condiciones durante el día de muestreo. Esta escala refleja que hay sitios que presentan variaciones en su oleaje mayores que otros sitios, independientemente de las variaciones estacionales. Los sitios con mayor oleaje y variación son Iglesias y Escondido.

Precipitación pluvial e influencia de escurrentías: Algunos de los sitios prácticamente no reciben directamente arroyos o escurrentías (como Amarradero, Arcos y Pared); otros si (Iguana, Lindomar, Viuda). Se calificó a los sitios del uno al cuatro según esta influencia y ese valor se multiplicó por la precipitación pluvial promedio de ese mes de muestreo en centímetros.

Temperatura continua: Por medio de los termógrafos, durante ocho meses (Figura 10).

El método que se siguió para analizar los datos se tratará a detalle en la parte de Resultados, en cada apartado correspondiente de los Capítulos 1, 2, 3 y en los artículos publicados que se anexan.



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## CAPITULO 1

### Composición específica de los opistobranquios de la Bahía de Banderas

#### Contenido del Capítulo:

- Síntesis del estado actual del conocimiento
- Curva de especies acumuladas
- Listado taxonómico de las especies encontradas
- Publicaciones que han resultado del presente trabajo
- Fichas técnicas de las especies de Bahía de Banderas:
  - Fotografía
  - Sinonimias y recientes cambios en nomenclatura
  - Descripción de la morfología externa
  - Fórmula radular y características de la rádula
  - Historia natural
  - Talla
  - Distribución geográfica
  - Etimología

## Síntesis del estado actual del conocimiento

En 2003, después de solamente seis meses de muestreo del presente trabajo, se publicó la extensión de rango de 20 especies encontradas en Bahía de Banderas (Hermosillo-González, 2003). Al concluir el trabajo (tres años después), se han encontrado más de 30 especies no descritas y 46 nuevos registros.

Algunas de las especies que se encuentran en Bahía de Banderas se han descrito recientemente: Fahey y Gosliner, 2003 (*Hoplodoris bramale*); Angulo-Campillo y Valdés, 2003 (*Cuthona lizae*); Ortea, Caballer y Espinosa, 2003 (*Hermosita hakunamatata*); Gosliner y Bertsch, 2004, (*Okenia angelica*, *Okenia cochimi* y *Okenia mexicorum*); Dayrat, 2005 (*Discodoris aliciae*); Hermosillo y Valdés, 2005 (*Peltodoris lopezi* y *Trapania goddardi*); Hermosillo y Valdés (en prensa) (*Cuthona* sp. 1, *Cerberilla* sp. 1 y *Eubranchus* sp. 1). Más especies están siendo estudiadas y en proceso de ser descritas: *Tritonia* sp. 1, *Facelina* sp. 2, *Flabellina* sp. 1, *Marionia* sp. 1 y *Janolus* sp. 1.

De la misma forma, existen trabajos recientes que tratan de redescriptiones y revisiones taxonómicas sobre la validez de familias, géneros y especies. Como ejemplos están Valdés, 2003, 2004; Fahey y Gosliner, 2004; Gosliner, 2004; Valdés y Bouchet, 2005; Pola et al., 2006.

Como resultado de trabajos recientes de otros investigadores se ha avanzado en el conocimiento sobre los opisthobranchios del Pacífico este tropical. Angulo-Campillo, 2002 (nuevos registros en la zona de La Paz, Baja California); Behrens 2004 (actualización y sinonimias de especies incluidas en Behrens, 1991); Camacho-García et al., 2005 una guía con las especies desde Costa Rica hasta Ecuador, incluyendo las Islas Galápagos ilustrando fotográficamente cada especie.

Tras el conocimiento y difusión del trabajo llevado a cabo en Bahía de Banderas y los resultados obtenidos, se presentaron oportunidades para participar en diversos proyectos, los cuales han resultado en publicaciones que contribuyen con la información aquí

presentada: en Parque Nacional de Coiba, Panamá (Hermosillo, 2004; Hermosillo y Camacho-García, 2006); en los estados de Colima, Michoacán y Guerrero (Hermosillo y Behrens, 2005); Isla Isabel, Nayarit (Proyecto CONABIO) y las Islas oceánicas de Guadalupe, Cedros, Rocas Alijos y Revillagigedo, cuyos resultados no se han publicado.

### Curva de especies acumuladas

Se condujeron muestreos en las 10 localidades seleccionadas, desde el mes de abril de 2002 al mes de abril de 2005. En total, se realizaron más de 750 horas de observaciones bajo el agua, contabilizando un poco más de 23,600 individuos pertenecientes a 140 especies con la siguiente composición: Cephalaspidea (4), Notaspidea (6), Sacoglossa (14), Anaspidea (9) y 107 Nudibranchia (35 Aeolidina, 51 Doridina, 19 Dendronotina y 2 Arminina).

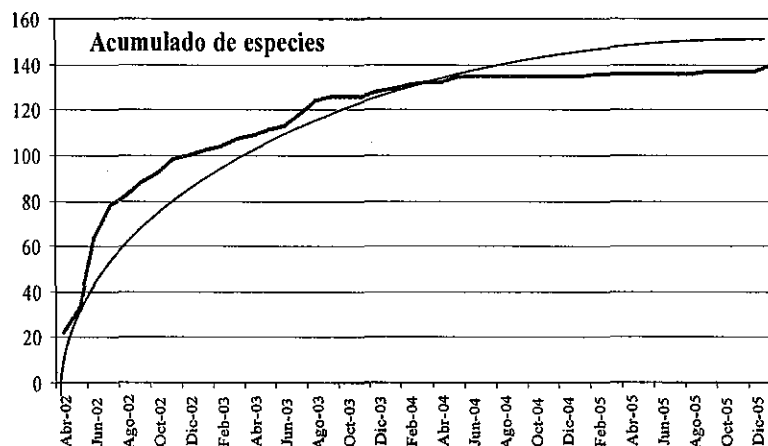


Figura 11. Curva de especies acumuladas a lo largo del tiempo.

Con el objetivo de determinar el número esperado de especies a encontrar en Bahía de Banderas se graficó la curva de número de especies acumuladas a lo largo del trabajo de campo (Figura 11). Esta curva muestra que el número de especies encontradas hasta ahora (140) se acerca a su asintota de aproximadamente 150, por lo que se han encontrado más del 90% de las especies que se esperaba encontrar, lo cual es un conocimiento altamente satisfactorio de la composición específica.

Se pueden comparar los números de especies y de individuos contabilizados durante el periodo de estudio con los números registrados por otros autores en zonas cuyos hábitats y composiciones específicas son comparativas con Bahía de Banderas. Durante la presentación de resultados y discusión se hará referencia a información generada de muestreos conducidos a largo plazo por dos investigadores, Bertsch (1995, 2002) en Bahía de los Ángeles y Angulo-Campillo (2003) en la zona de La Paz, Baja California. Estos estudios corresponden a la subprovincia biogeográfica del Golfo de California, tienen algunas especies comunes con las de Bahía de Banderas y la metodología seguida es la misma que en el presente estudio por lo que las comparaciones entre ellos aportan conclusiones valiosas.

Bertsch (2002) reporta 6,095 especímenes pertenecientes a 81 especies durante cuatro muestreos anuales a lo largo de 10 años; Angulo-Campillo (2003) 1,462 pertenecientes a 72 especies en un periodo de muestreos mensuales a lo largo de un año. Estos números son considerablemente más bajos que los reportados en el presente estudio. En términos generales, se espera que mientras mayor sea el esfuerzo de muestreo, mayor será el número registrado de individuos y especies. Adicionalmente, la forma sistematizada con que se condujo el trabajo de campo (mensualmente para cubrir variaciones, presencias y ausencias debidas a cambios estacionales), el número de horas pasadas bajo el agua y la cantidad de localidades visitadas durante el presente estudio permitió tener una mejor representatividad de las especies y abundancias suficientes para llevar a cabo observaciones ecológicas sobre la comunidad y sobre las especies más importantes.

El carácter de zona de transición Bahía de Banderas contribuye igualmente con la riqueza de especies registradas. El área de estudio tiene 115 kilómetros de costa, y en ella se registraron el 60% (140 especies) de las 234 especies conocidas (Hermosillo et al., 2006) para la costa del Pacífico mexicano y el Golfo de California (más de 8,000 kilómetros de litoral).

**CLASE GASTROPODA**

**SUBCLASE OPISTHOBRANCHIA**

**ORDEN CEPHALASPIDEA**

**FAMILIA BULLIDAE**

*B. punctulata* A. Adams en Sowerby, 1850

**FAMILIA HAMINOEIDAE**

*Haminoea ovalis* Pease, 1868

**FAMILIA AGLAJIDAE**

*Navanax aenigmaticus* (Bergh, 1893)

*N. inermis* (Cooper, 1863)

**ORDEN ANASPIDEA**

**FAMILIA APLYSIIDAE**

*Aplysia californica* Cooper, 1865

*A. cedrosensis* Bartsch y Rehder, 1939

*A. juliana* Quoy y Gaimard, 1832

*A. parvula* Winkler, 1955

*Notarchus indicus* Scheigger, 1820

*Dolabella auricularia* (Lightpie, 1786)

*Dolabrifera dolabrifera* (Rang, 1828)

*Phyllaplysia padinae* Williams y Gosliner, 1973

*Stylocheilus striatus* (Quoy y Gaimard, 1824)

**ORDEN NOTASPIDEA**

**FAMILIA TYLODINIDAE**

*Tyrodina fungina* Gabb, 1865

*Umbraculum umbraculum* (Lightfoot, 1786)

**FAMILIA PLEUROBRANCHIDAE**

*Berthella stellata* (Risso, 1862)

*Berthellina ilisima* (Marcus y Marcus, 1967)

*Berthellina* sp. 1

*Pleurobranchus aerolatus* (Mörch, 1863)

**ORDEN SACOGLOSSA**

**FAMILIA OXYNOIDAE**

*Lobiger souverbii* Fischer, 1857

*Oxynoe panamensis* Pilsbry y Olsson, 1943

**FAMILIA JULIIDAE**

*Berthellina chloris* (Dall, 1918)

**FAMILIA PLACOBANCHIDAE**

*Elysia diomedea* (Bergh, 1894)

*E. hedgpethi* Marcus, 1961

*Elysia* sp. 1

*Elysia* sp. 2

*Elysiella pusilla* Bergh, 1872

**FAMILIA CALIPHYLLIDAE**

*Polybranchia viridis* (Deshayes, 1857)

**FAMILIA LIMAPONTIIDAE**

*Placida cremoniana* (Trinchese, 1892)

*P. dendritica* (Alder y Hancock, 1843)

*Costasiella* sp. 1

**FAMILIA HERMAEIDAE**

*Aplysiopsis enteromorphae* (Cockerell y Eliot, 1905)

*Aplysiopsis* sp. 1

**ORDEN NUDIBRANCHIA**

**SUBORDER DORIDINA**

**FAMILIA CORAMBIDAE**

*Corambe pacifica* MacFarland y O'Donoghue, 1929

**FAMILIA GONIODORIDIDAE**

*Okenia academica* Camacho-García y Gosliner, 2004

*Okenia angelica* Gosliner y Bertsch, 2004

*Okenia cochimi* Gosliner y Bertsch, 2004

*Okenia mexicorum* Gosliner y Bertsch, 2004

*Trapania goddardi* Hermosillo y Valdés, 2004

*T. goslineri* Millen y Bertsch, 2000

**FAMILIA AEGIRETIDAE**

*Aegires sublaevis* Odhner, 1932

**FAMILIA POLYCERIDAE**

*Limacia janssi* (Bertsch y Ferreira, 1974)

*Polycera alabe* Collier y Farmer, 1964

*Polycer gnupa* (Marcus y Marcus, 1967)

*Polycera* sp. 1

*Polycerella glandulosa* Behrens y Gosliner, 1988

*Roboastra tigris* Farmer, 1978

*Tambja abdere* Farmer, 1978

*Tambja eliora* (Marcus y Marcus, 1967)

**FAMILIA DORIDIDAE**

*Aldisa sanguinea* (Cooper, 1863)

*Atagema* sp. 1

*Diaulula aurila* (Marcus y Marcus, 1967)

*Diaulula greeleyi* (MacFarland, 1909)

*Discodoris aliciae* Dayrat, 2005

*Discodoris ketos* (Marcus y Marcus, 1967)

*Doris granulosa* (Pease, 1860)

*Doris immonda* (Risbec, 1928)

*Doris tanya* (Marcus, 1971)

*Hoplodoris bramale* Fahey y Gosliner, 2003

*Jorunna* sp. 1

*Paradoris lopezi* Hermosillo y Valdés, 2004

*Rostanga pulchra* MacFarland, 1905

*Taringa aivica* Marcus y Marcus, 1962

*Taringa* sp. 1

*Thordisa* sp. 1

**FAMILIA CONUALEVIDAE**

*Conualevia alba* Collier y Farmer, 1964

**FAMILIA CHROMODORIDIDAE**

*Cadlina luarna* (Marcus y Marcus, 1967)

*Cadlina sparsa* (Ohdner, 1921)

*Cadlina* sp. 1

*Chromodoris marislae* Bertsch, 1973

*Chromodoris norrisi* Farmer, 1963

*Chromodoris sphoni* (Marcus, 1971)

*Glossodoris baumanni* Bertsch, 1970

*Glossodoris dalli* (Bergh, 1879)

*Glossodoris sedna* (Marcus y Marcus, 1967)

*Hypselodoris agassizii* (Bergh, 1894)

*Mexichromis antonii* (Bertsch, 1976)

*Mexichromis tura* (Marcus y Marcus, 1967)

*Tyrinna evelinae* (Marcus, 1958)

**FAMILIA DENDRODORIDIDAE**

*Dendrodoris fumata* Rüppell y Leuckart, 1831

*Dendrodoris nigromaculata* Cockerell en Cockerell y

*Doriopsilla albopunctata* (Cooper, 1863)

*Doriopsilla janaina* Marcus y Marcus 1967

**SUBORDEN DENDRONOTINA**

**FAMILIA TRITONIIDAE**

*Marionia* sp. 1

*Tritonia pickensi* Marcus y Marcus, 1967

*Tritonia* sp. 1

*Tritonia* sp. 2

**FAMILIA BORNELLIDAE**

*Bornella sarape* Bertsch, 1980

**FAMILIA HANCOCKIIDAE**

*Hancockia californica* MacFarland, 1923

*Hancockia* sp. 1

**FAMILIA DOTOIDAE**

*Doto amyra* Marcus, 1961

*Doto lancei* Marcus y Marcus, 1967

*Doto* sp. 1

*Doto* sp. 2

*Doto* sp. 3

*Doto* sp. 4

**FAMILIA SCYLLAEIDAE**

*Crosslandia daedali* Poorman y Mulliner, 1981

*Notobryon wardi* Ohdner, 1936

**FAMILIA LOMANOTIDAE**

*Lomanotus vermiformis* Eliot, 1908

*Lomanotus* sp. 1

*Lomanotus* sp. 2

*Lomanotus* sp. 3

**SUBORDER ARMININA**

**FAMILIA ZEPHYRINIDAE**

*Janolus barbarendis* (Cooper, 1863)

*Janolus* sp. 1

**FAMILIA FLABELLINIDAE**

*Flabellina bertschi* Gosliner y Kuzirian, 1990

*Flabellina cynara* Marcus y Marcus, 1967

*Flabellina marcusorum* Gosliner y Kuzirian, 1990

*Flabellina telja* Marcus y Marcus, 1967

*Flabellina vansyoci* Gosliner, 1994

*Flabellina* sp.1

**FAMILIA EUBRANCHIDAE**

*Eubbranchus cucullus* Behrens, 1985

*Eubbranchus madapanamensis* (Rao, 1969)

*Eubbranchus* sp. 1

*Eubbranchus* sp. 2

*Eubbranchus* sp. 3

**FAMILIA AEOLIDIIDAE**

*Aeolidiella alba* (Risbec, 1928)

*Aeolidiella chromosoma* (Cockerell y Eliot, 1905)

*Anteaeolidiella indica* (Bergh, 1888)

*Berghia major* (Eliot, 1903)

*Cerberilla* sp. 1

*Limenandra nodosa* Haefel. nger y Stamm, 1985

*Spurilla neapolitana* (Delle Chiaje, 1823)

**FAMILIA FACELINIDAE**

*Anetarca armata* Gosliner, 1991

*Bajaeolis bertschi* Gosliner y Behrens, 1986

*Dondice* sp. 1

*Austraeolis stearnsi* (Cockerell, 1901)

*Facelina* sp. 1

*Facelina* sp. 2

*Favorinus elenalexiae* García y Troncoso, 2001

*Favorinus* sp. 1

*Glaucus atlanticus* Förester, 1777

*Hermosita hakunamatata* (Ortea, Caballer y Espilosa, 2003)

*Noumeaella rubrofasciata* Gosliner, 1991

*Phidiana lascrucensis* Bertsch y Ferreira, 1974

**FAMILIA EMBLETONIIDAE**

*Embletonia gracilis* Risbec, 1928

**FAMILIA TERGIPEDIDAE**

*Cuthona lizae* Angulo y Valdés, 2003

*Cuthona* sp. 1

*Cuthona* sp. 2

*Cuthona* sp. 3

*Cuthona* sp. 4

*Phestilla lugubris* (Bergh, 1870)



## **Publicaciones que han resultado del presente trabajo**

### Sobre la zona de estudio

#### **Hermosillo-González A.**

2003. New Distributional records of Opisthobranch mollusks for Bahía de Banderas, México (Tropical Eastern Pacific). *The Festivus* 35(3):21-28.

(Anexo 1)

#### **Hermosillo A. y A. Valdés**

2005. Two new Dorids (Mollusca: Opisthobranchia) of Bahía de Banderas and La Paz, México. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55(28): 550-560.

(Anexo 2)

#### **Hermosillo, Alicia y Angel Valdés**

In press. Five new species of aeolid nudibranchs from the tropical eastern Pacific. *American Malacological Bulletin*.

### Otras publicaciones

#### **Hermosillo, A.**

2004. Opisthobranch Mollusks of Parque Nacional de Coiba, Panamá (Tropical Eastern Pacific). *The Festivus* 36(9): 105-117.

#### **Hermosillo A. y D. Behrens**

2005. The Opisthobranch fauna of Mexican States of Colima, Michoacán and Guerrero: Filling in the Faunal Gap. *Vita Malacologica* 3: 11-22.

#### **Hermosillo, A. y Y. E. Camacho-García**

2006. A note on the opisthobranchs of Parque nacional de Coiba, Panama (tropical eastern Pacific). *The Festivus* 38(9): 95-98.

## **Fichas técnicas de las especies de Bahía de Banderas**

Para cada una de las especies observadas se elaboraron fichas con la siguiente información:

Fotografía, sinonimias y recientes cambios en nomenclatura, descripción de la morfología externa, fórmula radular y características de la rádula, historia natural, talla, distribución geográfica, etimología.

El trabajo de elaboración de las fichas técnicas con las fotografías y la información mencionada, formaron parte integral de la publicación de dos libros: Behrens y Hermosillo, 2005, libro en inglés con 314 especies desde Alaska hasta América Central y Hermosillo et al., 2006 con 234 las especies del Pacífico mexicano, desde Tijuana hasta la frontera con Guatemala incluyendo el Golfo de California con sus islas e islotes y las Islas Oceánicas de Revillagigedo, Cedros, Guadalupe y las Rocas Alijos.

### **Behrens, D. W. y Alicia Hermosillo**

2005. Eastern Pacific Nudibranchs: A guide to the Opisthobranchs from Alaska to Central America. Sea Challengers, California. 137 p.

### **Hermosillo, A.; D. W. Behrens; E. Ríos-Jara**

2006. Opisthobranchios de México. Guía de babosas marinas del Pacífico, Golfo de California y las islas oceánicas. Dirección de Artes Escénicas y Literatura, Universidad de Guadalajara. Publicación de CONABIO. 144 p.

## **CAPITULO 2**

### **Ecología de la comunidad de los opistobranquios de Bahía de Banderas**

#### **Contenido del Capítulo:**

- Análisis biogeográfico de las especies de Bahía de Banderas
- Distribución en la zona de estudio
- Agrupamientos y clasificación
- Índices de diversidad y riqueza

#### **Análisis biogeográfico de las especies de Bahía de Banderas**

La distribución de entidades ecológicas o taxonómicas en el espacio geográfico es fundamental, porque en ella se sintetizan las poblaciones, especies y grupos naturales en los cuales se puede reconocer el efecto de las fuerzas que han influido en los seres vivos y los han moldeado (Llorente-Bousquets y Morrone, 2001). En este sentido, Bahía Banderas es de especial interés debido a que se encuentra en una zona de transición entre la Provincia Biogeográfica Panámica (compuesta por las Subprovincias del Golfo de California y Mexicana) y la Provincia Biogeográfica Californiana (Brown y Lomolino, 1998).

Para conocer las afinidades de la fauna de opistobranquios de Bahía de Banderas, se clasificaron las especies en diferentes regiones de acuerdo a su distribución geográfica conocida, según los límites propuestos por Emerson (1978), Bertsch (1993) y Behrens y Hermosillo (2005). Cada una de estas regiones presenta características oceanográficas diferentes debido a la influencia de las corrientes oceánicas. Entre estas características destacan la temperatura del agua que es el principal factor que determina la distribución geográfica y la abundancia de los organismos marinos (Todd y Doyle, 1981), por lo que se consideró como el principal criterio en esta clasificación.

A continuación se definen estas regiones:

**Fría**, desde Alaska hasta Punta Concepción, California; con temperaturas bajas (entre 8 y 12°C), más o menos constantes a lo largo del año. La fauna se caracteriza por grandes colonias de esponjas, octocorales, grandes anémonas, hidroideos, tunicados y briozoos; importantes coberturas de macro algas en fondos de bosques de kelp gigante *Macrocystis pyrifera*, algas rojas y verdes. Esta región corresponde a la Provincia Biogeográfica Oregoniana (Keen, 1971).

**Templada**, desde Punta Concepción, California hasta Punta Eugenia, Baja California; con temperaturas en el rango de (14 y 20°C) la temperatura del agua aumenta moderadamente por la influencia de las corrientes cálidas del sur. Bosques de kelp gigante *Macrocystis pyrifera* y otras macro algas como kelp palma, pastos (*Zoostera*, *Polysiphonia*, *Bryopsis*), esponjas, hidroideos, briozoos que crecen en los bosques. Esta región corresponde a la Provincia Biogeográfica Californiana (Keen, 1971).

**Tropical** desde Bahía Magdalena hasta Ecuador incluyendo el Golfo de California, con aguas que la mitad del año son cálidas, con temperaturas de más de 30°C en verano y hasta 15°C en primavera. Esta zona puede presentar comunidades coralinas y arrecifes de corales pétreos de los géneros *Porites*, *Pocillopora*, *Pavona* y *Psamocora* por mencionar algunas. Se observan algas verdes (*Caulerpa*, *Halimeda*, *Codium*) y crecimiento estacional de algas cafés como *Padina* y *Sargassum*. Esta región corresponde a la Provincia Biogeográfica Panámica (Keen, 1971).

El límite de la distribución conocida de cualquier especie puede ser subjetivo, ya que muchas veces corresponde a la distribución hasta dónde han llegado los investigadores y no siempre indica las barreras fisiográficas y biológicas inherentes a la especie. Por esto es necesario considerar qué tipo de barrera refleja una distribución, utilizando información sobre las variables ambientales, fisiográficas y biológicas del hábitat antes de llegar a conclusiones.

En el Apéndice 3 se presenta el listado de las especies de Bahía de Banderas con su distribución geográfica conocida (límites norte y sur) y la clasificación de esta distribución

(fría, templada, tropical y banderas). Por ejemplo, *Bulla punctulata* se conoce desde Bahía Magdalena, Baja California Sur hasta Perú, por lo que se considera templada-tropical. Un grupo separa a las especies que solamente han sido reportadas en Bahía de Banderas, la letra “s” entre paréntesis indica aquellas para las cuales Bahía de Banderas es el extremo sur conocido de la distribución, una “n” para las que es el extremo norte.

Bertsch (1973) reportó que la fauna de opistobranquios de la provincia Panámica comparte gran número de especies comunes con la provincia templada o de California, entonces, el conocimiento de la distribución de las especies de opistobranquios al sur de la frontera entre México y Estados Unidos era prácticamente inexistente. Aunque los siguientes 30 años de trabajos en el Pacífico mexicano han permitido conocer la distribución de gran número de especies, falta mucho trabajo por realizarse. Cada vez más se reportan especies en el Pacífico este que se encontraron originalmente en el Indopacífico, por ejemplo *Phestilla lugubris*, *Notarchus indicus*, *Umbraculum umbraculum* o *Elysiella pusilla* por mencionar algunas. De la misma forma, especies que se conocían para el Pacífico este tropical se han encontrado en el Caribe (*Glossodoris sedna*, *Pleurobranchus aerolatus*, *Lomanotus vermiformis* o *Lobiger souverbii*) Valdés et al., 2006. Especies que se conocían para la provincia Oregoniana o de California se han encontrado primero en el Pacífico mexicano, Costa Rica (Camacho-García et al., 2006), Panamá (Hermosillo, 2004; Hermosillo y Camacho-García, 2006) y más recientemente en Perú (Nakamura, 2006).

En la Figura 12 se aprecia que la afinidad de la fauna de opistobranquios de Bahía de Banderas es predominantemente tropical: el 66% de las especies (93) tienen esta distribución, con 16 especies circuntropicales, nueve frías y 25 templadas. Esto refleja una combinación de especies que se esperaría encontrar en una zona de transición como lo es Bahía de Banderas. Sin embargo, lo más notable de la distribución de las especies no es la combinación de tropicales, templadas y frías; sino que para 17 de ellas, Bahía de Banderas es el extremo norte conocido y en otras 16 especies, esta misma bahía representa el extremo sur de sus distribución. Además, 12 especies son exclusivas de Bahía Banderas, es decir, solamente se han reportado ahí, con lo que destaca la importancia del área de estudio. Sin embargo, esto podía indicar más el alcance de los estudios que verdaderas barreras. Este

listado es evidencia de la intensidad del trabajo aquí realizado. Es probable que los extremos norte y sur se ampliarán al conducirse nuevos estudios en otras regiones de México, Centroamérica y América del sur; lo cual servirá para conocer mejor los factores ambientales que determinan su presencia o ausencia en las provincias biogeográficas.

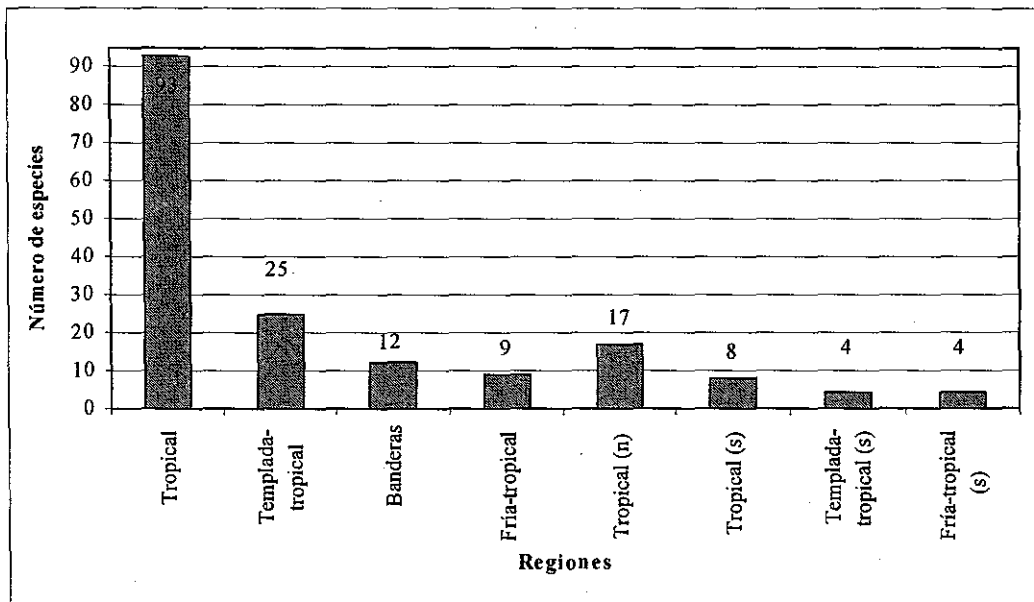


Figura 12. Distribución biogeográfica de las especies de Bahía de Banderas.

### Distribución en la zona de estudio

El análisis de la distribución de las especies se basa en 37 muestreos mensuales llevados a cabo en 10 localidades de Bahía Banderas, desde abril 2002 hasta abril 2005. Algunas localidades no pudieron visitarse todos los meses, por lo que se realizaron solamente 30 visitas en Iglesias, 32 en Escondido y Lindomar y 36 en Torres y Viuda, con un total de 356 muestreos durante el estudio. Para cada estación de muestreo (localidad-mes) se registraron los siguientes datos ambientales: profundidad, porcentaje del tiempo de búsqueda usado para los opistobranquios que se encuentran bajo o sobre piedras, tiempo total del muestreo, temperatura superficial del agua, temperatura mínima registrada, profundidad de la termoclina, visibilidad, intensidad del oleaje y precipitación pluvial mensual.

Durante cada muestreo se buscaron opistobranquios a lo largo de un mismo recorrido definido para cada sitio. La medida de densidad de organismos se estandarizó de acuerdo al esfuerzo de muestreo (ind./hora de buceo). Esta es la metodología utilizada por otros investigadores: Nybbakken (1978), Bertsch (1993, 2002), Angulo-Campillo (2003, 2005). Al encontrar cada opistobranquio, se registró la especie, la talla, profundidad, sustrato y presencia cercana de oviposiciones. La Tabla II contiene una síntesis del trabajo de campo realizado, en términos del esfuerzo muestreo y el desempeño por cada localidad.

En total se contabilizaron 23,609 especímenes en un total de 745 horas bajo el agua. La duración de cada muestreo fue variable para cada sitio, con un promedio de  $2.07 \pm 0.6$  horas. El valor promedio mínimo fue de 87 minutos (Escondido) y máximo de 194 minutos (Arcos). El número de opistobranquios registrados promedio por localidad fue de  $32.9 \pm 7.5$  ind./hora y Arcos fue el sitio con un mayor número de individuos observados con 4,736 a lo largo de tres años y fue también el sitio con un mayor número de horas acumuladas bajo el agua (123). Iglesias y Escondido fueron las localidades menos visitadas con 46.8 y 46.4 horas respectivamente.

Tabla II. Sitios de muestreo, abundancias totales observadas, esfuerzo total de muestreo medido en horas, número de visitas realizadas, promedio de ind./hora registrados.

Sitios	Total de individuos observados	Horas totales de muestro	Número de visitas	Promedio de horas por visita	Promedio de ind./hora registrado
Amarradero	1690	69.7	38	$1.8 \pm 1$	$24.2 \pm 10.8$
Arcos	4736	123	38	$3.2 \pm 2.1$	$38.5 \pm 27.4$
Escondido	1867	46.4	32	$1.5 \pm 0.5$	$40.2 \pm 18.4$
Iglesias	1525	46.8	30	$1.6 \pm 0.5$	$32.6 \pm 12.6$
Iguana	2717	98.4	38	$2.6 \pm 1.4$	$27.6 \pm 13.7$
Lindomar	2796	95.8	32	$2.8 \pm 1.9$	$27.5 \pm 12$
Majahuitas	2169	81.5	38	$2.1 \pm 1.2$	$26.7 \pm 10.8$
Pared	1794	59.2	38	$1.6 \pm 0.6$	$30.6 \pm 16.8$
Torres	1887	57.7	36	$1.6 \pm 0.6$	$32.9 \pm 12.6$
Viuda	2428	66.7	36	$1.9 \pm 1$	$48.5 \pm 14.4$
	<b>23609</b>	<b>745.2</b>	<b>356</b>	<b><math>2.07 \pm 0.6</math></b>	<b><math>32.9 \pm 7.5</math></b>

Las diferencias en los tiempos de muestreo se deben a diferencias en las características de cada localidad, principalmente la profundidad, intensidad de las corrientes y oleaje, visibilidad, fisiografía del fondo, la variedad de tipos de sustratos e incluso disponibilidad de tiempo de embarcación. También fue importante el número de opistobranquios encontrados en cada evento de muestreo, ya que el tiempo empleado en el registro de los individuos depende de su abundancia y diversidad. Nybakken (1978) determinó que el sesgo mayor en su muestreo temporal de opistobranquios se debía a la diferencia entre el desempeño de múltiples investigadores. El presente estudio es llevado a cabo solamente por un investigador eliminando esta mayor fuente de error. Existe un error inducido por la diferencia en el desempeño de un mismo investigador dada la presencia de fuentes de estrés que varían entre los muestreos, como por ejemplo la visibilidad, presencia de corrientes o fuerte oleaje e incluso la temperatura del agua. Este error no se ha considerado en el presente o anteriores estudios debido a que es pequeño y muy difícil de cuantificar.

En la Tabla II se presentan las abundancias promedio para las diferentes localidades. La mayor abundancia de individuos se registro en la localidad de Viuda (48.5 ind./h.), en donde son muy altos los números de especies que se alimentan de hidroideos, como los eólidos (especies principalmente de *Flabellina* y *Cuthona*), dendronótidos (especies de *Tritonia*, *Lomanotus* y *Doto*) que se presentan en grandes abundancias. También se han contabilizado poblaciones importantes del dórido *Hypselodoris agassizii*, *Doris granulosa* y *Polycera alabe*. La segunda abundancia se registró en Escondido, esta localidad tiene una distribución de especies similar a la de Viuda, pero además tiene importante cobertura de algas verdes como *Caulerpa* spp. y *Halimeda* spp. por lo que se presentan en abundancia especies de sacoglossos como *Oxynoe panemensis*, *Lobiger souverbii*, *Elysia diomedea* y *Elysiella pusilla*.

La menor abundancia se registró en Amarradero (24.2 ind./hora), esto se debe a que la mayor parte de la búsqueda en esta localidad se lleva a cabo sobre paredes. La zona en donde se encuentran rocas que se pueden voltear no tiene importante cobertura de animales sésiles ni algas verdes. Las abundancias de Iguana son relativamente bajas ( $27.6 \pm 13.7$ ) aunque su riqueza de especies es importante, esto se debe a que durante los meses de lluvia,



se forman depósitos de sedimento que reducen considerablemente el hábitat adecuado y el alimento disponible para los opistobranquios, haciendo que las abundancias bajen considerablemente en la temporada WH.

En términos de la lista de especies y abundancias, solamente se registró un individuo para 15 especies; para 40 especies se registraron 100 veces o más (Apendice 4). Ocho especies constituyen el 49.8% de las abundancias y 48 especies constituyen el 94%. Esto indica que 92 especies de la composición se encontraron esporádicamente. Una característica de las comunidades biológicas es que contienen comparativamente pocas especies que son comunes y muchas especies que son raras (Odum, 1963).

Bertsch (2002) encontró que nueve especies (de un total de 82) constituyeron el 82% de sus observaciones para Bahía de los Ángeles y Angulo-Campillo (2003) nueve especies de 72 acumularon el 67.5% de las observaciones en la zona de La Paz, California Sur. Para Bahía de Bandéras, ocho especies son el 49.8% de las observaciones. Este valor más bajo que el observado por Bertsch (2002) y Angulo-Campillo (2003) indica mayor homogeneidad de especies en Bahía de Banderas, también puede indicar que el porcentaje de especies encontradas contra especies esperadas fue mayor para Bahía de Banderas.

Una especie aparece entre las 10 más abundantes de estos tres estudios: *Berthellina ilisima* un notaspídeo de color anaranjado brillante y de gran tamaño, que presenta abundancias importantes en otros lugares como Isla Isabel, Costa Rica y Panamá (obs. pers.).

Las localidades visitadas y sus variados hábitats en Bahía de Banderas reflejan altos valores de diversidad y riqueza, especialmente en el orden Nudibranchia (Figura 13). Esto es consistente con lo que se observa en zonas rocosas-arrecifales con hábitats variados, Nybakken (1978), Todd (1981), Gosliner (1992), Bertsch (1993), Rudman y Willan (1998), Bertsch et al. (1998) y Angulo-Campillo (2003). Los nudibranchios como grupo se alimentan de diversos grupos de otros habitantes de los arrecifes, pudiendo ser especialistas o generalistas, y cuyo amplio espectro de presas refleja la diversidad de los hábitats (Nybakken, 1974; Rudman, 1979; Todd, 1981).

Como grupo, los órdenes Cephalaspidea, Sacoglossa y Anaspidea tienen dietas más específicas. Los cefalaspideos son primordialmente carnívoros que se alimentan de otros opistobranquios (Behrens, 2005).

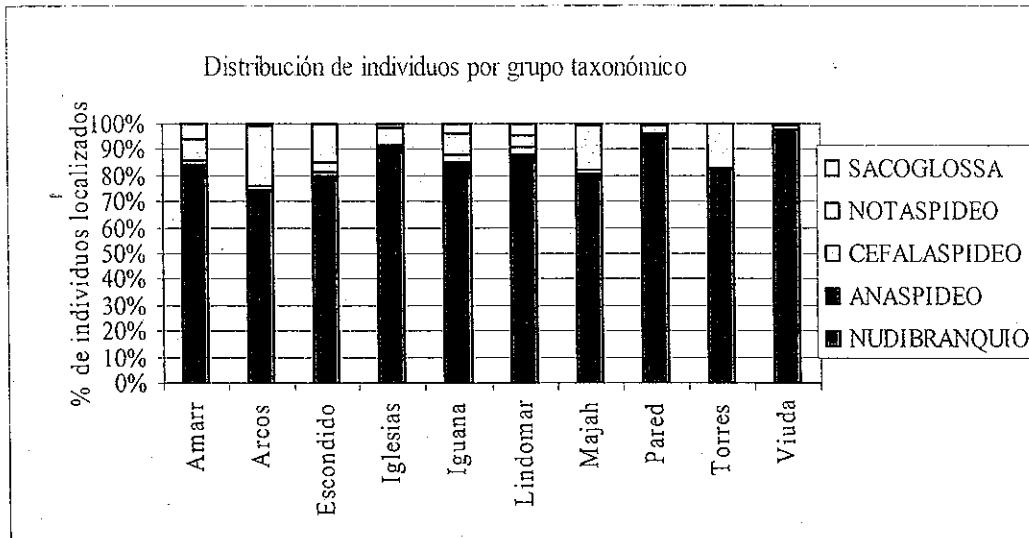


Figura 13. Distribución de las abundancias observadas por grupo taxonómico.

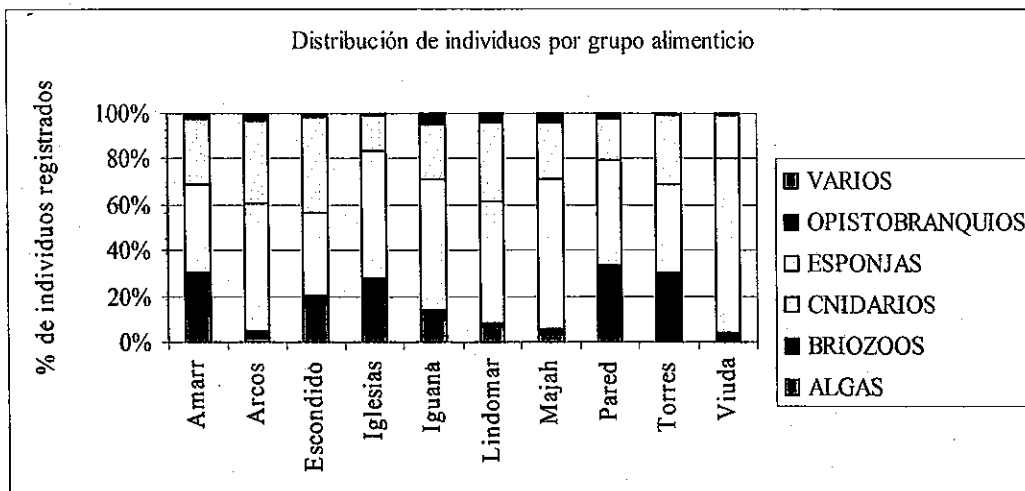


Figura 14. Distribución de las abundancias según su grupo alimenticio.

Por su parte, los sacoglossos se alimentan de macroalgas, principalmente verdes (Trowbridge, 1993, 2002) y los anáspideos de macroalgas rojas, cafés y cianobacterias (Behrens, 2005; Capper et al., 2006). Angulo-Campillo (2003) reporta una localidad

intermareal para la cual las dos especies más abundantes fueron un cefalaspídeo y un anaspídeo, esto es característico de un área de arrecifes con altos porcentajes de corales muertos (obs. pers.), ya que al morir las colonias de corales pétreos tienden a cubrirse de algas, macroalgas y cianobacterias, promoviendo grandes poblaciones de pocas especies de estos opistobranquios. La disponibilidad de presas promueve en consecuencia números mayores de cefalaspídeos. La representatividad de los grupos taxonómicos de Opisthobranchia submareal encontrada para Bahía de Banderas es consistente con las encontradas en otros estudios en el Pacífico este en zonas tropicales o semitropicales (Bertsch, 1993; Angulo-Campillo, 2003, 2005; Padilla-Verdín, 2005).

Las divisiones taxonómicas en la Figura 13 están estrechamente ligadas a los hábitos alimenticios de las especies en la Figura 14, debido a la importancia de la rádula como herramienta taxonómica (Bertsch, 1977). En general, la presencia de los organismos corresponde a sus fuentes de alimento. Como se ha explicado anteriormente, cuando un sitio presenta altas abundancias de sacoglossos, se espera observar en él importantes coberturas de algas verdes; de la misma forma, cuando se tienen grandes números de nudibranquios, se trata de un sitio con un hábitat variado y coberturas de animales sésiles (esponjas, hidroideos, briozoos, corales). Si a su vez se divide el orden Nudibranchia en sus subórdenes, se tiene un acertado indicador de los grupos de animales sésiles que se observarán con mayor frecuencia.

En Torres y Viuda prácticamente no se observaron coberturas de algas verdes, y por esta razón, casi no se encontraron sacoglossos. En contraste, el sitio Escondido registró las mayores coberturas de algas verdes *Caulerpa* spp., *Codium* spp. y *Halimeda* spp., y ahí se observó el mayor número de individuos y de especies de Sacoglossa.

En los sitios Iguana y Amarradero es en donde las abundancias de los anaspídeos son mayores que en los demás. En Iguana se debe a las abundancias principalmente de dos especies: *Dolabella auricularia* y *Stylocheilus striatus*; en Amarradero es debido a la abundancia de esta última. Estas especies reflejan hábitats con altas coberturas de cianobacterias y algas cafés y rojas. Hadfield y Switzer-Dunlap (1984) publicaron picos en

la población de *S. Striatus*, lo cual coincide con observaciones personales en Isla Isabel, Nayarit; Cabo Pulmo, Baja California Sur y Parque Nacional de Coiba, Panamá. Esta especie presenta agregaciones numerosas asociadas a la reproducción y después mueren.

En los lugares Amarradero, Pared, Iglesias y Torres se observa presencia de especies que se alimentan de briozoos y pocas especies herbívoras. Para estas cuatro localidades se tiene una presencia mayor de individuos que se alimentan de briozoos, la especie *Tambja abdere* no solamente es de las especies más abundantes en esas cuatro localidades, sino que tiene una distribución exclusiva en ellas y es responsable de estos altos números.

### Clasificación

Se calculó la similitud por medio del índice de Bray-Curtis utilizando el paquete de cálculo electrónico PAST para agrupar las relaciones entre las localidades basadas en las abundancias de las especies que se encuentran en cada una de ellas. Este método se basa en la asignación de índices de similitud entre especies o grupos de acuerdo a sus distancias en un dendrograma en donde su posición está determinada por su abundancia o similitud en la composición de especies, dando como resultado árboles de clasificación de los parámetros deseados. Aquellos que son más parecidos presentan una similitud más cercana al 100%.

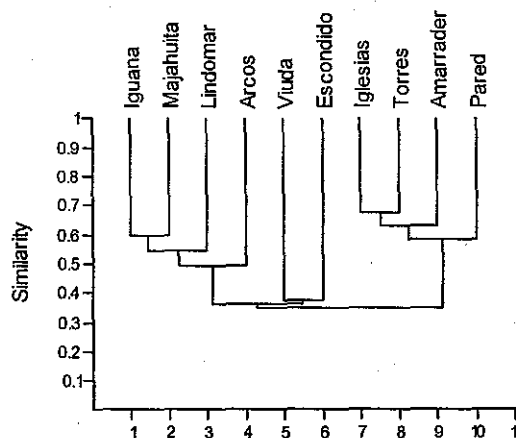


Figura 15. Dendrograma de las agrupaciones de las localidades en términos de la abundancia de las especies de acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis.

El dendrograma resultante (Figura 15) del análisis de agrupamiento arroja una separación a primer nivel de dos grupos: uno con cuatro sitios que se denominará Grupo 1 (Iglesias, Torres, Amarradero y Pared); el otro grupo que se llamará Grupo 2 contiene las otras seis localidades (Iguana, Majahuitas, Lindomar, Arcos, Viuda y Escondido).

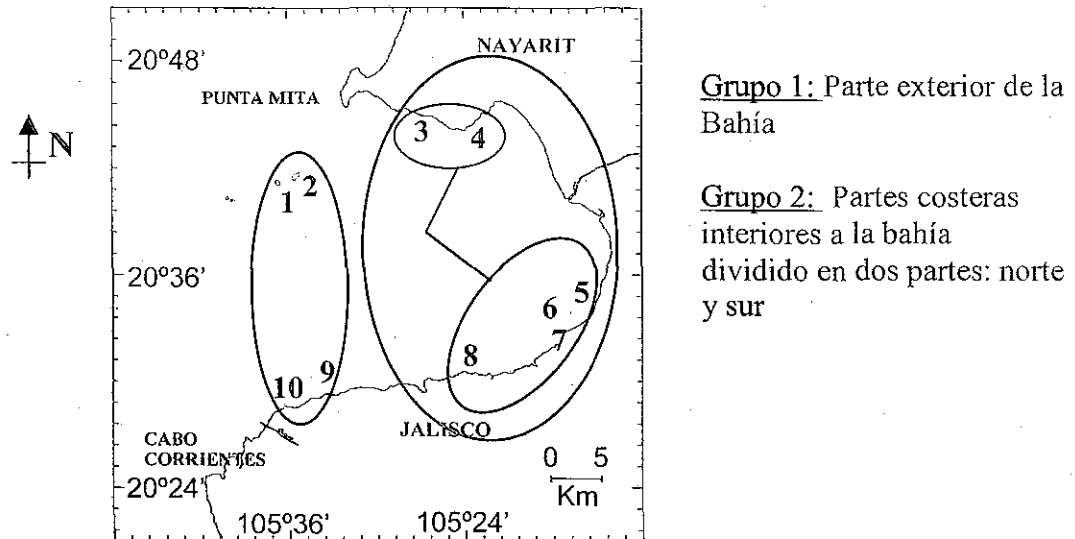


Figura 16. Mapa de la zona de estudio en donde se localizan las agrupaciones de especies en términos de la abundancia de las especies.

Las localidades del Grupo 1 se encuentran en la parte exterior de la Bahía. Las del Grupo 2 en la parte interior; con una separación en el siguiente nivel: dos localidades interiores en el norte, Grupo 2-a (Viuda y Escondido) y cuatro localidades interiores en el sur, Grupo 2-b (Arcos, Iguana, Majahuitas y Lindomar) (Figura 16).

En el Apéndice 4 se presenta la tabla de las especies y su clasificación según el tipo de distribución en los grupos y su frecuencia de aparición (F). Se distinguen siete tipos de distribución: amplia, presentes en localidades de ambos grupos más o menos por igual (16 especies); exclusiva en localidades del Grupo 1 (10 especies); exclusiva en el Grupo 2-a (7 especies); exclusiva en el Grupo 2-b (24 especies); dominante en el Grupo 1 (9 especies); dominante en el Grupo 2-a (16 especies) y dominante en el Grupo 2-b (60 especies).

Exceptuando por la especie *Facelina* sp. 1 (367 individuos) las 24 especies exclusivas del Grupo 2-b son especies poco abundantes, cinco de ellas: *Aplysiopsis enteromorphae*, *Atagama* sp. 1, *Hancockia* sp. 1, *Okenia cf. academica* y *Polycera gnupa* son especies de registro único.

Solamente siete especies se distribuyen exclusivamente en localidades del Grupo 2-a. La más abundante de ella, *Tritonia* sp. 1 es de las pocas especies de opistobranquio que se encuentran localizadas en zonas exclusivas aun cuando su presa única (el zoántido *Epizoanthus* sp.) se distribuye ampliamente en localidades cercanas. Las especies: *Cuthona* sp. 1, *Cerberilla* sp. 1, *Polycerella glandulosa*, *Lomanotus* sp. 3 son registros únicos.

De las especies encontradas exclusivamente en el sur interior de la bahía, excepto por *Doriopsilla janaina* y *Facelina* sp. 1 casi todas las especies son raras o poco comunes, muchas de ellas son la única ocurrencia de la especie durante el periodo de estudio.

Distribución exclusiva en el Grupo 1 (10 especies), las dos especies más abundantes en esta distribución son *Tambja abdere* y *Hermosita hakunamatata*. Ambas son especialistas y se encuentran sobre su presa (el briozoo *Sessibugula translucens* y el hidroideo *Solanderia* sp. respectivamente) los cuales no se observan en otras localidades.

El Grupo 2-b es el que tiene mayor número de especies que se encuentran predominantemente ahí. Destacan las especies más abundantes como *Berthellina ilisima*, *Elysia diomedea*, *Tritonia pickensi*, *Doriopsilla janaina*, *Glossodoris dalli*, *Eubranchus cucullus* y *Flabellina bertschi*.

Se utilizó una ordenación de Bray-Curtis para explicar las relaciones entre las comunidades y las variables ambientales medidas (profundidad, porcentaje del tiempo de búsqueda usado para los opistobranquios que se encuentran bajo o sobre piedras, tiempo total del muestreo, temperatura superficial del agua, temperatura mínima registrada, profundidad de la termoclina, visibilidad, intensidad del oleaje y precipitación pluvial mensual) utilizando el paquete de cálculo PC-ORD 4.10 (McCune y Mefford, 1999). El primer eje explicó el 28%,

el segundo 20.4% y el tercero 16.3% de la variación, dando una variación total acumulada explicada por los tres ejes de solamente 64.6%. Ninguna de las variables medidas se correlacionó de forma importante con el primer eje. Estos resultados indican que este análisis no explica adecuadamente la variabilidad entre los sitios.

En estudios posteriores se deberán medir también las variables biológicas, enfocándose a estudios de composición específica y abundancia de los grupos animales de los cuales se alimentan los opistobranquios como cnidarios, esponjas, ascidias, briozoos y algas.

La mayoría de las especies de opistobranquio se adaptan a condiciones ambientales como la temperatura, salinidad, oleaje y corrientes (Robilliard, 1970). La influencia de estos factores sobre el éxito de los opistobranquios recae tanto en su tolerancia y adaptabilidad, como en la tolerancia y adaptabilidad de su presa.

Esta adaptabilidad se puede observar en una escala regional, ya que existen especies que se distribuyen desde zonas frías hasta tropicales, esto indica que son capaces de tolerar intervalos de temperatura amplios. Por ejemplo, *Rostanga pulchra* se ha reportado desde Alaska hasta Perú, la elasticidad en su dieta le ha permitido encontrar su alimento en diversas especies de esponja según cambia la latitud en donde habita. Esta elasticidad de la alimentación de especies de nudibranquios espongiívoros se ha documentado extensamente (Megina, 2001; Megina et al., 2002; Padilla-Verdín, 2005).

En escalas locales, los opistobranquios también toleran cambios importantes en la temperatura. En las lecturas tomadas en el termógrafo colocado a 15 metros en la localidad Iguana (entre agosto de 2003 a febrero de 2004) se registraron variaciones de hasta 9°C en menos de 24 horas, lo cual indica que los adultos y juveniles soportan variaciones abruptas en la temperatura del agua. Aun cuando los adultos se adaptan a grandes variaciones en la temperatura; se ha demostrado que las oviposiciones y su desarrollo son sensibles a esta variable (Hurst, 1967; Goddard, 2005).

## Índices de diversidad y riqueza

Para tener un panorama del conocimiento alcanzado sobre la composición específica de cada localidad, se calcularon las curvas de riqueza específica para los sitios a través del índice de rarefacción (Magurran, 1988), cuyo concepto es que la probabilidad de encontrar especies previamente no registradas disminuye con el tiempo acercándose a una asíntota. Se utilizó el paquete de cálculo *Estimates* para calcular estas curvas de rarefacción con el modelo de Mao Tao; con ellas se determinaron las riquezas máximas esperadas para cada sitio (Figura 17).

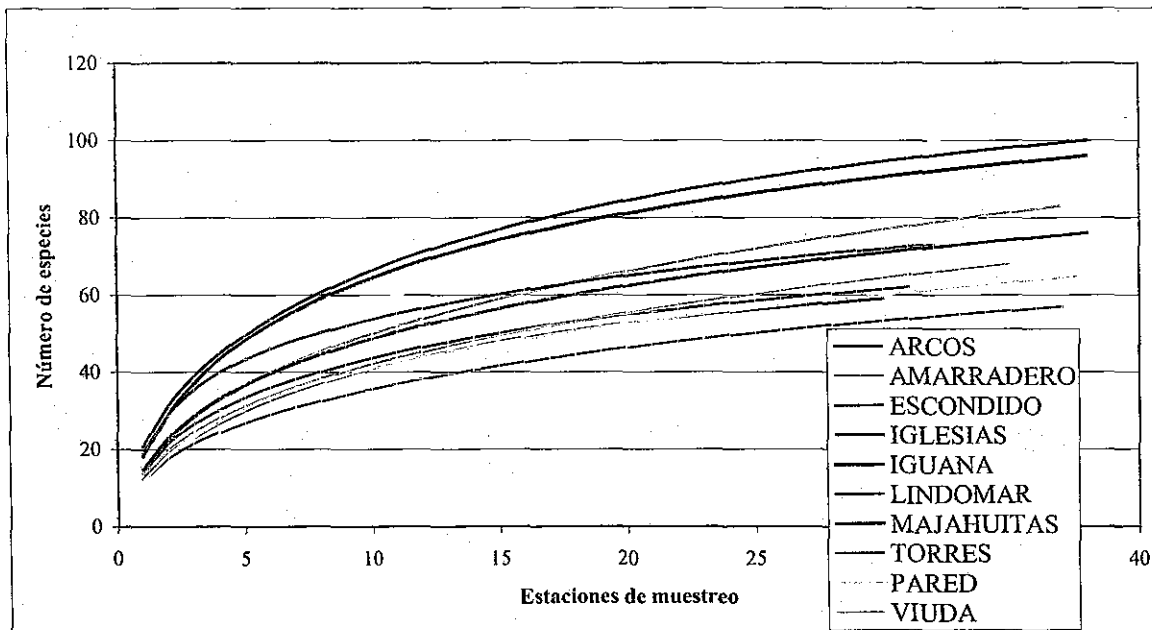


Figura 17. Curvas de rarefacción para las localidades de Bahía de Banderas.

Con el número de especies observadas para cada sitio y los valores máximos esperados para dichas localidades, se obtiene el porcentaje conocido de las especies dado el máximo estimado. En la Tabla III y la Figura 18 se observa que la localidad con la mayor riqueza y porcentaje más alto de conocimiento es Arcos, con 103 especies y 98% de las especies esperadas, esto se explica ya que este sitio tiene un recorrido que permite buscar en hábitats diversos, a variadas profundidades, que incluyen: una pared profunda (25 metros), paredes someras (de 3 a 8 metros), zonas de rocas volteables profundas y someras (15 y 4 metros); presenta cobertura de algas verdes *Caulerpa* spp.



El sitio con la menor riqueza conocida es Torrecillas con 57 especies, esto corresponde a que el área muestreada en esta zona está compuesta de paredes, no hay prácticamente disponibilidad de rocas que se pueden voltear ni algas verdes. Viuda es el sitio que tiene un porcentaje más bajo en comparación con la asíntota estimada, dada su importante cobertura de hidroideos y presencia de pequeños eólididos y dendronótidos, es muy posible encontrar más especies que hasta el momento no se han visto por pequeñas o crípticas.

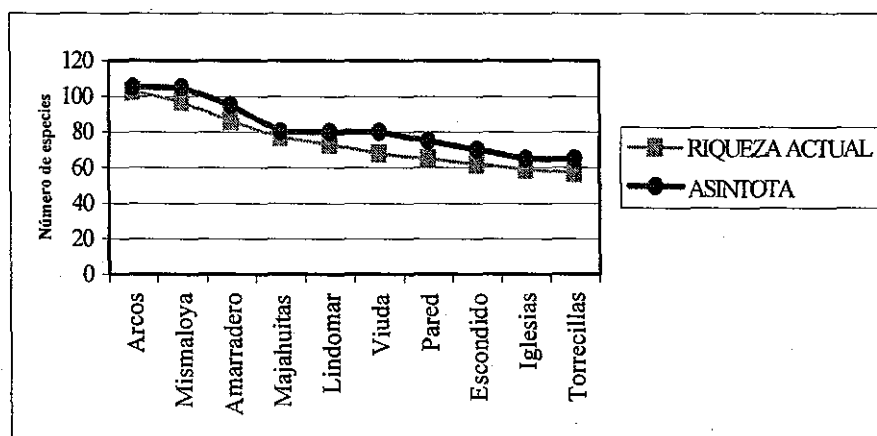


Figura 18. Gráfica de riqueza observada y máximo estimado para los sitios muestreados.

Tabla III. Riquezas conocidas, máximo estimado y porcentaje del máximo.

SITIOS	NÚMERO DE ESPECIES	MÁXIMO ESTIMADO	%
Arcos	103	105	0.98
Iguana	97	105	0.92
Amarradero	86	95	0.91
Majahuitas	77	80	0.96
Lindomar	73	80	0.91
Viuda	68	80	0.85
Pared	65	75	0.87
Escondido	62	70	0.89
Iglesias	59	65	0.91
Torrecillas	57	65	0.88

Dadas las riquezas observadas y las estimadas, se considera que los muestreos llevados a cabo arrojan un conocimiento satisfactorio de la composición de especies en la Bahía y en cada una de las localidades. El esfuerzo necesario para encontrar las especies faltantes (en términos de tiempo bajo el agua) es cada vez mayor con menos nuevos registros añadidos,

por lo que futuros esfuerzos deben enfocarse a estudiar otros aspectos de las comunidades y/o poblaciones y no a su composición específica.

#### Diversidad alfa

La diversidad alfa se asocia con el número de especies (riqueza) en una comunidad, es decir, en un área biológicamente homogénea. Puede considerarse a la diversidad alfa como el número de especies encontradas en una localidad o zona definida. Existen numerosos índices para estimar la diversidad. Para la diversidad alfa se eligió el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) que obtiene un valor adecuado cuando los datos que se tienen son una muestra representativa de la comunidad. Debido a que pondera el número de especies y sus abundancias, aporta información no solamente de la diversidad en términos de especies, sino de la homogeneidad en que se encuentran.  $H_{max}$  es el valor máximo que puede alcanzar el índice de Shannon para esa localidad.  $H'/H_{max}$  representa el porcentaje del valor real calculado de Shannon y su valor máximo. Se estimaron estos valores para las localidades y para los grupos de localidades formados por el agrupamiento (Tabla IV).

Tabla IV. Sitios e índices de diversidad

	Riqueza (S)	Shannon ( $H'$ )	$H_{max}$	% $H'/H_{max}$
<b>Grupo 1</b>	<b>109</b>	<b>3.2</b>	<b>4.69</b>	<b>68.19</b>
<b>AMARRADERO</b>	86	3.36	4.5	75.4
<b>PARED</b>	65	3.01	4.2	72.1
<b>TORRES</b>	57	2.72	4.0	67.3
<b>IGLESIAS</b>	59	2.78	4.1	68.2
<b>Grupo 2</b>	<b>131</b>	<b>3.68</b>	<b>4.88</b>	<b>75.44</b>
<b>Grupo 2-a</b>	<b>88</b>	<b>3.15</b>	<b>4.48</b>	<b>70.42</b>
<b>ESCONDIDO</b>	62	2.86	4.1	69.3
<b>VIUDA</b>	68	2.98	4.2	70.6
<b>Grupo 2-b</b>	<b>124</b>	<b>3.63</b>	<b>4.82</b>	<b>75.31</b>
<b>ARCOS</b>	103	3.21	4.6	69.3
<b>IGUANA</b>	97	3.48	4.6	76.1
<b>LINDOMAR</b>	73	3.36	4.3	78.3
<b>MAJAHUITAS</b>	77	3.17	4.3	73.0

Otra forma de comprobar la homogeneidad en una comunidad, es correlacionar el número de especies con el número de individuos contabilizados mensualmente (Nybakken, 1978).

En una comunidad homogénea, se espera una relación directa. El índice de correlación determinado entre estos datos fue de 0.82, indicando una relación importante entre estas variables. Esto también indica que si se considera a todas las especies de opistobranquios como un grupo, este no presentó picos de población a lo largo del tiempo, lo cual coincide con lo observado por otros investigadores (Nybakken, 1978; Angulo-Campillo, 2003).

De los grupos de sitios formados mediante el agrupamiento, el que tiene la mayor riqueza de especies es la parte interior de la bahía (Grupo 2), con 131 especies y una diversidad de 3.7. Esto es claro ya que este grupo incluye las dos localidades con mayor riqueza (Arcos e Iguana). Las riquezas de los dos subgrupos del interior de la bahía son 124 para el sur (2-b) y 88 para el norte (2-a), con diversidades de 3.1 y 3.6 (Figura 19).

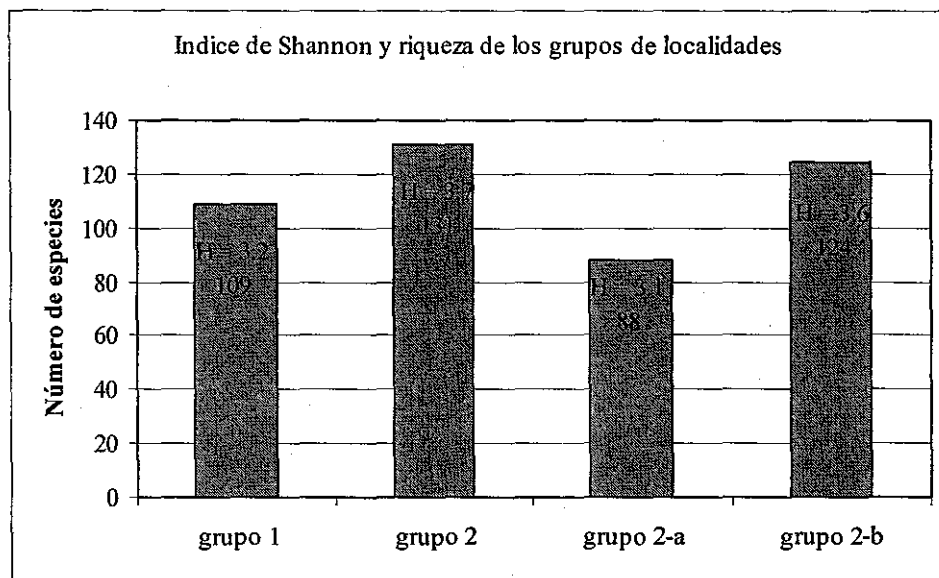


Figura 19. Índice de diversidad de Shannon (H) y riqueza para los grupos.

En contraste, las localidades de la parte exterior de la bahía (Grupo 1) tienen una riqueza de 109 especies y una diversidad de 3.2, debido a que dos de las localidades de este grupo (Torres e Iglesias) tienen bajas riquezas, adicionalmente, este grupo se separó debido a la presencia de dos especies con gran abundancia y distribución exclusiva en esta parte de la bahía: *Tambja abdere* y *Hermosita hakunamatata*. Esto contribuye a un valor de Shannon más bajo, y dominancias más altas.

Analizando los sitios individualmente, Arcos es el que tiene una riqueza mayor, con 103 especies, pero Iguana y Lindomar tienen índices de Shannon más altos (3.48 y 3.36 respectivamente). Los dos sitios con menores riquezas son Iglesias y Torres, los dos son del Grupo 1 se encuentran físicamente cercanos entre ellos (Figura 9) y sus  $H'$  son también los más bajos.

### Diversidad beta

La diversidad beta es una medida de la diferencia entre áreas de estudio en términos de la variedad de especies que contienen (Magurran, 1988). La diversidad beta junto con la diversidad alfa constituyen una buena medida del grado de heterogeneidad biológica en el área de estudio. Una manera de observar a la diversidad beta es como la medida del reemplazo de especies o del cambio biótico a lo largo de un gradiente (Wilson y Smida, 1984). La diversidad beta total se determinó por medio de análisis de correspondencia desprovistos de tendencia (DCA) utilizando el paquete de cálculo electrónico PC-ORD 4.10 (McCune y Mefford, 1999) con los datos de las abundancias para las 10 localidades. El valor obtenido fue  $\beta=1.946$  desviaciones estándar (ds). Esta estimación de diversidad beta se basa en el número de veces en que la semejanza composicional se reduce por mitad a lo largo del gradiente. Se considera que un semicambio ocurre en 1-1.19 ds (Hill, 1979) y que un reemplazo total de la composición de especies ocurre en 4ds.

Esta diversidad beta total obtenida en el presente trabajo implica un reemplazo de aproximadamente la mitad de las especies a lo largo del gradiente dentro de Bahía de Banderas. Esta diversidad beta es considerable, especialmente porque aunque la zona de estudio es una bahía muy extensa (115 km de costa), los gradientes ambientales marinos no presentan cambios tan marcados como lo hacen los ecosistemas terrestres.

Las diversidades beta entre grupos indica las distancias o diferencias entre los sitios (Tabla V). Se determinaron las diversidades beta entre los grupos y entre los sitios. La mayor distancia se observa entre el Grupo 2-a y el Grupo 1 (interior norte y exterior). Fisiográficamente, estos dos grupos de sitios tienen grandes diferencias entre sí. Las localidades del Grupo 2-a son rocas de extensiones relativamente pequeñas, que no llegan a

la superficie y se encuentran rodeadas de zonas de sedimentos lodosos, presentan importantes coberturas de hidroideos y Escondido de algas verdes. Por su parte, los sitios del Grupo 1 son localidades formadas principalmente por paredes, en áreas expuestas de la bahía, rodeadas de zonas rocosas y arenosas, con coberturas importantes de briozoos, ascidias, gorgonáceos y corales.

Tabla V. Diversidad  $\beta_i$  para los grupos.

	Grupo 1	Grupo 2-a	Grupo 2-b
Grupo 1		0.26	0.16
Grupo 2-a			0.24
Grupo 2-b			

La diversidad beta entre sitios (Tabla VI) indica una mayor similitud entre Iglesias y Torres. Estas dos localidades, además de estar geográficamente cercanas, tienen una especie particularmente dominante (*Tambja abdere*), la cual se alimenta de briozoos. Estos dos sitios tienen riquezas y valores de H' menores que el resto de las localidades.

Otros sitios con gran similitud entre ellos son Iguana y Arcos. Estos dos sitios también se encuentran cercanos entre ellos, son los que tienen los números de especies más altos registrados y también altos valores de diversidad de Shannon. Comparten especies con grandes abundancias como *Doriopsilla janaina*, *Facelina* sp. 1 y *Flabellina telja*.

Por otra parte, se observan mayores distancias entre sitios del Grupo 1 y Grupo 2-a: Torres y Escondido y Amarradero y Viuda cuyas diferencias se reflejan en la presencia de especies como *Tambja abdere*, *Hermosita hakunamata* (Grupo 1) y sacoglossos como *Oxynoe panamensis*, *Lobiger souverbii*, *Polybranchia viridis* y numerosas especies de *Cuthona*, *Tritonia*, *Lomanotus* y *Doto* (Grupo 2-a).

Se calculan distancias importantes entre localidades del Grupo 1 y del Grupo 2-b: Pared e Iguana y Pared y Lindomar. Pared es una localidad externa a la bahía, en una isla y rodeada de zonas rocosas y arenosas; mientras que Iguana y Lindomar son cercanas a la costa, con rocas someras rodeadas de sedimentos lodosos, con coberturas importantes de hidroideos. Las especies principales que diferencian los sitios del Grupo 2-b son *Doris granulosa*,

*Dendrodoris fumata*, *Favorinus elenalexiae*, *Eubranchus cucullus*, *Navanax aenigmaticus*, *Pleurobranchus aerolatus* y *Berthellina ilisima*.

Tabla VI. Diversidad  $\beta_i$  para los diferentes sitios.

	Amarr.	Arcos	Escond.	Iglesias	Iguana	Lindomar	Majah.	Pared	Torres	Viuda
Amarradero		0.287	0.306	0.306	0.286	0.241	0.296	0.333	0.310	0.373
Arcos			0.345	0.321	0.180	0.239	0.200	0.298	0.313	0.322
Escondido				0.306	0.333	0.215	0.324	0.354	0.378	0.354
Iglesias					0.333	0.242	0.265	0.306	0.190	0.386
Iguana						0.224	0.310	0.370	0.377	0.358
Lindomar							0.280	0.377	0.308	0.319
Majahuitas								0.310	0.254	0.352
Pared									0.295	0.338
Torres										0.312
Viuda										

La diversidad de especies de opistobranquios en Bahía de Banderas es importante, el área de estudio incluye un Área Natural Protegida declarada recientemente (Islas Marietas, declarado por CONANP en 2005), por lo que resulta prioritario mantener este tipo de hábitat a fin de conservar las especies de mayor vulnerabilidad (principalmente los corales pétreos). La composición específica de opistobranquios se puede utilizar como base para evaluar la diversidad de los arrecifes.

## CAPITULO 3

### Ecología de poblaciones de las especies más importantes de los opistobranquios de Bahía de Banderas

#### Contenido del Capítulo:

- Índice de valor biológico (IVB) y selección de las especies más importantes
- Estacionalidad climática
- Análisis de abundancias, distribución en el área de estudio, distribución estacional e historia natural
  - Historia natural de los opistobranquios
  - El género *Flabellina*, las especies *Hypselodoris agassizii* y *Glossodoris sedna*, *Tylodina fungina*, *Tambja abdere*, *Lomanotus vermiformis* y *Tritonia pickensi* en Bahía de Banderas
  - Generalidades, distribución y abundancia en el Pacífico mexicano y el mundo, distribución y abundancia en Bahía de Banderas, estacionalidad, historia natural (hábitat, alimentación y reproducción)

## **Índice de valor biológico (IVB) y selección de las especies más importantes**

Existen varios criterios que se pueden utilizar para evaluar la importancia de las especies dentro de una determinada comunidad. Los datos de abundancia (AB) no siempre indican cuáles especies son las más representativas debido a que no toman en cuenta cambios cíclicos y ni presencia espacial. El Índice de Valor Biológico (IVB) es un buen indicador de la importancia de las especies porque toma en cuenta no solamente las abundancias, sino también la frecuencia con la que se registra la especie en las localidades y en el tiempo. Se calculó el IVB para ayudar a evaluar la importancia de las especies de opistobranquios de Bahía de Banderas y elegir las especies más importantes.

El IVB se calcula por medio de un método simple basado en la aplicación de rangos y puntos. Fue propuesto originalmente por Sanders (1960) para comunidades bénticas y utilizado en estudios de ecología marina para ordenar especies según su importancia (Loya-Salinas y Escofet, 1990). La metodología aquí seguida es la ilustrada por Loya-Salinas y Escofet (1990), consiste de cuatro pasos: (1) ordenar el listado de abundancia de las especies de mayor a menor, (2) establecer el número de especies que se van a utilizar que representen un 95% de abundancia acumulada, (3) el número determinado en el paso dos se asigna a la especie más abundante, en seguida los puntos se asignan en orden decreciente y (4) se calcula el IVB. En el presente trabajo se siguió este procedimiento dos veces. Primero agrupando los datos de abundancia para cada una de las estaciones climáticas muestreadas desde 2002 a 2005 (para un total de 10 estaciones); esto dió como resultado el IVB para las especies desde el punto de vista de su presencia en el tiempo y de su ciclicidad (IVB-temporal). El mismo procedimiento se hizo posteriormente sumando las abundancias registradas durante el periodo de muestreo para cada uno de los 10 sitios visitados; la información que se obtiene de este IVB es cuáles especies son importantes por su presencia en pocas o todas las localidades (IVB-espacial). Finalmente, se sumaron ambos valores del IVB para obtener un valor total que toma en cuenta tanto la presencia en el tiempo como en el espacio (IVB-total).



Selección de las especies más importantes

Además de analizar los valores resultantes del IVB para elegir las especies más importantes, se tomó en cuenta la abundancia y observaciones de ciertas características (como agrupaciones taxonómicas, relaciones inter e intra- específicas, grupo alimenticio y tipo de hábitat por mencionar algunas). La Tabla VII presenta los IVB y abundancias para las 12 especies seleccionadas. La Tabla del IVB y abundancias de las 140 especies se encuentra en el Apéndice 5.

Tabla VII. Índice de Valor Biológico (IVB), abundancias (AB) totales y relativas de las especies más importantes de opistobranquios en Bahía de Banderas.

Orden IVB	Especies	IVB Temporal	IVB Espacial	IVB Total	AB Total	AB Relativa	Acum % Relativa
1	<i>Tritonia pickensi</i>	478	446	924	2202	9.32	9.32
2	<i>Flabellina marcusorum</i>	450	426	876	1782	7.55	16.87
3	<i>Hypselodoris agassizii</i>	460	371	831	1702	7.21	24.08
4	<i>Flabellina telja</i>	429	397	826	1409	5.97	30.04
5	<i>Glossodoris sedna</i>	419	354	773	1056	4.47	34.52
...							
8	<i>Lomanotus vermiformis</i>	342	355	697	871	3.69	44.56
9	<i>Flabellina bertschi</i>	388	304	692	732	3.10	47.66
...							
11	<i>Tylodina fungina</i>	409	252	661	1210	5.12	55.27
...							
13	<i>Tambja abdere</i>	432	205	637	1460	6.18	63.37
...							
17	<i>Flabellina cynara</i>	343	223	566	554	2.35	71.59
...							
22	<i>Flabellina vansyoci</i>	291	165	456	380	1.61	77.75
...							
41	<i>Flabellina sp.</i>	126	65	191	137	0.58	91.67
...							

*Flabellina* es el género mejor representado en la bahía con seis especies. Todas ellas tienen IVB y abundancias importantes. *Flabellina marcusorum*, *Flabellina telja*, *Flabellina bertschi* y *Flabellina cynara* tienen los sitios 2, 5, 11 y 13 de abundancia y 2, 4, 9 y 17 de IVB. *Flabellina vansyoci* y *Flabellina sp.* tienen IVB 22 y 41 con abundancias 18 y 37. Estos valores menores reflejan que estas especies se encuentran solamente en algunas de las localidades. Las seis especies de *Flabellina* se estudiaron como grupo (Figura 21).

*Hypselodoris agassizii* y *Glossodoris sedna* (Figura 24-A y 24-B), tienen un IVB de 3 y 5; abundancias número tres y siete, son nudibranquios dóridos y pertenecen a la misma familia, Chromodorididae. Resulta interesante estudiarlas juntas ya que son generalistas y se alimentan de esponjas.

El notaspídeo *Tylodina fungina* (Figura 24-C) se alimenta de la esponja amarilla *Aplysina gerardogreeni*, es la única especie seleccionada que no es nudibranquio, pertenece al orden Notaspidea. Presenta una alta abundancia (número cinco) y un IBV de 12.

El nudibranquio dórido *Tambja abdere* (Figura 24-D) es el número cuatro en abundancia con lugar 13 en el IVB, es una especie notoria por su colorido y gran tamaño en los adultos. Se alimenta del briozoo *Sessibugula translucens*.

El nudibranquio dendronótido *Lomanotus vermiformis* (Figura 24-E) tiene el número ocho tanto en IVB como en abundancia. Se alimenta exclusivamente del hidroideo *Macrorhynchia filippinus*, esta especie de hidroideo es muy notorio y abundante en la bahía.

*Tritonia pickensi* (Figura 24-F) es un diminuto nudibranquio dendronótido que tiene el valor más alto en el IVB y abundancia y se encuentra presente en las 10 localidades del área de estudio. Se alimenta del gorgonáceo (octocoral) *Leptagorgia* sp.

Con la selección de estas 12 especies se tienen representadas especies que se alimentan de esponjas, hidroideos, briozoos y octocorales. Algunas de ellas son especialistas mientras que otras son polífagas; sus distribuciones dentro de la bahía son variadas. Por esta razón, además de ser importantes en su IVB y abundancia, las especies seleccionadas son representativas de las comunidades dentro de la bahía.

## Estacionalidad climática

Al igual que en otras zonas tropicales, en Bahía de Banderas no se observan cuatro estaciones climáticas típicas. No obstante, se observa un patrón climático, con una estación de lluvias durante los meses de junio a noviembre, y una temporada seca de diciembre a mayo. Las temperaturas del agua durante el mes de abril son consistentemente las más bajas y las más altas son en septiembre y agosto. El mes que típicamente registra una precipitación mayor es agosto, con un promedio de 46.6 cm. La precipitación pluvial anual en Bahía de Banderas promedia  $149.6 \pm 16.3$  cm.

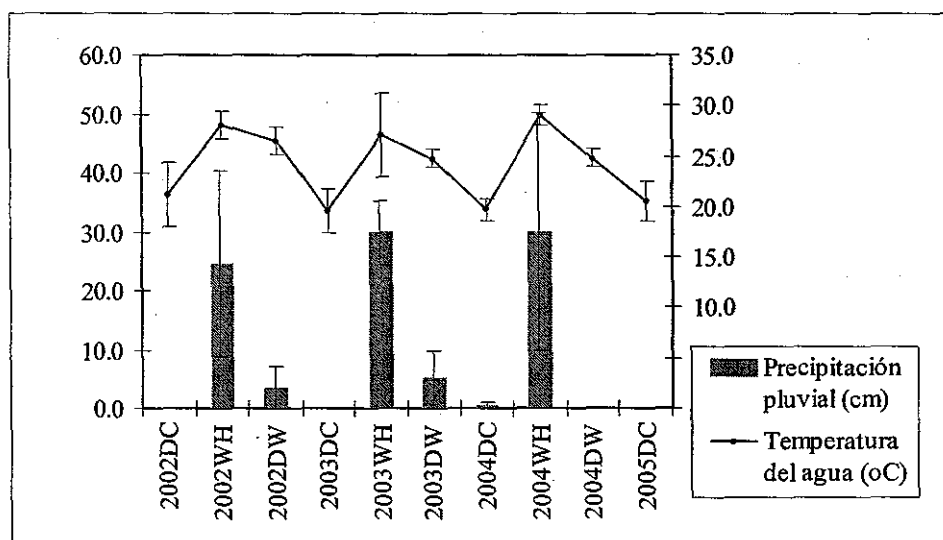


Figura 20. Temperatura del agua y precipitación pluvial de Bahía de Banderas.

Debido a que estos dos factores (lluvia y temperatura) tienen un traslape en el tiempo, se graficaron (Figura 20) y se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para determinar las diferencias significativas y decidir de qué forma se pueden agrupar los meses para tener mejor la representación de dichas temporadas. La prueba de Kruskal-Wallis indicó una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las temperaturas de tres estaciones. Una estación seca-fría (DC por sus siglas en inglés Dry-Cold) durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo, la cual se caracteriza por bajas temperaturas del agua (entre 17.7 y 23.3°C) y casi cero o cero lluvia. Una estación húmeda-caliente (WH por sus siglas en inglés Wet-Hot) en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, con altas temperaturas del agua

(entre 26.6 y 30°C) y lluvias de verano tipo monzón. Por último, una temporada seca-tibia, (DW por sus siglas en inglés Dry-Warm) los meses de noviembre, diciembre y enero, cuando las lluvias del verano prácticamente ya se terminaron pero la temperatura del agua continúa tibia (entre 23.3 y 27.7°C).

Este patrón se repitió de forma regular durante el periodo de estudio (abril de 2002 a abril de 2005). No obstante, se han registrado patrones anómalos durante otros años (por ejemplo, en 1998 con un marcado efecto de El Niño seguido en 1999 por La Niña; también una marcada caída en la temperatura del agua el mes de octubre de 2005).

Se utilizaron los números de individuos registrados por tiempo de inmersión (ind./hora) para las especies seleccionadas durante las tres estaciones climáticas para determinar cuales especies presentan un patrón temporal. Se hizo una prueba de Kruskal-Wallis para probar la abundancia por temporada, cuando se encontró una diferencia significativa, se utilizó una gráfica de cajas y una prueba de rangos múltiples para encontrar las agrupaciones entre los datos. Se graficaron las abundancias de cada especie para las temporadas climáticas, mostrando la temperatura del agua como una línea en la parte superior (°C).

#### **Análisis de abundancias, distribución en el área de estudio, distribución estacional e historia natural**

En esta sección del Capítulo 3 se trata la historia natural, distribución, abundancia y estacionalidad de las especies que se seleccionaron. Como parte inicial del análisis, se presenta una discusión sobre la historia natural de los opistobranquios. Posteriormente para cada especie o grupo de especies se analizó su abundancia, distribución en el Pacífico mexicano y el mundo, distribución en Bahía de Banderas, historia natural (hábitat, alimentación y reproducción), temporalidad (gráficas de abundancias en el tiempo) y se elaboró una tabla con un resumen de las observaciones más importantes de su historia natural. Se incluyen fotografías a color de cada especie en las que se muestran en su hábitat y con su oviposición.

## Historia natural de los opistobranquios

La tendencia general de los nudibranquios es tener un ciclo de vida corto, esto los coloca en una categoría inusual entre los otros moluscos que viven más (Millen, 1972). Las poblaciones de especies concretas de los opistobranquios son habitualmente pequeñas, distribuidas discontinuamente y compuestas por individuos que viven en un medio complejo (Todd, 1983; Rudman y Willan, 1998). La obtención de muestras exige un esfuerzo importante y son pocas las poblaciones que permiten la obtención de muestras de suficiente tamaño.

Los nudibranquios son semélparos, con un solo ciclo reproductivo en su vida. Todd (1981) reconoce a los aeólidos y dendronótidos pequeños como especies subanuales, las cuales en general son efímeras, con varias generaciones anuales que se superponen; son de talla pequeña y frecuentemente de coloración críptica. Franz (1975) caracterizó a los aeólidos y dendronótidos, como oportunistas o r-estrategistas ya que no mantienen poblaciones estables y tienen marcadas fluctuaciones de abundancia en un periodo de tiempo, cuando la fuente de alimento se encuentra presente (Edmunds, 1977). Ocho de las especies que se seleccionaron pertenecen a estos grupos (seis aeólidos y dos dendronótidos).

En términos generales, los dóridos son especies anuales, con una sola generación en el año, ya que generalmente se alimentan de organismos temporalmente estables, como esponjas, briozoos o tunicados (Nybakken, 1978; Todd, 1981). Son especies relativamente grandes y frecuentemente tienen colores brillantes (tres de las especies seleccionadas).

Como grupo que tiene corta vida y rápida reproducción, los opistobranquios han evolucionado en formas adaptadas a alimentos particulares, los cuales tienen abundancias variables debido a que son sensibles a factores físicos. Para predecir la composición de especies en términos de la distribución en los distintos hábitats, es necesario no solo conocer el sustrato y presa; sino también la temporalidad de la misma (Robilliard, 1970). La información sobre la duración del ciclo vital y depende principalmente de inferencias y observaciones sobre los juveniles, adultos y oviposiciones (Todd, 1981).

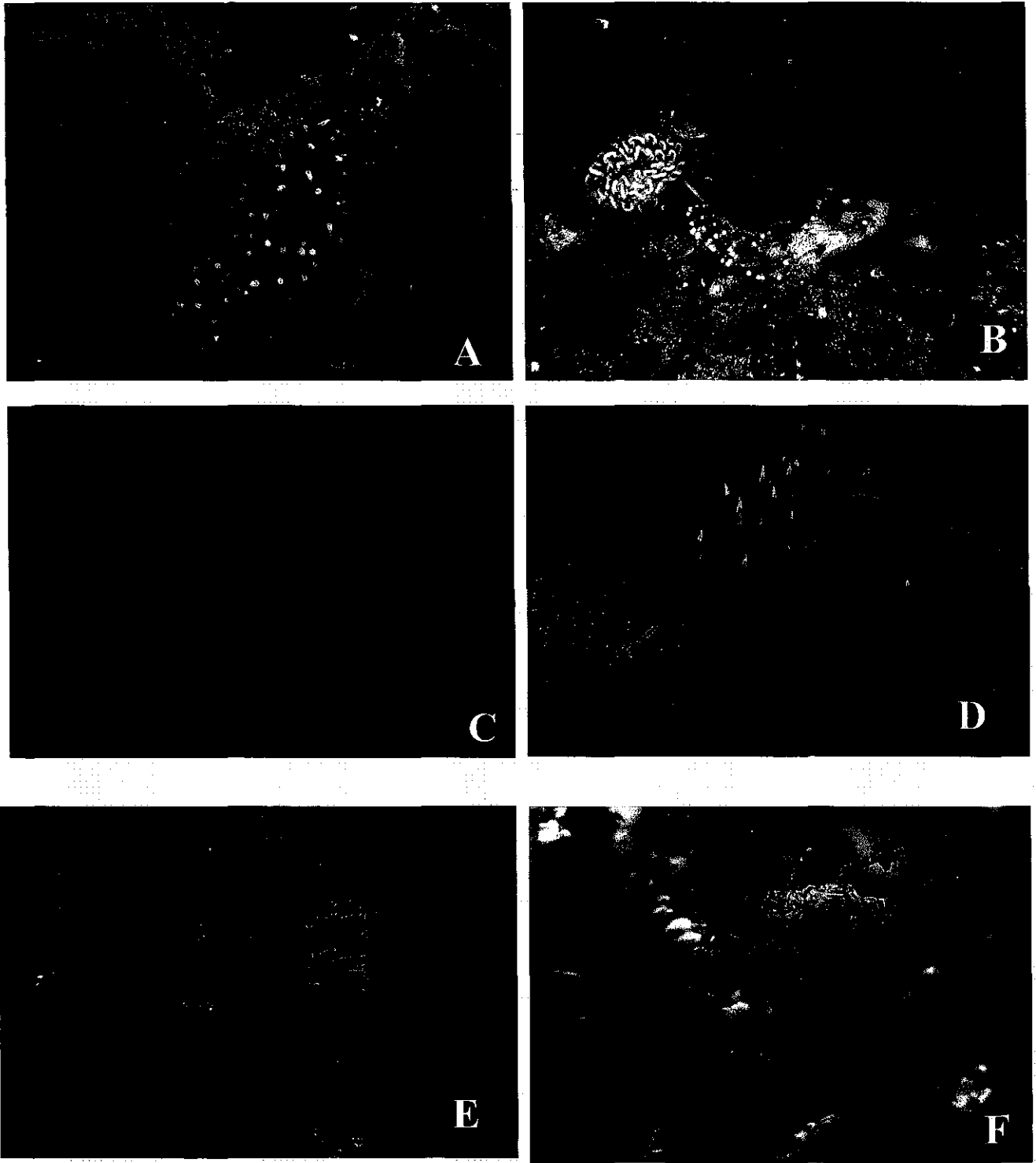


Figura 21. Fotografías de seis especies de *Flabellina*. A. *F. marcusorum*; B. *F. teja*; C. *F. bertschi*; D. *F. cynara*; E. *F. vansyoci*; F. *Flabellina* sp.

## El género *Flabellina* en Bahía de Banderas

### **Generalidades**

La familia Flabellinidae ha recibido considerable atención en los últimos 30 años (Miller, 1971; Kuzirian, 1979; Gosliner y Griffiths, 1981; Gosliner y Kuzirian, 1990; Gosliner y Willan, 1991; Gosliner, 1980, 1994a). Las características morfológicas del género incluyen una rádula triserrada (un diente raquídeo denticulado y un lateral a cada lado), fuertes mandíbulas, esquinas propodiales en el pie y ano pleuropróctico. Las formas de los rinóforos son variadas; los ceratas y el cuerpo son de colores brillantes.

### **Distribución y abundancia en el Pacífico y el mundo**

Existen más de 54 especies del género *Flabellina* distribuidas en zonas frías, templadas y tropicales; Gosliner y Kuzirian (1990) examinaron las relaciones filogenéticas y sistemáticas de esta familia. Habitando en una variedad de ambientes: arrecifes, zonas rocosas y arenosas.

Se conocen 14 especies de *Flabellina* para el Pacífico oriental, de las cuales ocho se han reportado en México (Hermosillo et al., 2006). Dos de ellas en zona templada (al norte de Bahía Magdalena): *F. iodinea* y *F. trilineata* y seis en Bahía de Banderas, cinco de las cuales son comunes desde el Golfo de California hasta América central (Gosliner y Kuzirian, 1990; Gosliner, 1994a; Angulo-Campillo, 2003; Hermosillo, 2004; Hermosillo y Behrens, 2005; Padilla-Verdín, 2005; Camacho-García et al., 2005). Mientras que *Flabellina* sp. ha sido reportada solamente para Bahía de Banderas (Hermosillo et al., 2006).

### **Distribución y abundancia en Bahía de Banderas**

Cuatro especies constituyen más del 89% del total de individuos de *Flabellina* en Bahía de Banderas: *F. bertschi*, *F. cynara*, *F. marcusorum* y *F. telja*. La Tabla VIII muestra las abundancias de cada especie para las localidades. Estas especies estuvieron presentes en todos los sitios de muestreo. *Flabellina marcusorum* y *F. telja* son las más abundantes durante el periodo de estudio y juntas suman el 63.9% de los individuos de esta familia. Ambas especies son generalistas y se alimentan de diversas especies de hidroideos, por lo

que pueden ocurrir simultáneamente en diferentes localidades a lo largo del año. La abundancia relativa de las especies de *Flabellina* es variable en otras regiones (Angulo-Campillo, 2003), pero *F. marcusorum* parece ser la más común en su distribución geográfica conocida (Camacho-García et al., 2005; Hermsillo et al., 2006).

Tabla VIII. Abundancias de las seis especies de *Flabellina* en Bahía de Banderas.

	Amarradero	Pared	Torres	Iglesias	Majahuitas	Iguana	Arcos	Lindomar	Viuda	Escondido	Total de individuos registrados	Abundancia acum.	% Abundancia	% Acum.
<i>F. marcusorum</i>	171	144	137	219	197	140	197	90	464	23	1782	1782	35.7	
<i>F. telja</i>	30	18	82	121	257	411	210	211	24	45	1409	3191	28.2	63.9
<i>F. bertschi</i>	6	66	54	21	26	27	279	29	215	9	732	3923	14.7	78.6
<i>F. cynara</i>	0	11	13	3	5	6	64	172	241	39	554	4477	11.1	89.7
<i>F. vansyoci</i>	0	87	0	0	1	0	1	4	199	88	380	4857	7.6	
<i>Flabellina</i> sp.	0	1	10	0	0	1	125	0	0	0	137	4994	2.7	
<b>Totales</b>	<b>207</b>	<b>327</b>	<b>296</b>	<b>364</b>	<b>486</b>	<b>585</b>	<b>876</b>	<b>506</b>	<b>1143</b>	<b>204</b>	<b>4994</b>			
<b>%</b>	4.1	6.5	5.9	7.3	9.7	11.7	17.5	10.1	22.9	4.1				
<b>% Acum.</b>		10.7	16.6	23.9	33.6	45.4	62.9	73	95.9					

El 75% de las especies de *Flabellina* se observaron en localidades interiores de la bahía (Grupo 2) y el 40% en dos de ellas. Viuda (interior norte, Grupo 2-a) es la localidad con la mayor abundancia (1,143 individuos, 22.8%) con cinco de las especies presentes, cuatro de ellas en grandes números: *F. marcusorum*, *F. bertschi*, *F. cynara* y *F. vansyoci*, registrándose ahí el 43.5% y 52% de los individuos para estas últimas dos respectivamente. Las grandes abundancias de *Flabellina* en esta localidad se deben a la disponibilidad de alimento y hábitat adecuado por la importante cobertura de hidroideos que se observa ahí. En la otra localidad interior norte (Grupo 2-a) de la bahía, Escondido, también se registraron cinco de las especies de *Flabellina* aunque las poblaciones sostenidas ahí son considerablemente menores que en Viuda.



Arcos es la única localidad para la cual *Flabellina* sp. fue registrada. Es el segundo sitio con mayores abundancias (876 individuos, 17.5%). Esta diversidad y abundancias de *Flabellina* en Arcos responde a la igualmente diversa zona y variedad de hábitats muestreados, con profundidades de entre cinco y 25 metros en donde hay campos de rocas que se pueden voltear, paredes someras, paredes profundas, cobertura de algas, hidroideos, gorgonáceos, esponjas y corales. Las otras tres localidades interiores del sur de la bahía (Grupo 2-b), Majahuitas, Iguana y Lindomar, también tienen diversidad de *Flabellina* y abundancias importantes.

Robilliard (1970) estudió siete especies de *Dendronotus* en el área de Vancouver, estos dendronótidos se alimentan de hidroideos al igual que *Flabellina*. Encontró que las especies estenófagas de su estudio (*Dendronotus rufus* y *Dendronotus iris*) fueron las únicas que no encontró co-habitando, cuando el resto de las especies de *Dendronotus* tuvieron traslape de hábitats, esto se debe a su especificidad de hábitat y alimento. En Bahía de Banderas las dos especies de *Flabellina* estrictamente especialistas (*F. vansyoci* y *Flabellina* sp.) tampoco se encontraron en localidades comunes. *Flabellina vansyoci* se encuentra en las localidades norte del interior y en una localidad exterior mientras que *Flabellina* sp. se encuentra solamente en Arcos (interior sur, Grupo 2 b, Figura 22).

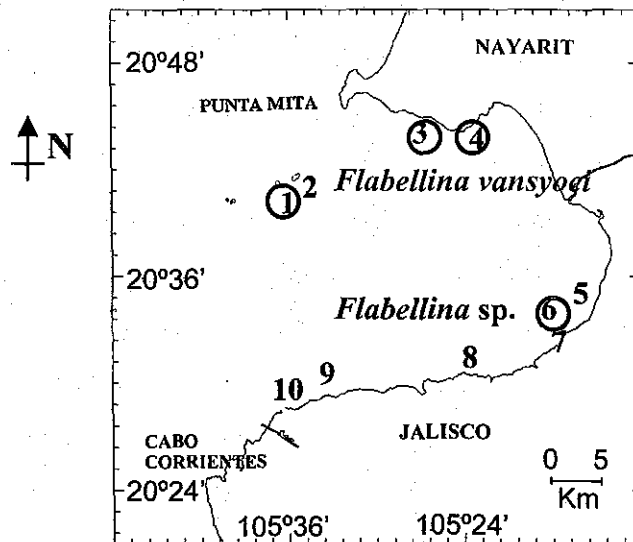


Figura 22. Distribución de *Flabellina vansyoci* y *Flabellina* sp.

## Estacionalidad

Se llevaron a cabo pruebas de Kruskal-Wallis para determinar si había diferencias estadísticas entre las abundancias (ind/hora) reportadas para cada temporada climática. Se encontró estacionalidad ( $p < 0.05$ ) para tres de las especies de *Fabellina*: *F. marcusorum*, *F. telja* y *F. vansyoci*. No se encontró estacionalidad ( $p > 0.05$ ) para las otras tres especies: *F. bertschi*, *F. cynara* y *Flabellina* sp.

*Flabellina marcusorum* presenta un marcado patrón estacional (Figura 23). Tiene un pico de población durante la temporada WH, su abundancia disminuye en la temporada DW, los números son bajos en la temporada DC y aumentan nuevamente en la siguiente WH. Este comportamiento cíclico de la población se debe a que los organismos se establecen y crecen rápidamente cuando la temperatura del agua aumenta abruptamente (aproximadamente 5°C entre los meses de mayo y junio) y se observa mayor disponibilidad de alimento (hidroideos). Las oviposiciones son más numerosas en la temporada de verano (WH).

*Flabellina telja* presentó grandes abundancias en 2002 y las primeras dos temporadas de 2003. En la Figura 23 se aprecia que los números de esta especie cayeron significativamente durante las temporadas de lluvias (WH) y se mantuvieron bajos el resto del período de estudio. Las localidades Iguana y Majahuitas (los sitios con mayor abundancia de esta especie al principio del estudio) son sitios cercanos a ríos y arroyos. El explosivo crecimiento de la zona sur de la bahía (entre viejo Vallarta y Cabo Corrientes, abarcando las dos localidades mencionadas) y la subsecuente deforestación aumenta los sedimentos acarreados y depositados en las áreas costeras durante la temporada de lluvias. Estos sedimentos sofocan a los animales filtradores. Es muy posible que el hidroideo predilecto de *Flabellina telja* sea más sensible a estos sedimentos, y al disminuir la presa disponible se han reducido los números de esta especie. Los datos parecen indicar que el alimento favorecido por *F. telja* en estos dos sitios no se recupera durante las temporadas DW y DC (sin lluvias) y por eso las abundancias continúan bajas.

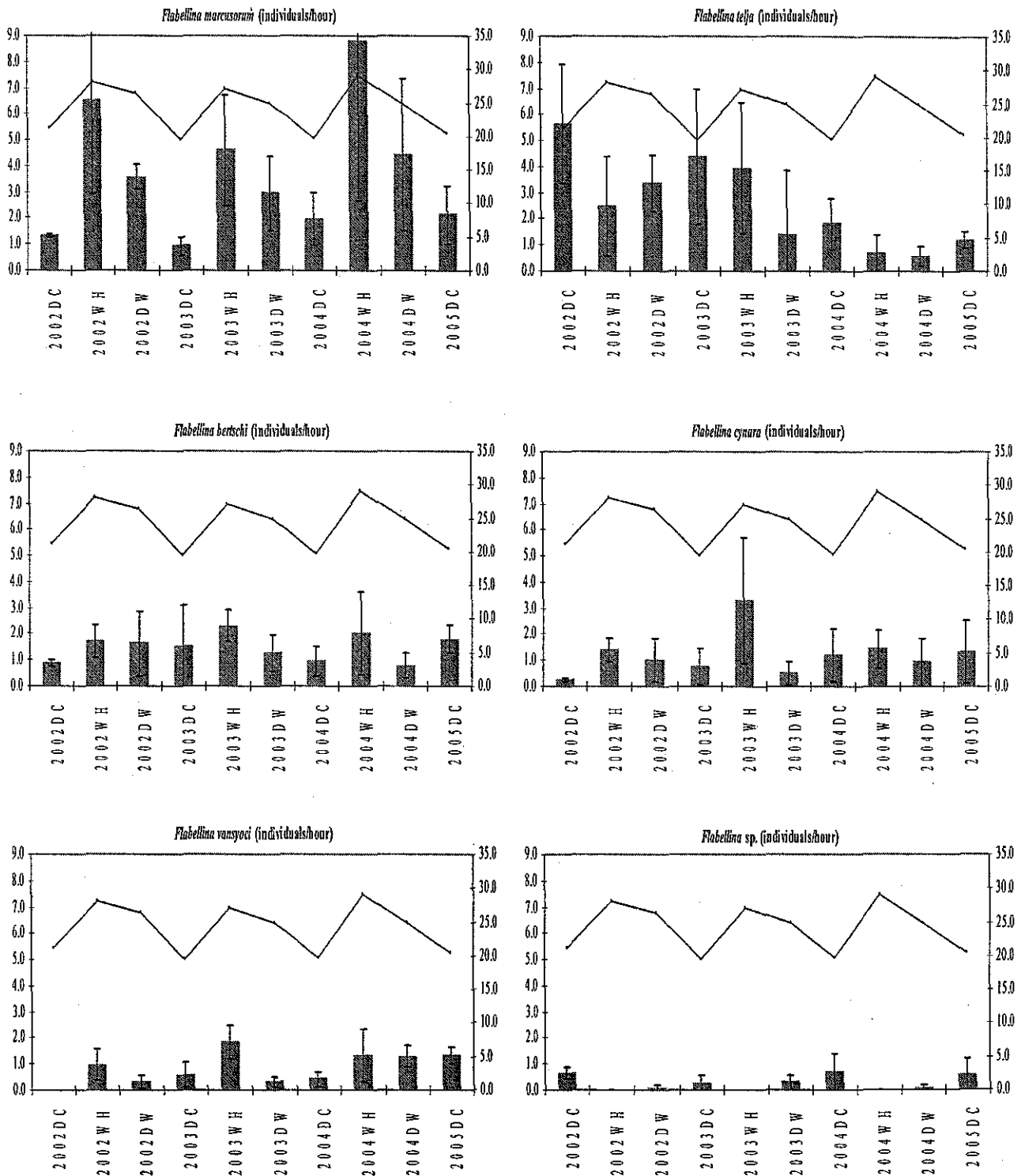


Figura 23. Abundancias ind./hora de *Flabellina marcusorum*, *Flabellina telja*, *Flabellina bertschi*, *Flabellina cynara*, *Flabellina vansyoci* y *Flabellina sp.*, la línea es la temperatura del agua en °C.

Será necesario llevar a cabo muestreos durante temporadas posteriores para evaluar si los números de *F. telja* se han recuperado desde la última temporada muestreada en el presente estudio o si el continuo desarrollo sigue impactando las zonas costeras antes mencionadas y verificar si se puede detectar impacto en alguna otra especie de opistobranquio.

*Flabellina marcusorum* y *F. telja* son especies abundantes y se alimentan de una variedad de hidroideos en diferentes hábitats, sin indicación de que compitan por el mismo alimento. Sin embargo, la disminución en los números de *F. telja* durante el segundo año parecen indicar que su presa predilecta disponible se redujo mientras que la de *F. marcusorum* no.

La población de *Flabellina vansyoci* tiene abundancias poco variables y generaciones continuas (Figura 23), los juveniles coexisten con los adultos y las oviposiciones (Hermosillo et al., 2006) se observan a lo largo del año, pero tiene un pico de población en la temporada WH. *Flabellina vansyoci* es estrictamente especialista, ya que solamente se encuentra alimentándose de una especie de hidroideo ramificado atecado, con pólipos anaranjado brillante, *Eudendrium* sp., el cual tiene colonias estables a lo largo del año, pero su presencia o ausencia limita los números de localidades en las cuales se encuentra *F. vansyoci*. Esta especie de *Flabellina* está presente solo en los dos sitios del interior norte (Escondido y Viuda, Grupo 2-a) y en uno de los sitios del exterior de la bahía (Pared, Grupo 1). Estas tres localidades tienen características muy diferentes entre sí, pero el hidroideo en donde se encuentra *F. vansyoci* tiene en ellas colonias siempre presentes en áreas definidas. Se ha encontrado antes para especies estenófagas que se alimentan de un hidroideo particular (Robilliard, 1970), no es inusual tener generaciones que continuas, con traslape entre sí que corresponden a una población estable y abundante de su presa. Aunque la longevidad de la mayoría de las especies de hidroideos se desconoce, se estima de 10 a 40 años para algunas especies, como por ejemplo *Cerianthus* (Hyman, 1940). Esto explica una población constante y siempre presente de *Flabellina vansyoci* en las colonias del *Eudendrium* del cual se alimenta.

En la Figura 23 no se distinguen generaciones para *Flabellina bertschi*; no presenta variaciones importantes durante el periodo de estudio, con adultos, juveniles y

oviposiciones presentes a lo largo del año. Se encuentra principalmente localidades interiores de la bahía (Grupo 2), con mayores abundancias en Arcos (279) y Viuda (215).

Para *Flabellina cynara* tampoco se observan generaciones definidas en la Figura 23. No obstante, se tiene un valor notablemente alto que corresponde a 15 ind./hora (un total de 32 especímenes) observados durante el mes de enero de 2004 en Lindomar (Grupo 2-b); este pico de población no se registró nuevamente para otra localidad o estación de muestreo. Posiblemente *Flabellina cynara* presenta generaciones discretas con una duración muy corta y la probabilidad de que el muestreo coincida con este pico es remota. Este tipo de picos poblacionales de corta duración son comunes en aeólidos (Todd, 1981), aunque no son únicos de este grupo. Durante los 37 meses de muestreo se registraron picos de población en una sola ocasión para otras especies que no son eólidos, como *Okenia mexicorum*, (Iguana en noviembre de 2003, 38 individuos en 3.5 horas); *Favorinus* sp. 1 (Arcos en junio de 2002, 20 individuos en 2.1 horas); *Aeolidiella chromosoma* (Pared en mayo de 2004, 25 individuos en 1.4 horas); *Doto lancei* (Lindomar en agosto de 2003, 39 individuos en 1.8 horas) y *Hermosita hakunamatata* (Pared en junio de 2003, 26 individuos en 2.3 horas), por mencionar algunos. En este tipo de poblaciones, el alimento es un factor limitante capaz solamente de sostener un nivel de población que permanece estable durante el resto del ciclo con adultos, juveniles y oviposiciones se encuentran presentes el resto del año. *Flabellina cynara* tiene un patrón vital similar a *F. bertschi* con abundancias continuas pero bajas y con picos periódicos que no son predecibles.

Para *Flabellina* sp. se puede observar un patrón estacional (Figura 23) en el que las abundancias disminuyen en los meses WH, desaparecen en los meses DW y aparecen nuevamente en la temporada DC, (cuando la temperatura del agua disminuye a unos 19 ó 20°C). Este es un ciclo muy marcado aunque el número de individuos resultó demasiado pequeño para mostrar diferencias estadísticas. Esta especie es de crecimiento rápido, ya que se observan adultos en reproducción desde el inicio del ciclo de vida y prácticamente no se observan juveniles. La rapidez de crecimiento hasta alcanzar la madurez sexual ha sido reportada anteriormente para eólidos. Rudman (1979) lo relaciona a animales que se alimentan de hidroideos como una adaptación a su fuente alimenticia transitoria, como es el

caso del hidroideo del cual *Flabellina* sp. se alimenta, presente solamente en los meses DC. El patrón común es el desarrollo rápido de una población grande sobre una colonia o colonias de hidroideos con la subsecuente muerte de la misma. Este crecimiento rápido permite que pongan los huevos antes de que se agote la fuente alimenticia (Rudman, 1979).

## **Historia natural**

### Hábitat

Las especies de *Flabellina* en Bahía de Banderas se encuentran viviendo en paredes o sobre rocas, entre hidroideos o zonas con importante cobertura de hidroideos. Tienen brillantes colores pero *Flabellina marcusorum* y *F. cynara* son las más conspicuas, ya que las otras viven entre los tallos y los hidrantes de los hidroideos cuyas coloraciones asemejan.

### Alimentación

Las especies de *Flabellina* en Bahía de Banderas parecen favorecer hidroideos del género *Eudendrium* como alimento por ser estos los más abundantes, esto se ha observado en otras zonas, (Megina, 2001) reportó las dos especies de *Flabellina*: *Flabellina ischitana* y *Flabellina affinis* en el Estrecho de Gibraltar, España, con preferencia alimentaria sobre especies de ese género de hidroideo. Aun así, *F. marcusorum*, *F. telja*, *F. bertschi* y *F. cynara* parecen ser especies oportunistas y se alimentan de otros géneros de hidroideo. *F. vansyoci* y *Flabellina* sp. se encuentran en especies particulares de *Eudendrium* y son estrictamente estenófagas. Parecería que las preferencias alimentarias ayudan a particionar su ambiente y explicarían la distribución de las especies de *Flabellina* en algunos sitios y otros no. No obstante, la dificultad para identificar hidroideos en campo (Robilliard, 1970) y la falta de conocimiento sobre la fauna de este grupo en la bahía, no permite hacer análisis más profundos sobre esta partición del recurso.

### Reproducción

La oviposición de *Flabellina marcusorum* es color rosa mexicano, con múltiples puestas por adulto en forma de hilos enredados en la base del hidroideo, más abundantes durante los meses de agua caliente (WH). *Flabellina telja* tiene oviposición de color rosa pálido, usualmente una masa por adulto en forma de espirales delgadas de 2-3 vueltas puestos

sobre el sustrato. Las oviposiciones de ambas especies se muestran en la Figura 21-A y B. *Flabellina bertschi* tiene una masa de huevos blanca y se observa sobre un hidroideo atecado con un perisaco café y pólipos rosas, *Eudendrium* sp. (Behrens y Hermosillo, 2005).

Tabla IX. Síntesis de observaciones sobre la historia natural de las especies de *Flabellina*.

Especie	<i>F. marcusorum</i>	<i>F. telja</i>	<i>F. vansyoci</i>	<i>F. bertschi</i>	<i>Flabellina</i> sp.	<i>F. cynara</i>
Distribución conocida	Golfo de California a Ecuador; Caribe.	Golfo de California a Panamá.	Golfo de California a Panamá.	Sur de California a Panamá.	Solamente Bahía de Banderas.	Golfo de California a Panamá.
Distribución en las localidades de Bahía de Banderas	Las 10 localidades.	Las 10 localidades.	Viuda, Pared, Escondido.	Las 10 localidades.	Solamente Arcos.	Todas excepto Amarradero.
Tipo de distribución espacial	-	-	Gregaria.	Gregaria.	Gregaria.	-
Estacionalidad	Si, en el verano.	Si, en invierno.	Si, en verano.	No.	Si, en el invierno.	No.
Profundidades	Submareal somero, de 1 m o más.	Intermareal a submareal somero.	Submareal somero, de 3 m o más.	Submareal, de 10 m o más.	Submareal, de 15 m o más.	Submareal, de 4 m o más.
Capacidad de natación	No.	Si, doblando el cuerpo.	No.	No.	No.	Si, moviendo los ceratas.
Presa	<i>Eudendrium</i> sp. (rosa) y otros.	Varias especies de hidroideos.	<i>Eudendrium</i> sp. (naranja brillante).	<i>Eudendrium</i> sp. (naranja-rojizo) y otros.	<i>Eudendrium</i> sp. (naranja-rojizo).	Varias especies de hidroideos (incluyendo <i>Tubularia</i> ).
Especificidad en presa	No.	No.	Si.	No.	Si.	No.
Color de la oviposición	Rosa mexicano.	Rosa pálido.	Rosa mexicano.	Blanco.	Naranja.	Blanco.
Características de la oviposición	Múltiples puestas por adulto. Hilos enredados en la base del hidroideo.	Una masa por adulto, espirales delgadas de 2-3 vueltas puestos sobre el sustrato.	Múltiples puestas por adulto. Hilos enredados en las puntas del hidroideo.	Una o dos masas por adulto. Espirales de hilos delgados, puestos en la parte central del tallo del hidroideo.	Una o dos masas por adulto. Hilos delgados y de múltiples vueltas puestos en la porción distal del hidroideo.	Una masa por adulto, los espirales puestos sobre el sustrato.
Diámetro de los huevos (µm)	<73	66.1 ± 0.6 (4)	--	--	<74	--
Periodo embrionario (días)	--	4	--	--	5	--
Longitud del juvenil al eclosionar (µm)	--	123.7 ± 3.7 (10)	--	--	99.6 ± 4.9 (5)	--
Modo de desarrollo	Planctotrófico.	Planctotrófico.	--	--	Planctotrófico.	--

La masa de huevos de *Flabellina cynara* es blanca en forma de espirales puestos sobre el sustrato, usualmente una masa por adulto. *Flabellina vansyoci* se encuentra en profundidades mayores a tres metros. La presencia de esta especie se ha observado en pequeñas áreas dentro de cada localidad en donde ocurren importantes colonias del hidroideo del cual se alimenta (Figura 21-D y E).

*Flabellina* sp. 1 se encontró solamente en la localidad Arcos. Es estrictamente especialista y su presa vive en la parte en donde la pendiente se convierte en pared vertical a profundidades entre los 15 y 22 metros. La masa de huevos es rosa-naranja pálido (Figura 21-D) en donde también se ilustra su presa: hidroideo atecado con pólipos pequeños, de color rosa-anaranjado y un perisaco café, con pocas anulaciones, perteneciente al género *Eudendrium*.

#### *Hypselodoris agassizii* y *Glossodoris sedna* en Bahía de Banderas

##### **Generalidades**

*Hypselodoris agassizii* y *Glossodoris sedna* (Figura 24-A y B) son dóridos de la familia Chromodorididae; las especies de esta Familia se alimentan de esponjas, y son especies de gran colorido (por eso su nombre), es de las familias de opistobranquios más abundantes en el mundo (Bertsch, 1978). La distribución geográfica conocida para *H. agassizii* es desde el Golfo de California hasta Ecuador y *G. sedna* desde el Golfo de California hasta Ecuador y el Caribe. Diversos químicos se han extraído de los Chromodorididae: *H. agassizii* tiene el metabolito *Agassiziin* (Hochlowksi et al., 1982) estudiado por primera vez a partir de 70 especímenes colectados en Bahía de Banderas y *G. sedna* tiene el metabolito *Sednolide* (Kerstitch & Bertsch, 1984).

##### **Distribución y abundancias en el Pacífico mexicano y el mundo**

En el Pacífico mexicano se conocen 24 especies de la familia Chromodorididae (Hermosillo et al., 2006); ocho son especies templadas y una se ha reportado solamente dentro del Golfo de California. Como se ha mencionado anteriormente, Bahía de Banderas se encuentra en la zona de transición entre las subprovincias biogeográficas del Golfo de



California y Mexicana (Brown y Lomolino, 1998). Para determinar cuál es la afinidad en la composición y abundancias de especies de Chromodorididae en Bahía de Banderas, se compararon los resultados del presente estudio con estudios en las dos subprovincias. En Bahía de Banderas se registraron 13 especies de Chromodorididae, *H. agassizii* y *G. sedna* constituyen el 74% de los individuos observados para esta familia (Tabla X).

En la zona de La Paz, Angulo-Campillo (2003) encontró una composición similar especies de Chromodorididae, con 12 especies de las cuales ocho son comunes a Bahía de Banderas, sin embargo, su abundancia relativa es muy diferente, *H. agassizii* fue el 7.7% y *G. sedna* 3.3% de los individuos observados; las especies más abundantes *Glossodoris dalli* con el 28.6% y *Chromodoris norrisi* con el 24%. Estas observaciones son consistentes con lo reportado para Bertsch (1973) para otras localidades en el sur del Golfo de California, incluyendo Cabo Pulmo (obs. pers. 2004).

En otros estudios en la subprovincia mexicana, se encontró que al igual que en Bahía de Banderas, *Hypselodoris agassizii* y *Glossodoris sedna* son las especies de Chromodorididae que presentan mayores abundancias relativas. En las Islas Revillagigedo, Colima (obs. pers. 2004 y 2005) se encontraron solamente tres especies de Chromodorididae de las cuales 87% son *Glossodoris sedna*, una de las otras dos especies es un cromodórido no descrito que parecería ser endémica del Archipiélago, *Chromodoris* sp. 1 (Hermosillo et al., 2006). En Isla Isabel, Nayarit (obs. pers., 2002 a 2005), son el 59% de 10 especies; en las costas de Colima a Guerrero (Hermosillo & Behrens, 2005) el 47% de nueve especies; en Parque Nacional de Coiba, Panamá (Hermosillo, 2006 y Hermosillo & Camacho-García, 2006) el 38% de 10 especies y en las Islas Murciélagos, Costa Rica (obs. pers., 2005) el 47% de nueve especies. En conclusión, esta información indica que la composición y abundancias de las especies de Chromodorididae de Bahía de Banderas se parece más a subprovincia mexicana (hacia el sur). Análisis similares sobre otras familias del orden Nudibranchia ayudarán a determinar en cuántos grupos se repite esta afinidad de Bahía de Banderas hacia el sur.

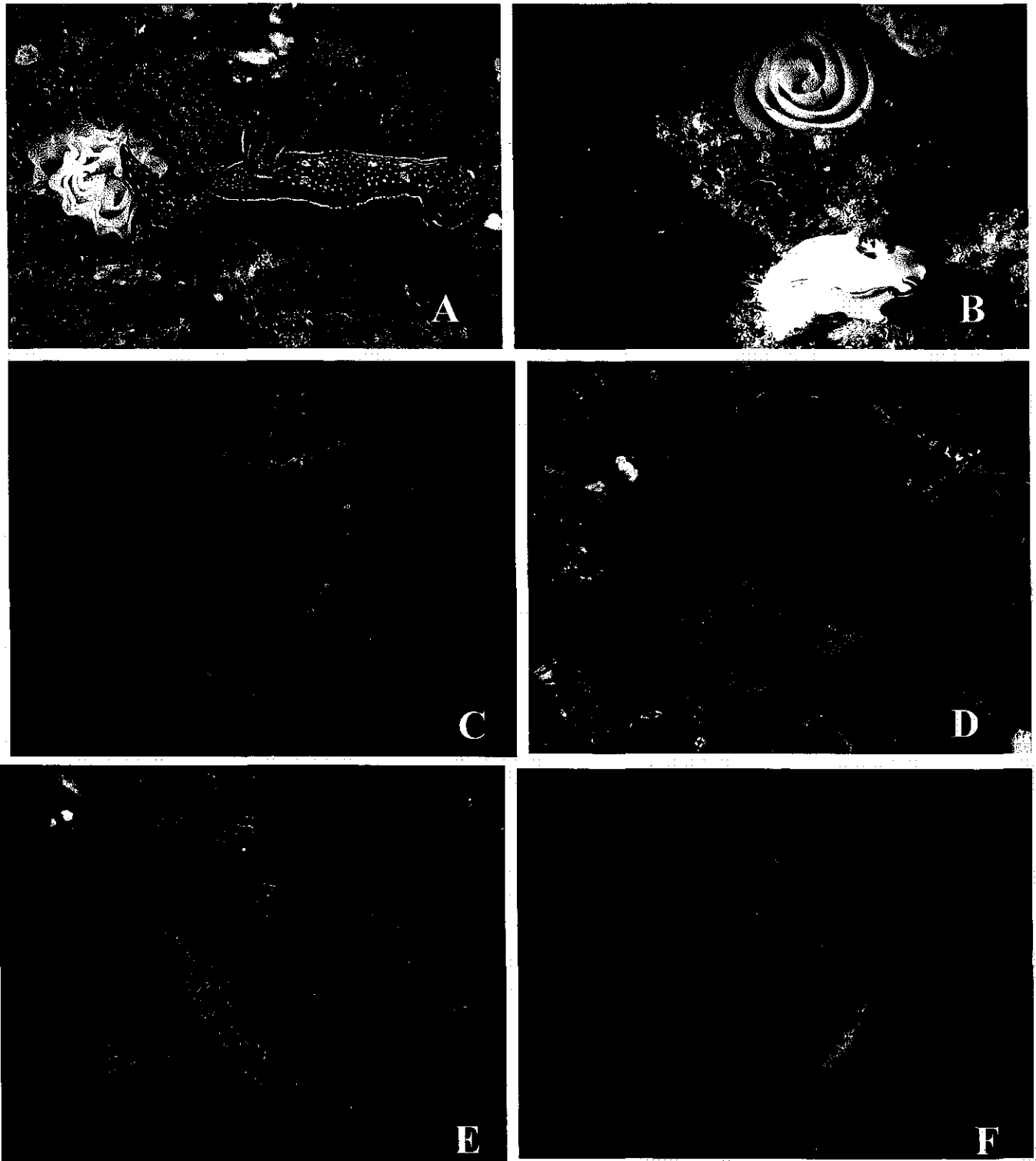


Figura 24. Fotografías de seis especies de opistobranquios. A. *Glossodoris sedna*; B. *Hypselodoris agassizii*; C. *Tyrodina fungina*; D. *Tambja abdere*; E. *Lomanotus vermiformis*; F. *Tritonia pickensi*.

## Distribución y abundancia en Bahía de Banderas

*Hypselodoris agassizii* se encuentra principalmente en localidades de la zona interior norte de la bahía (Grupo 2-a). El mayor número de individuos se observó en Escondido (555) y después en Viuda (304) lo cual representa el 50% de los individuos registrados. En contraste, *Glossodoris sedna* se encuentra distribuido más uniformemente en toda la bahía. En términos generales, se observó que en la mayoría de las localidades, una de las dos especies es considerablemente más abundante que la otra (Tabla X). Para Arcos, Pared y Torres, se observan abundancias más grandes para *G. sedna* que para *H. agassizii*; esto es opuesto para Escondido, Lindomar y Viuda (Figura 25). En Iguana ambas especies se registraron solo esporádicamente y en Amarradero en una proporción más o menos equitativa.

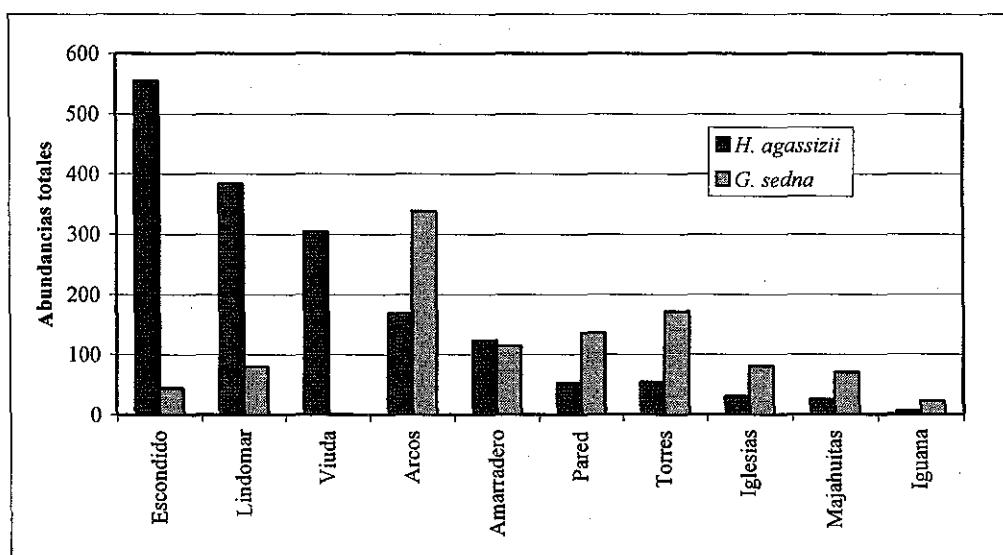


Figura 25. Abundancias totales de *H. agassizii* y *G. sedna* en las 10 localidades.

El resto de las especies de Chromodorididae tiene mayores abundancias en localidades del interior de la bahía (Grupo 2), en donde se pueden contar dos excepciones, *Chromodoris marislae* y *C. norrisi* que han sido observadas en números muy bajos.

La afinidad de estas especies hacia las localidades del interior de la bahía puede estar relacionada con la distribución de su alimento (esponjas). La identificación de esponjas en el campo es prácticamente imposible (Carballo et al., 2003, 2004), de forma que sería

necesario llevar a cabo más estudios faunísticos sobre esponjas para saber cuáles especies se encuentran disponibles para los Chromodorididae en cada zona de la bahía.

### Estacionalidad

Se utilizaron los datos de abundancias de las temporadas para determinar si alguna de las dos especies presenta estacionalidad. Se hizo una prueba de Kruskal-Wallis y no se encontraron diferencias significativas entre las temporadas ( $p > 0.05$ ). En las gráficas para estas especies (Figura 29) se observan los valores más o menos constantes a lo largo del periodo de estudio. Debido a que los dóridos esponjívoros son capaces de variar su alimentación para adecuarse a la disponibilidad de presas (Megina et al., 2002), los ciclos climáticos parecen no influir en su temporalidad.

Tabla X. Abundancias de las especies de dóridos de la familia Chromodorididae encontradas en Bahía de Banderas.

	Amarradero	Arcos	Escondido	Iglesias	Iguana	Lindomar	Majahuitas	Pared	Torres	Viuda	Total de individuos	Abundancia acumulada	% Abundancia	% Acum.
<i>H. agassizii</i>	123	169	555	30	6	384	25	52	54	304	1702	1702	45	45
<i>G. sedna</i>	114	338	44	80	22	80	70	136	171	1	1056	2729	28.4	73.5
<i>G. dalli</i>	53	123	68	13	11	14	35	32	33	2	384	3113	10.3	83.8
<i>C. sphoni</i>	23	14	7	6	19	37	6	13	4	9	138	3251	3.71	87.5
<i>M. tura</i>	6	21	2	4	19	3	20	1	1	30	107	3358	2.88	90.4
<i>C. luarna</i>	2	16	46	0	4	19	4	0	0	0	91	3449	2.45	92.8
<i>Cadlina sp. 1</i>	4	9	23	0	1	47	0	0	0	1	85	3534	2.29	95.1
<i>G. baumanni</i>	5	4	2	15	8	21	10	2	3	11	81	3615	2.18	97.3
<i>M. antonii</i>	8	7	0	3	3	12	1	0	1	15	50	3665	1.35	98.7
<i>C. sparsa</i>	1	3	1	0	2	10	3	2	0	0	22	3687	0.59	99.2
<i>C. marislae</i>	8	3	0	4	1	0	1	2	2	0	21	3708	0.57	99.8
<i>T. evelinae</i>	0	2	0	0	1	0	1	3	1	1	9	3729		
<i>C. norrisi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3738		
<b>Totales</b>	<b>348</b>	<b>710</b>	<b>719</b>	<b>155</b>	<b>96</b>	<b>627</b>	<b>178</b>	<b>240</b>	<b>269</b>	<b>373</b>	<b>3747</b>			
<b>%</b>	<b>9.4</b>	<b>19.1</b>	<b>19.4</b>	<b>4.2</b>	<b>2.6</b>	<b>16.9</b>	<b>4.8</b>	<b>6.5</b>	<b>7.2</b>	<b>10.0</b>				
<b>% Acum.</b>		<b>28.5</b>	<b>47.8</b>	<b>52</b>	<b>54.6</b>	<b>71.5</b>	<b>76.3</b>	<b>82.7</b>	<b>90</b>	<b>100</b>				

## **Historia natural**

### Hábitat

Ambas especies de dórido se observan sobre paredes o rocas. *Glossodoris sedna* es más vistoso que *Hypselodoris agassizii*, ya que el segundo tiene líneas interrumpidas y puntos que hacen que se confunda contra el sustrato (Bertsch, 1978c). *Glossodoris sedna* se encuentra típicamente con la cabeza metida entre grietas y huecos dejando visible la parte posterior de su cuerpo; al igual que algunas otras especies de *Glossodoris*, mueve su branquia rítmicamente para promover el intercambio de oxígeno (Behrens, 2005; Behrens y Hermosillo, 2005).

### Alimentación

La forma más eficiente de estudiar la alimentación de nudibranquios especializados en el consumo de esponjas, es examinar sus heces fecales para detectar la presencia de espículas (Light et al., 1954; Bloom, 1974, 1976, 1981).

En estudios realizados en Nayarit (Hochlowski et al., 1982) y en Mazatlán, Sinaloa (Padilla-Verdín, 2005) encontraron que *Hypselodoris agassizii* y *Glossodoris sedna* se alimentan de un promedio de 18 especies de Demospongias; siendo más variada la dieta de *G. sedna* que la de *H. agassizii*. Dos especies de esponjas (*Haliclona caerulea* y *Tethya taboga*) fueron las predilectas. Durante el periodo de estudio en Mazatlán, estas dos especies de esponja no presentaron grandes abundancias (Padilla-Verdín, 2005) lo cual habla de que estos dóridos tienen cierto grado de especificidad en su alimentación prefiriendo ciertas especies de esponjas que no necesariamente son las más abundantes. En un estudio de alimentación del dórido esponjívoros *Platydoris argo* en dos localidades del estrecho de Gibraltar, Megina et al., (2002) encontraron que este dórido se alimenta exclusivamente de un grupo de esponjas, pero dentro de ese grupo, su alimentación se adapta a los patrones de disponibilidad de las esponjas en diferentes sitios. En la localidad con menor diversidad de esponjas, la dieta de *P. argo* incluyó más especies y fue menos selectiva; en contraste, en otra localidad con una fauna de esponjas claramente más diversa y abundante, la dieta fue más selectiva y se enfocó en una sola especie. La presencia constante de *H. agassizii* y *G. sedna* a lo largo del periodo de estudio parece reflejar su

capacidad para adaptar su dieta a la cambiante disponibilidad de especies de esponjas. Dada su abundancia (Figura 25) en las localidades de Bahía de Banderas, debe estudiarse la posibilidad de que exista competencia entre ellas por algunas especies de esponjas y por qué la composición (abundancia y diversidad) en Amarradero permite que se encuentren en más o menos las mismas proporciones.

### Reproducción

Las oviposiciones de estas especies son espirales blancas, la diferencia radica en que la de *H. agassizii* es ondulada (Figura 24-A) y la de *G. sedna* no (Figura 24-B). Durante el periodo de estudio se observaron pocas oviposiciones de cada especie, esto es posiblemente debido a que ambas ponen sus huevos dentro de grietas o huecos y no son tan evidentes, por lo que no se dispone de suficientes datos de campo para determinar con certeza sus ciclos de vida en términos de la presencia y abundancias de masas de huevos. No obstante, se puede asumir que su ciclo de vida es anual como la mayoría de los dóridos (Franz, 1975; Todd, 1981), y que las generaciones se traslapan y por eso se observan números más o menos constantes de adultos y juveniles todo el año a lo largo del periodo de estudio.

### *Tylodina fungina* en Bahía de Banderas

#### **Generalidades**

*Tylodina fungina* (Figura 24-C) es una especie perteneciente al orden Notaspidea. La delgada y frágil concha externa tiene forma de sombrilla; con protoconcha asimétrica de una y media vueltas hacia el centro. Su distribución geográfica conocida es desde el sur de California hasta Ecuador viviendo en aguas desde templadas hasta tropicales. El cuerpo del animal es de un color amarillo brillante que en términos generales puede retraerse debajo de su concha. Su dieta es estenófaga se basa específicamente en la esponja *Aplysina gerardogreeni* (Padilla-Verdín, 2005). Su ciclo de vida sobre esta esponja, de la cual obtiene su alimento y protección, está bien documentado (Becerro et al., 2003).

### Distribución y abundancia

Su distribución domina en localidades sur del interior de la bahía (Grupo 2-b, Tabla XI, Figura 26). El 75% de las observaciones ocurrieron en estas localidades, el resto en las cuatro localidades del exterior de la bahía (Grupo 1). El 60% de los especímenes se registraron en Arcos (729 individuos). *Tyrodina fungina* tiene un hábitat específico y conspicuo (la esponja amarillo brillante *Aplysina gerardogreeni*) por lo que es evidente que su distribución en Bahía de Banderas responde a la presencia de esta esponja, la cual no se encontró en las localidades norte del interior de la bahía (Grupo 2-a; Viuda y Escondido). En las localidades Iguana y Lindomar se observaron solamente colonias pequeñas de *Aplysina* ocasionalmente (Figura 26). Existen condiciones físicas comunes entre las cuatro localidades en que *T. fungina* no se encontró; todas ellas son cercanas a la orilla, con oleaje importante y presencia de sedimentos lodosos que posiblemente eviten el desarrollo de la esponja.

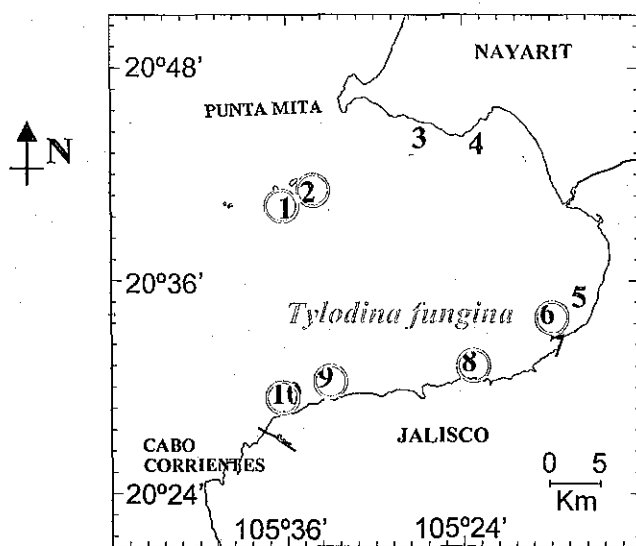


Figura 26. Distribución de *Tyrodina fungina* en Bahía de Banderas.

Tabla XI. Abundancias de *Tyrodina fungina* en las 10 localidades.

	Amarradero	Arcos	Escondido	Iglesias	Iguana	Lindomar	Majahuitas	Pared	Torres	Viuda	Totales
<i>Tyrodina fungina</i>	26	729	1	35	13	7	144	17	238	0	1210

## Estacionalidad

Utilizando los datos de abundancias (ind./hora) se realizó una prueba de Kruskal-Wallis en la que se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.5$ ) entre las abundancias observadas para temporadas climáticas. Las abundancias aumentan el mes de diciembre (mitad de la temporada DW, temperatura promedio de 25°C) y permanecen altas durante la estación DC. Las abundancias bajan a cero o casi a cero durante los meses de agua caliente (WH, junio, julio, agosto, septiembre y octubre) (Figura 29). Este patrón temporal se repite los tres años de muestreo. Tanto la esponja como la *Tyrodina* muy conspicuas y destacan del resto del sustrato por su coloración amarillo brillante. El comportamiento típico de *Tyrodina fungina* es que se observan organismos ocasionalmente, al empezar a disminuir la temperatura del agua se empiezan a encontrar múltiples individuos compartiendo una misma esponja, hasta 50 *Tyrodina* sobre una misma colonia de esponja, en donde también colocan sus numerosas oviposiciones (24-C). Antes de empezar la temporada en la que la temperatura del agua aumenta cerca del mes de mayo, las *Tyrodina* han consumido casi por completo con las esponjas y tanto las *Tyrodina* como la esponja prácticamente desaparecen. Durante los meses de agua caliente WH, las mermadas colonias de la esponja crecen nuevamente.

Debido a la notoriedad del ciclo de vida, se pudo comparar la temporalidad de *Tyrodina fungina* para diferentes zonas. Aquellas que se visitaron durante los meses coincidentes con la aparición de *T. fungina* en Bahía de Banderas (diciembre a mayo) fueron: Isla Isabel, Nayarit (obs. pers., 2002-2005), el 100% de los registros de *T. fungina* se hicieron en diciembre y marzo; y en Michoacán y Guerrero, donde en el mes de febrero se observaron 51 individuos, en más de la mitad de los sitios visitados (Hermosillo y Behrens, 2005).

Para muestreos llevados a cabo en las épocas del año en que la especie *T. fungina* es escasa en Bahía de Banderas, se tiene la siguiente información: para Bahía de Tortugas, Bertsch et al. (1999) reportan solamente un espécimen en el mes de junio; en Parque Nacional de Coiba (Hermosillo, 2004) se registraron 24 especímenes durante mayo; solamente un espécimen para las Islas Murciélagos, Costa Rica, durante el mes de julio (obs. pers., 2005) y cuatro en la zona de Cabo San Lucas durante el mes de octubre (obs. pers., 2004).



## **Historia natural**

### Hábitat

La esponja *Aplysina gerardogreeni* parece desarrollarse favorablemente en zonas con formaciones rocosas y paredes que ofrecen protección. Es la esponja más notoria y que forma colonias de mayor tamaño en Bahía de Banderas.

### Alimentación

Su preferencia alimentaria es estenófaga, alimentándose estrictamente de la especie de esponja *Aplysina gerardogreeni*. De acuerdo con otros estudios (Becerro et al., 2003), la especie mediterránea *Tyrodina perversa* parece preferir colonias de su esponja presa *Aplysina aerophoba* que sostienen simbiosis con una cianobacteria. Sería necesario hacer un estudio de alimentación de *T. fungina* en Bahía de Banderas para determinar si esta predilección se repite en la zona de estudio.

### Reproducción

La oviposición de *Tyrodina fungina* tiene la forma de espirales aplanados de color amarillo, con múltiples masas por adulto. Por su color y forma se confunden con la esponja (Figura 24-C) y aparecen durante los meses en los cuales se observan las mayores abundancias.

Habiendo estudiado la ecología de poblaciones de especies esponjívoras, en las que dos especies son generalistas (*Hypselodoris agassizii* y *Glossodoris sedna*) y la otra es estrictamente especialista (*Tyrodina fungina*) se contrasta como el conocimiento de la presa es angular para el conocimiento de la ecología de la especie, particularmente cuando la presa pertenece a grupos animales difíciles (o imposibles) de identificar en el campo.

Cuando la presa se tiene perfectamente identificada, se tiene información que permite explicar mejor las variables ambientales o biológicas que determinan la distribución de dicha presa y el opistobranquio. Cuando la presa no se tiene identificada, es muy importante llevar a cabo estudios de alimentación y de diversidad y abundancia de las especies presa ya que esta es una variable determinante en la distribución del opistobranquio.

## Tambja abdere en Bahía de Banderas

### **Generalidades**

La especie *Tambja abdere* (Figura 24-D), es un nudibranquio dórido que pertenece a la familia Polyceridae. Otras dos especies de esta familia que se encontraron en la zona de estudio fueron *Tambja eliora* y *Roboastra tigris*, (Hermosillo et al., 2006). Estas tres especies tienen una relación cercana entre ellas. Los nudibranquios del género *Roboastra* se alimentan de otros nudibranquios. *Roboastra tigris* se alimenta de las dos especies de *Tambja*: *T. abdere* y *T. eliora* aunque parece preferir *T. eliora* (obs. pers.). Ambas especies han desarrollado mecanismos de defensa contra su depredador. Además de tener químicos tóxicos, *Tambja eliora* huye realizando flexiones laterales de su cuerpo, deteniéndose cuando se aleja del peligro. Carté y Faulkner (1983, 1986) y Faulkner y Ghiselin (1983) estudiaron los metabolitos defensivos de *R. tigris*. Esta especie y sus presas *T. abdere* y *T. eliora* contienen tambjamina A-D las cuales obtienen de su alimento, el briozoo *Sessibugula translucens* (Hermosillo et al., 2006) y están implicadas en los mecanismos de defensa de las especies de *Tambja*.

### **Distribución en el Pacífico mexicano y el mundo**

Su distribución geográfica es amplia, las *Tambja* se conocen desde Bahía Magdalena (zona templada) hasta Panamá (zona tropical). El único espécimen que se encontró de *Roboastra tigris* en Bahía de Banderas durante el presente estudio es el reporte más al sur de esta especie. *Roboastra tigris* es reemplazada por *R. leonis* en distribuciones hacia el sur (Pola et al., 2005). En diferentes latitudes las abundancias relativas entre estas especies se comportan distinto. Para Bahía de Los Ángeles, la proporción reportada por Bertsch et al., (1998) es 2:1 entre *T. abdere* y *T. eliora*. En las Islas Murciélagos, Costa Rica, la proporción encontrada fue 1:1 para las *Tambja* y de 1:9 entre *R. leonis* y las *Tambja* (obs. pers. 2005); para Zihuatanejo, Guerrero la proporción fue 1:9 entre *T. eliora* y *T. abdere*, no se encontraron especímenes de *Roboastra* (Hermosillo & Behrens, 2005).

### Distribución en Bahía de Banderas

En Bahía de Banderas, *T. eliora* y *R. tigris* se observaron esporádicamente. Las tres especies tienen distribución exclusiva en el exterior de la bahía (Grupo 1, Tabla XII, Figura 27). Solamente en estas localidades se encuentra presente la presa de *Tambja*, el briozoo *Sessibugula* en grandes colonias. Ocasionalmente se observan pequeñas colonias en otras localidades como Arcos y Majahuitas, en donde se registró esporádicamente la *Tambja*.

En otras zonas, *T. abdere* tiene también una distribución discontinua, registrándose en algunos sitios solamente (Angulo-Campillo, 2003; Bertsch et al., 1998; Padilla-Verdín, 2005; La Paz, Baja California Sur, obs. pers.). Esto sugiere que el briozoo *Sessibugula translucens* y la *Tambja* requieren de hábitats muy específicos para desarrollarse exitosamente. En estudios futuros, se podrían medir variables para determinar cuáles son las características de los sitios localizados en donde habitan *T. abdere* y *T. eliora* en zonas como Bahía de Mazatlán, Bahía de La Paz, Ixtapa-Zihuatanejo y Bahía de Los Ángeles por mencionar algunos de aquellos sitios en los que se cuenta con reportes de presencia localizada de dichas especies. El briozoo *Sessibugula translucens* es quebradizo y forma colonias delicadas, por que se supondría que requiere de corrientes y oleajes en intensidades moderadas: suficiente corriente para que el briozoo filtrador reciba su alimento, pero no lo demasiado fuerte como para que sea arrancado del sustrato.

Tabla XII. Abundancias en las localidades de *Tambja abdere*, *Tambja eliora* y *Roboastra tigris* en Bahía de Banderas.

	Amarradero	Arcos	Escondido	Iglesias	Iguana	Lindomar	Majahuitas	Pared	Torres	Viuda	Total	%	% Acum.
<i>Tambja abdere</i>	244	3	65	299	0	0	8	454	451	0	1524	99	99
<i>Tambja eliora</i>	3	0	0	2	0	0	0	3	2	0	10	0.65	99.65
<i>Roboastra tigris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.006	100
<b>Totales</b>	248	3	65	301	0	0	8	457	453	0	1535		
%	16.2	0.2	4.2	19.6	0	0	0.5	29.7	29.5	0			
		16.4	20.6	40.2	40.2	40.2	40.7	70.4	99.9				

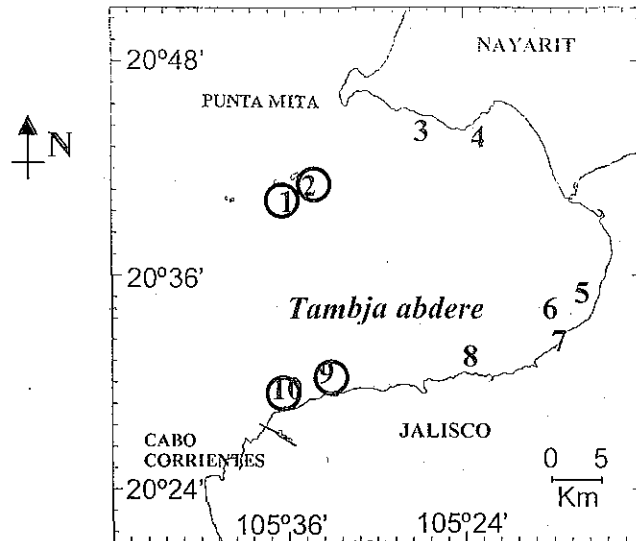


Figura 27. Distribución de *Tambja abdere* en Bahía de Banderas.

### Estacionalidad

Se llevó a cabo una prueba de Kruskal-Wallis con los datos de abundancias para determinar si *Tambja abdere* presenta estacionalidad, lo cual no se pudo demostrar estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Aun así, en la gráfica de abundancias en las temporadas (Figura 29) se observó un patrón de estacionalidad. Los primeros dos periodos de estudio se presentan picos en la población que empiezan los meses DC y llegan a su valor más alto durante WH. En el tercer ciclo de muestreo el pico aparece en DC y la población no alcanza valores mínimos como los de los dos ciclos 2002 y 2003. *Tambja abdere* es especialista en su hábitat y alimentación y presenta una generación al año. Su distribución se restringe a los sitios de la bahía en que se encuentra su presa de la cual sigue el patrón estacional.

### Historia natural

#### Hábitat, alimentación y reproducción

*Tambja abdere* es especialista y se alimenta de briozoos, casi exclusivamente de la especie *Sessibugula translucens*, no obstante, se observaron un par de individuos alimentarse de un briozoo ramificado *Bugula* sp. en la localidad Pared.

La oviposición de *Tambja abdere* es un listón de color rosa el cual fue observado solamente tres veces (todas ellas en las caras anteriores de macro algas como *Padina* y *Sargassum*); en una ocasión se observó un individuo en el momento de la oviposición (Figura 24-D). De tal manera que la presencia de masas de huevos no pudo utilizarse para conocer el ciclo de vida de la especie, pero sí la ciclicidad de su presa y la tendencia de sus abundancias a lo largo del tiempo. Se supone que esta especie, como la mayoría de los dóridos es anual (Todd, 1981). Bertsch (2002) encontró otra especie de dórido cuyo comportamiento reproductivo y ciclo de vida están estrechamente ligados tanto a su presa como a macroalgas. El nudibranquio *Doriopsilla gemela* en Bahía de Los Ángeles, Golfo de California, presenta un pico de abundancia en el mes de junio, esta especie (al igual que *T. abdere*) deposita sus huevos en las algas de los géneros *Colpomenia* o *Padina*, las cuales se desprenden en junio y son trasportadas por las corrientes, favoreciendo la dispersión de las larvas.

#### *Lomanotus vermiformis* en Bahía de Banderas

##### **Generalidades**

*Lomanotus vermiformis* (Figura 24-E) es una especie de nudibranquio dendronótido circuntropical que se alimenta exclusivamente del hidroideo *Macrorhynchia philippinus* el cual asemeja en cada detalle. Este hidroideo es una especie con la apariencia de plumas blancas y es muy urticante.

##### **Distribución en el Pacífico mexicano y el mundo**

Es probable que *Lomanotus vermiformis* tenga una distribución y abundancias mayores que las reportadas en trabajos previos (Bertsch et al., 1998, 1999; Angulo-Campillo, 2003), quienes reportan números bajos o no reportan la especie; esto se debe seguramente a la especialización en su hábitat y su apariencia extremadamente críptica (Gosliner y Bertsch, 1985). *L. vermiformis* se distribuye circuntropicalmente (Willan, 1988).

### Distribución y abundancia en Bahía de Banderas

Otras dos especies de opistobranquio aprovechan la misma presa (hidroideo *Macrorhynchia philippinus*) en Bahía de Banderas y en otros sitios visitados como Parque Nacional de Coiba (Hermosillo, 2004); Isla Isabel (obs. pers., 2002-2005); Islas Murciélagos, Costa Rica (obs. pers., 2005) y las costas de Colima, Michoacán y Guerrero (Hermosillo y Behrens, 2005). Ellas son *Notobryon wardi* y *Doto lancei* (Hermosillo et al., 2006).

En Bahía de Banderas, *Lomanotus vermiformis* es el 68% de los nudibranquios que se alimentan del hidroideo *Macrorhynchia philippinus*. *Doto lancei* es el 18.5% y *Notobryon wardi* el 13.8% (Tabla XIII).

Tabla XIII. Abundancias en las localidades de *Lomanotus vermiformis*, *Notobryon wardi* y *Doto lancei*.

	Amarradero	Arcos	Escondido	Iglesias	Iguana	Lindomar	Majahuítas	Pared	Torres	Viuda	Total de individuos registrados	Abundancia acumulada	% Abundancia	% Acum..
<i>L. vermiformis</i>	27	156	14	14	103	281	50	12	38	101	796	796	67.7	67.7
<i>D. lancei</i>	2	64	1	1	28	74	7	6	3	31	217	1013	18.5	86.2
<i>N. wardi</i>	1	21	0	0	17	97	0	2	0	24	162	1175	13.8	100.0
<b>Totales</b>	<b>30</b>	<b>241</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>148</b>	<b>452</b>	<b>57</b>	<b>20</b>	<b>41</b>	<b>156</b>	<b>1175</b>			
<b>%</b>	2.6	20.5	1.3	1.3	12.6	38.5	4.9	1.7	3.5	13.3				
<b>% Acum.</b>		23.1	24.3	25.6	38.2	76.7	81.5	83.2	86.7					

*Notobryon wardi* es una especie predominantemente nocturna, más fácil de observar en la tarde o tarde-noche, de forma que la hora de los muestreos tiene influencia en sus números registrados y posiblemente por esto no se encontró en localidades que solamente se visitaron durante el día (Escondido, Majahuítas, Iglesias y Torres). *Lomanotus vermiformis* y las otras dos especies se registraron en toda la bahía pero en mayores números en las localidades del interior sur de la bahía (Grupo 2-b), en donde se observa también más abundante el hidroideo (Tabla XII). El hidroideo *Macrorhynchia philippinus* es una especie notoria, por su color blanco y sus grandes colonias.

## **Estacionalidad**

Se utilizaron los datos de abundancia para determinar si *Lomanotus vermiformis* presenta estacionalidad. La prueba de Kruskal-Wallis no arrojó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para las abundancias de las temporadas. No obstante, en la Figura 29 se puede ver que un patrón se repite a lo largo de los tres años, con pocos registros para la temporada DC y un aumento durante las dos siguientes temporadas, disminuyendo nuevamente al enfriarse la temperatura. Esto sigue el patrón estacional que se ha observado para el hidroideo *Macrorhynchia* el cual es más abundante durante los meses de agua caliente y tibia (WH y DW). Nuevamente se tiene un ejemplo de especie estenófaga cuyo ciclo de vida corresponde al de su presa.

## **Historia natural**

### Hábitat, alimentación y reproducción

El hidroideo *Macrorhynchia philippinus* crece sobre las piedras o paredes en colonias de gran tamaño en profundidades desde uno hasta 20 metros.

*Lomanotus vermiformis* pone su masa de huevos en el tercio distal del hidroideo, en forma de delgados hilos con huevos de gran tamaño y color transparente (Figura 24-E). Menos de un tercio de las especies de opistobranquios tienen desarrollo lecitotrófico (Hadfield y Miller, 1987), y *Lomanotus vermiformis* es una de ellas. Este modo de desarrollo permite a la larva ser independiente de fuentes de alimento externas, favoreciendo su prevalencia en el plancton al no tener que buscar alimento y permitiendo que regresen a su hábitat favorable (Goddard, 2005). Esto es particularmente importante cuando el opistobranquio es especialista en su alimentación como es el caso de *L. vermiformis* ya que requiere encontrar su presa para establecerse y hacer la metamorfosis. Al igual que se ha observado en otros nudibranquios del orden Dendronotina, como *Dendronodus iris* (Robillidard, 1970), *L. vermiformis* crece rápidamente una vez que se establece y lleva a cabo su metamorfosis, lo cual explica que prácticamente no se observen juveniles y al empezar su ciclo se encuentran adultos con oviposiciones. Tiene un ciclo de vida cada año, al igual que su presa.

## *Tritonia pickensi* en Bahía de Banderas

### **Generalidades**

*Tritonia pickensi* (Figura 24-F) es un nudibranquio dendronótido pequeño que se alimenta del octocoral (gorgonáceo) *Leptagorgia* sp. y es la especie que se registró con mayor abundancia y con más alto IVB en Bahía de Banderas. Se encuentra presente en todas las localidades debido a que su alimento se distribuye igualmente a lo largo el área de estudio. Debido a su pequeño tamaño (8 mm en adultos), una sola colonia del gorgonáceo es capaz de soportar grandes números de *Tritonia pickensi* sin que aparentemente el alimento o sustrato sean factores limitantes. Al igual que otros dendronótidos que se alimentan de octocorales, este nudibranquio es críptico en la superficie del coral porque sus procesos branquiales se parecen en color y forma a los pólipos del coral.

### **Distribución en el Pacífico mexicano y el mundo**

El caso de *T. pickensi* es la generalidad para los opistobranquios. Cuando se encuentra el hábitat-alimento particular, se encuentra también el opistobranquio. Esta ha sido la experiencia invariable para las áreas estudiadas: Colima, Michoacán, Guerrero (Hermosillo y Behrens, 2005); Parque Nacional de Coiba, Panamá (Hermosillo, 2004; Hermosillo y Camacho-García, 2006); Parque Islas Murciélagos, Costa Rica; Islas Revillagigedo, Isla Isabel, La Paz, Baja California, Isla de Cedros, Isla Guadalupe, Isla San Martín, Rocas Alijos, Alaska y British Columbia (obs. pers.).

### **Distribución y abundancias en Bahía de Banderas**

Junto con los datos de abundancia de *T. pickensi* (Tabla XIV), se presentan los datos de *Tritonia* sp. (Hermosillo et al., 2006) es una especie no descrita que se alimenta del zoántido *Epizoanthus* sp. (Kerstitch, 1989), este zoántido es muy común y está presente en todas las localidades que se visitaron en la bahía. No obstante, el nudibranquio solamente se observó en dos sitios: Viuda y Escondido, ambos sitios del interior norte (Grupo 2-a, Figura 28). Este es el único caso que se ha visto hasta ahora en Bahía de Banderas en que eso sucede (tener el hábitat presente y no el organismo, Figura 28) y es un contraste interesante a una especie del mismo género cuya distribución espacial es amplia: *Tritonia pickensi*.



Será necesario llevar a cabo estudios posteriores para determinar si la distribución de *Tritonia* sp. está influenciada por algún factor biológico (como competencia de alguna especie que no sea opistobranquio) o ambiental (oleaje, corrientes, sedimento).

Tabla XIV. Abundancias en las localidades de *Tritonia pickensi* y *Tritonia* sp. 1.

	Amarradero	Arcos	Escondido	Iglesias	Iguana	Lindomar	Majahuitas	Pared	Torres	Viuda	Totales
<i>Tritonia pickensi</i>	138	319	264	313	200	191	349	105	177	113	2169
<i>Tritonia</i> sp. 1	0	0	58	0	0	0	0	0	0	65	123
<b>Totales</b>	<b>138</b>	<b>319</b>	<b>322</b>	<b>313</b>	<b>200</b>	<b>191</b>	<b>349</b>	<b>105</b>	<b>177</b>	<b>178</b>	<b>2292</b>

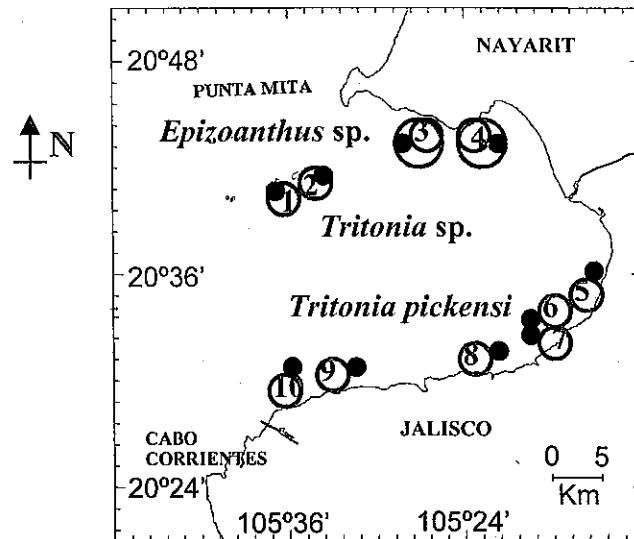


Figura 28. Distribución de *Tritonia pickensi*, *Tritonia* sp. y su hábitat y alimento (*Epizoanthus* sp.) en Bahía de Banderas.

### Estacionalidad

Se llevó a cabo una prueba de Kruskal-Wallis para determinar si las abundancias presentan estacionalidad, no se observa una diferencia significativa ( $p > 0.05$ ), esto es consistente con lo registrado en el campo. En la Figura 29 se puede observar que las abundancias permanecen más o menos constantes a lo largo de las temporadas muestreadas. En esta

misma gráfica se observa una gran variabilidad dentro de los datos, esta se debe a que *Tritonia pickensi* es una especie sumamente gregaria.

## **Historia natural**

### Hábitat, alimentación y reproducción

*Tritonia pickensi* se alimenta de los pólipos del octocoral (gorgonáceo) *Leptagorgia* sp., es la única especie de opistobranquio que se encontró en la zona de estudio que se alimenta de octocorales. Las oviposiciones son espirales blancos segmentados que ponen sobre la gorgonáceo o sobre el sustrato que rodea la base de la gorgonáceo (Figura 24-F). Prácticamente siempre que se encuentran individuos se observan masas de huevos, por lo que no se define cierta época del año en que lleve a cabo su reproducción y las generaciones se traslapan.

Después de establecerse y llevar a cabo la metamorfosis, los animales crecen rápidamente y se convierten en adultos sexualmente maduros, lo cual coincide con estudios hechos sobre otros nudibranquios del suborden Dendronotina (Robilliard, 1971) como *Dendronotus iris* y *Dendronotus frondosus*. La diferencia esencial entre el ciclo de vida de estas dos especies de *Dendronotus* y *Tritonia pickensi* es que el comportamiento reproductivo de la primera empieza al terminarse el recurso alimenticio (hidroideo), mientras que para *Tritonia pickensi* aparentemente el recurso (gorgonáceo) no representa un límite.

En estudios de aprovechamiento de presa Ávila et al. (1999) encontraron que la especie *Marioniopsis fulvicola* tiene una distribución al azar en las colonias de su presa octocoral *Parerythropodium fulvum fulvum*. Ávila et al. (1999) marcaron el área de la localidad en donde se observaba la presa y contaron cuántas de las colonias disponibles eran ocupadas por el nudibranquio, de esta forma determinando la probabilidad de encontrarla dada la presencia de su presa. Se podría conducir un estudio similar para determinar cómo es la distribución de *Tritonia pickensi* en las diferentes localidades de Bahía de Banderas según las diferentes colonias de octocorales disponibles.

Tabla XV. Síntesis de las observaciones de historia natural para las seis especies.

Especie	<i>H. agassizii</i>	<i>G. sedna</i>	<i>T. abdere</i>	<i>L. vermiformis</i>	<i>T. pickensi</i>	<i>T. fungina</i>
Distribución conocida	Golfo de California, hasta Panamá y las Islas Galápagos, Ecuador;	Golfo de California a Panamá, Caribe.	Bahía Magdalena, Golfo de California hasta Costa Rica.	Cosmopolita en aguas tropicales.	California a Panamá.	Desde California hasta las Islas Galápagos.
Distribución en las localidades de Bahía de Banderas	Todas excepto Iguana.	Todas excepto Viuda.	Pared, Amarradero, Iglesias y Torres.	Las 10 localidades.	Las 10 localidades.	Todas menos Viuda y Escondido.
Tipo de distribución espacial	-	Gregaria	-	Gregaria, sobre su alimento.	Gregaria sobre su alimento.	Gregaria sobre su alimento.
Estacionalidad	No.	No.	Si, verano.	Si, verano.	No	Si, invierno.
Profundidades	Intermareal hasta 30 metros.	Intermareal hasta 30 metros.	Submareal somero, de 3 m o más.	Intermareal hasta 30 metros.	Intermareal hasta 30 metros.	Submareal, de 15 m o más.
Capacidad de natación	No.	No.	No.	No.	No.	No.
Presa	Varias especies de esponjas.	Varias especies de esponjas.	Briozoo azul-verde <i>Sessibugula translucens</i>	Hidroideo <i>Macrorhynchia</i> sp.	<i>Leptagorgia</i> sp. gorgonáceo (octocoral).	Esponja amarilla <i>Aplysina gerardogreeni</i>
Especificidad en presa	No.	No.	Si.	Si.	Si.	Si.
Color de la oviposición	Blanco.	Blanco.	Rosa mexicano.	Transparente.	Blanco.	Amarillo.
Características de la oviposición	Espiral, ondulado en la parte superior.	Espiral sin ondulaciones.	Espiral ondulado, puesto en la cara inferior de macro-algas.	Tiras aperladas en la parte distal del hidroideo.	Múltiples masas por adulto, espirales seccionados sobre la gorgonáceo.	Espirales de una sola vuelta, aplanados, sobre la esponja en donde son prácticamente invisibles.
Diámetro de los huevos (µm)	88.86±1.86	66.1 ± 0.6	--	106±1.86	--	126.0 ± 3.7
Periodo embrionario (días)	7	4	--	7	--	5
Modo de desarrollo	Planctotrófico	Planctotrófico	Planctotrófico	Lecitotrófico	Planctotrófico	Planctotrófico

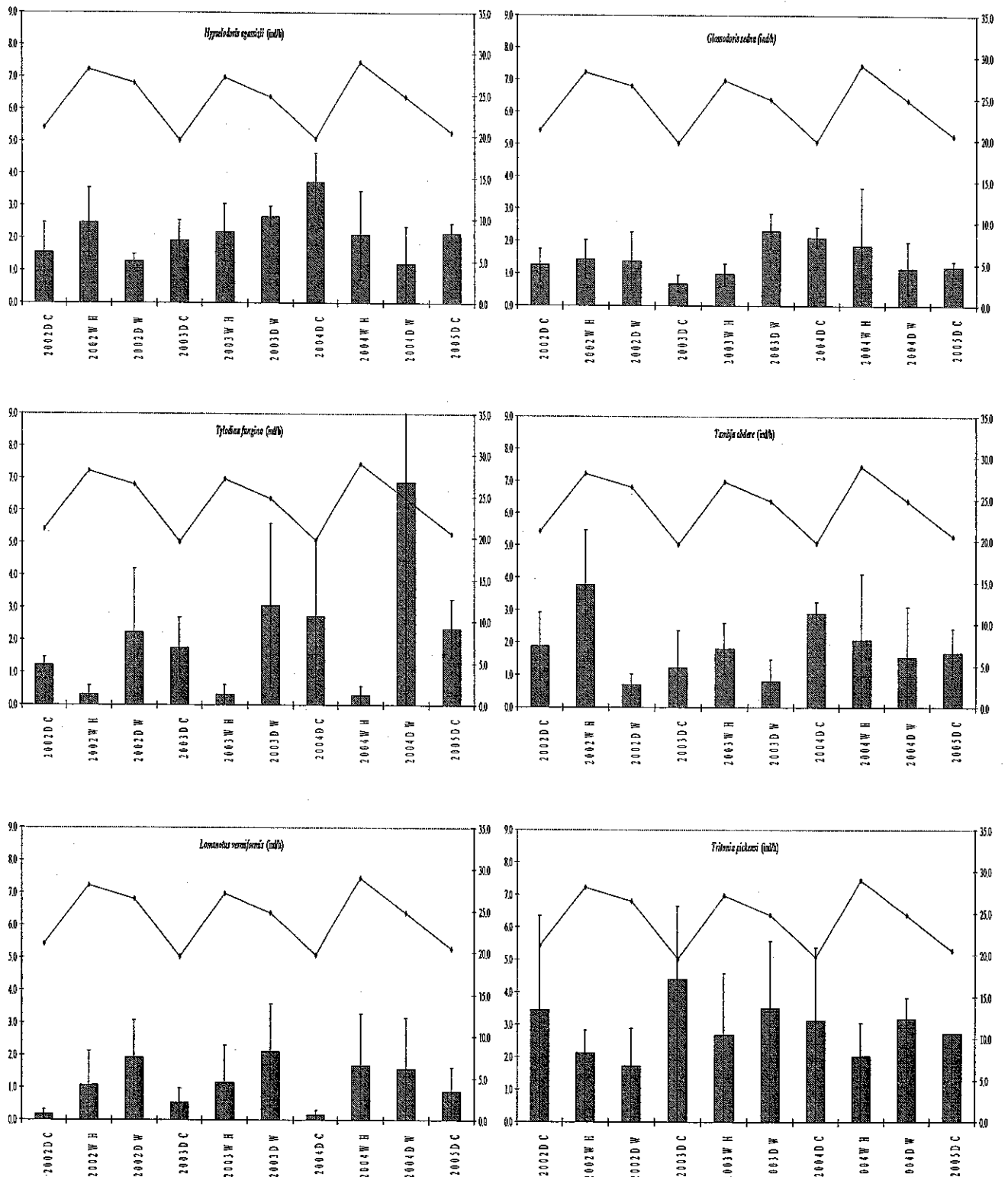


Figura 29. Abundancias ind./hora de *Hypselodoris agassizii*, *Glossodoris sedna*, *Lomanotus vermiformis*, *Tritonia pickensi*, *Tylodina fungina* y *Tambja abdere*, la línea es la temperatura del agua en °C.

Cuando se analiza a los opistobranquios como comunidad, no se puede generalizar una preferencia de hábitat o una estacionalidad para todas las especies; por lo tanto tampoco se puede predecir en dónde y cuándo se van a encontrar, debido a que unas especies enmascaran a otras. Esto concuerda con lo observado por Nybakken (1978) y Bertsch (2002). Sin embargo, cuando se hacen análisis de poblaciones de especies individuales es posible caracterizar un microhábitat y una estacionalidad (cuando las hay) para dicha especie.

En términos de su estacionalidad, para las 12 especies más importantes de Bahía de Banderas, se tienen las dos situaciones. Siete presentaron una estacionalidad definida. Cuatro de ellas son más abundantes durante los meses de agua caliente (WH), *Lomanotus vermiformis*, *Flabellina vansyoci*, *Tambja abdere* y *Flabellina marcusorum*. Por su parte, *Tylodina fungina*, *Flabellina telja* y *Flabellina* sp. presentaron estacionalidad durante los meses de agua fría (DC). Las otras cinco especies, *Glossodoris sedna*, *Hypselodoris agassizii*, *Flabellina cynara*, *Flabellina bertschi* y *Tritonia pickensi* no presentaron una estacionalidad marcada.

En referencia a la preferencia de microhábitats, es posible conocer en términos generales en dónde se encontrarán algunas de las especies, como *Flabellina vansyoci*, *Tambja abdere*, *Lomanotus vermiformis*, *Tylodina fungina*, *Flabellina* sp. y *Tritonia pickensi*. Las otras seis especies parecen no tener una preferencia marcada en su microhábitat. Aunque se conoce el grupo alimenticio de *Glossodoris sedna*, *Hypselodoris agassizii*, *Flabellina cynara*, *F. bertschi*, *F. telja*, y *F. marcusorum* su presencia particular en cada sitio varía.

## CONCLUSIONES GENERALES

- La diversidad de especies de opistobranquios en Bahía de Banderas es de gran importancia, reportándose en 115 km de línea costera más del 60% de las especies conocidas para todo el litoral del Pacífico mexicano y el Golfo de California que cubren más de 8,000 km de litoral.
- La curva del número acumulado de especies demuestra que se llegó a tener un conocimiento satisfactorio (aproximadamente 90%) de la composición específica del grupo para la zona de estudio.
- La composición específica contiene una mezcla en que dominan las especies tropicales sobre las templadas y frías; con 33 especies para las cuales Bahía de Banderas es el extremo conocido ya sea norte o sur y 12 especies exclusivas de ahí.
- Para todas las localidades de muestreo, el porcentaje de individuos pertenecientes al orden Nudibranchia fue 75% o más respecto al total de opistobranquios, reflejando la diversidad biótica y de hábitats en las zonas visitadas.
- En todos los sitios dominaron los alimentadores de cnidarios (principalmente hidroideos), por las altas abundancias de eólidos y dendronótidos; el segundo grupo en importancia fue el de los espongiívoros, representados por los dóridos.
- Por medio de un análisis de similitud de Bray-Curtis para los sitios, se dividió la bahía en tres grupos de localidades (zona exterior, interior norte e interior sur). El grupo con la mayor diversidad y riqueza de especies es el interior sur. La localidad Arcos se encuentra en este grupo y tiene gran importancia ya que es un parque marino y todavía no cuenta con plan de manejo.
- Los sitios del exterior de la bahía tuvieron mayores abundancias de nudibranchios que se alimentan de briozoos, debidos a la presencia de la especie *Tambja abdere*, con distribución exclusiva en los sitios de este grupo.
- La diversidad beta calculada para la bahía dió un reemplazo de poco más del 50% de las especies, lo cual es considerable por ser un ambiente marino, los cuales no presentan cambios tan marcados.

- Los Arcos fue el sitio con mayor riqueza de especies relacionada con su mayor diversidad de hábitats muestreados, con presencia de una especie (*Flabellina* sp.) que hasta este momento solamente se ha encontrado ahí.
- La periodicidad de los muestreos mensuales no siempre permitieron evaluar los ciclos de vida de las especies que viven periodos muy cortos, como *Okenia mexicorum*, *Favorinus* sp. 1, *Flabellina cynara* o *Hermosita hakunamatata* por mencionar algunas especies que se observaron en grandes abundancias en una sola ocasión en los tres años de muestreo.
- Las especies más importantes de la bahía fueron: seis del género *Flabellina* (*F. marcusorum*, *F. telja*, *F. bertschi*, *F. cynara*, *F. vansyoci* y *Flabellina* sp.); dos especies de dóridos de la familia Chromodorididae, *Hypselodoris agassizzi* y *Glossodoris sedna*; dos especies de nudibrancios del suborden Dendronotina, *Lomanotus vermiformis* y *Tritonia pickensi*; el dórido *Tambja abdere* y el notaspídeo *Tyrodina fungina*.
- Una especie, *Flabellina telja*, que se encuentra en la parte sur de la bahía (sujeto de gran crecimiento y deforestación), manifestó reducción en sus poblaciones, posiblemente debido a la menor disponibilidad de alimento como resultado del efecto adverso progresivo que tuvieron los sedimentos acarreados por arroyos cercanos.
- De las especies más importantes, siete presentaron estacionalidad y cinco no.
- Las especies que presentaron estacionalidad con picos de población durante los meses del verano (WH) fueron *Lomanotus vermiformis*, *Tambja abdere* y *Flabellina marcusorum*.
- Las especies que presentaron estacionalidad con picos de población durante los meses de invierno (DC) fueron: *Flabellina* sp., *Tyrodina fungina* y *Flabellina telja*.
- De las especies seleccionadas, seis son estrictamente especialistas en su dieta, alimentándose solamente de una especie, estas fueron: *Lomanotus vermiformis*, *Tritonia pickensi*, *Tambja abdere*, *Flabellina* sp., *Tyrodina fungina* y *Flabellina vansyoci*; sobre las cuales es posible predecir en donde se encontrarán ya que tienen preferencias de hábitat bien definidas.

## RECOMENDACIONES

- Utilizar las técnicas de muestreo que no se utilizaron (método indirecto, arrastres de plancton, colecta intermareal) y visitando durante la tarde-noche las localidades que solamente se visitaron durante el día en el presente estudio, de esta forma se podrá completar el listado de especies.
- Continuar con el trabajo de descripción de las especies nuevas y actualizar la nomenclatura y relaciones filogenéticas.
- Llevar a cabo estudios de bioquímica para estudiar aquellas especies que tengan potencial para ser fuente de productos naturales con aplicaciones farmacéuticas o industriales.
- Medir variables bióticas como coberturas e identificación de especies presa, de forma que se pueda estudiar la dieta, aprovechamiento de recursos, competencia y nicho de las especies de Bahía de Banderas.
- Medir variables ambientales como salinidad, corrientes, caracterización de sedimento y concentración de nutrientes para explorar la existencia de correlaciones entre estas variables y las abundancias de los opistobranquios.
- Estudiar el proceso de sucesión en la zona de Punta de Mita (arrecife coralino que sufrió alta defunción de corales durante el evento del niño en 1998) en términos de la composición de especies de opistobranquios.
- Completar estudios de características reproductivas de las especies más importantes.
- Aplicar el conocimiento sobre la composición específica de Bahía de Banderas como estudio base del estado de los ecosistemas costeros para evaluar el impacto que el desarrollo de Bahía de Banderas tiene sobre ellos.
- Hacer estudios de crecimiento con los datos de talla para los organismos que se registraron.
- Utilizar más estudios como el presente para incorporarlos en decisiones sobre el manejo y declaratoria de áreas naturales protegidas, como las Islas Marietas y Los Arcos.



## NEW DISTRIBUTIONAL RECORDS OF OPISTHOBRANCH MOLLUSKS FOR BAHÍA DE BANDERAS, MÉXICO (TROPICAL EASTERN PACIFIC)

ALICIA HERMOSILLO-GONZÁLEZ<sup>1</sup>

Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
Km 15.5 Carretera a Nogales, Zapopan, Jalisco, México  
E-mail: alicia\_titan@infosel.net.mx

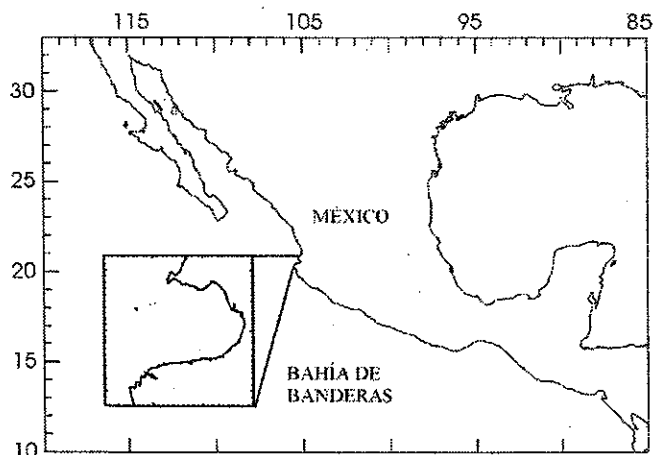
**Abstract:** A preliminary faunistic study of opisthobranchs was conducted in Bahía de Banderas from February to August of 2002. Twenty species previously known north of this area were collected by SCUBA diving: *Aplysiopsis enteromorphae* (Cockerell & Eliot, 1905); *Elysia hedgpethi* Marcus, 1961; *Placida cremoniana* (Trinchese, 1893); *Chromodoris marislae* Bertsch & Ferreira, 1973; *Corambe pacifica* MacFarland & O'Donoghue, 1929; *Polycera alabe* Collier & Farmer, 1964; *Sclerodoris tanya* (Marcus, 1971); *Tambja eliora* (Marcus & Marcus, 1967); *Tambja abdere* Farmer, 1978; *Taringa aivica timia* Marcus & Marcus, 1967; *Trapania goslineri* Millen & Bertsch, 2000; *Crosslandia daedali* Poorman & Mulliner, 1981; *Doto amyra* Marcus, 1961; *Doto lancei* Marcus & Marcus, 1967; *Hancockia californica* MacFarland, 1923; *Tritonia pickensi* Marcus & Marcus, 1967; *Janolus barbarensis* (Cooper, 1863); *Anetarca armata* Gosliner, 1991; *Flabellina cynara* (Marcus & Marcus, 1967) and *Noumeaella rubrofasciata* Gosliner, 1991. Color variations were observed for the following species: *Tritonia pickensi* Marcus & Marcus, 1967; *Taringa aivica timia* Marcus & Marcus, 1967; *Hancockia californica* MacFarland, 1923; and *Crosslandia daedali* Poorman & Mulliner, 1981. One *Chromodoris marislae* Bertsch & Ferreira, 1973, was found at 57 m which is the maximum depth recorded so far for this species.

### Introduction

Bahía de Banderas is located on the west coast of México, in the states of Jalisco and Nayarit. Its large size, over 1000 km<sup>2</sup>, makes the Bay the largest on the mainland Pacific coast of México. The northern tip is Punta Mita. Cabo Corrientes, 42 km away, delimits Bay to the south (Map 1).

The continental shelf of the southern section is extremely steep and narrow descending to a maximum depth of 1754 m (Carriquiry et al., 2001), producing rocky shores with sheer cliffs. Towards the north, the continental shelf becomes wider and slopes down gently, with a flat bottom and long sandy beaches.

Bahía de Banderas is characterized by complex hydrography and oceanography because it is the convergence point of three important current systems: the California Current, the Costa Rican Coastal Current and the Gulf of California Current. These water masses



Map 1. Bahía de Banderas on the Pacific coast of México.

<sup>1</sup>Tenochtitlan #214 Cd. del Sol, Zapopan, Jalisco, México CP. 45050.

converge in Bahía de Banderas to join the North Equatorial Current (Wyrski, 1965a).

The mean surface temperature in Bahía de Banderas is 26.4°C, varying from 23.3°C in March to 30°C in September. During winter and spring, surface temperatures may fall to 20°C mainly due to upwelling in the southern section of the Bay (Griffiths, 1968; Fielder, 1992) resulting in a shallow thermocline, between 20 and 40 m (Wyrski, 1965b).

Its variable temperatures, hydrography and large size contribute to Bahía de Banderas' unique and poorly known opisthobranch faunal composition. Only a few researchers have published reports on the opisthobranch fauna of the northern coast of the Bay, in Nayarit (Sphon & Mulliner, 1972; Bertsch et. al., 1973; Ferreira & Bertsch, 1975; Bertsch, 1978, 1980; Bertsch & Kerstitch, 1984) and Isla Isabel (Ortea & Llera, 1981). Conversely no one has published on the opisthobranch fauna of the central and southern sections of the Bay, along the coast of Jalisco.

### Materials and Methods

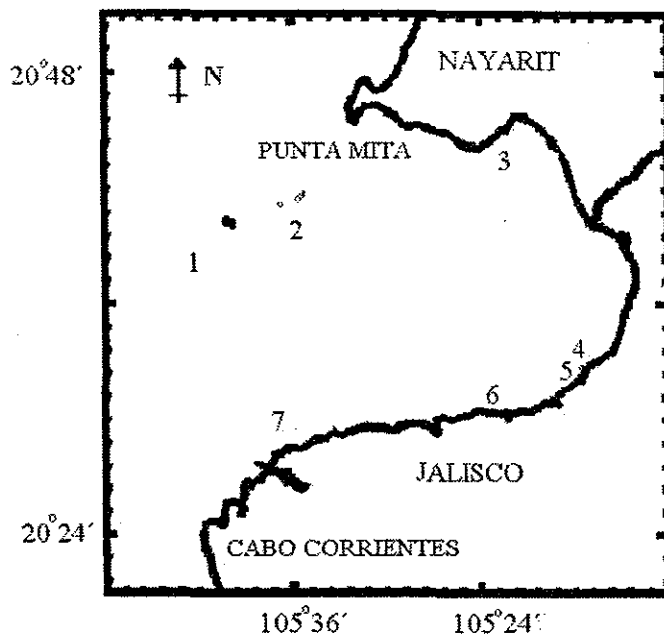
Specimens were collected (and complete data recorded) from February through August 2002 by SCUBA diving. Twenty-three locations were visited in order to characterize the opisthobranch communities most representative within the Bay. Out of the 23 locations, seven sites were chosen for the survey and are here described (Map 2).

Los Anegados (20°40.951'N, 105°36.944'W) is a sandy shallow area 3 km west of the Islas Marietas. The depths surveyed range from 9 to 20 m. It is characterized by large rock formations that break the surface and descend to small rocks on the sand.

Islas Marietas (20°42.042'N, 105°33.878'W) consists of three islands and surrounding rocky areas that encompass approximately 8 km. The depths surveyed range from 5 to 21 m. The islands are a series of rocks and ridges that continue below the surface to a shallow sandy bottom.

Bajo de la Viuda (20°43.973'N, 105°23.544'W) is a small seamount about 200 m from the northern shore of the Bay. The maximum depth to the sandy bottom is 15 m and the seamount is 5 m below the surface. It has multiple ridges and crevices, covered with zooanthids, hydroids and gorgonians.

Los Arcos (20°32.855'N, 105°17.340'W) are a series of small islets surfacing 300 m from shore. The most important features of the area are vertical walls and



Map 2. Survey localities: (1) Anegados; (2) Islas Marietas; (3) Bajo de la Viuda; (4) Los Arcos; (5) Playa Mismaloya; (6) Majahuítas; (7) Chimo.

a canyon that drops down to more than 500 m depth west of the largest islet. The depths surveyed in the area range from 5 to 91 m.

Playa Mismaloya (20°31.937'N, 105°17.700'W) is a small bay within Bahía de Banderas. It is characterized by a steep slope with large rock boulders and small rocks down to the sandy bottom at a depth of about 18 m.

Majahuítas (20°29.111'N, 105°35.057'W) consists of large boulders and rock walls. The surveyed depths range from 3 to 25 m. Majahuítas is only accessible by boat and is well protected from wind and wave action.

Chimo (20°30.447'N, 105°23.544'W) is a fishermen's village located in southern Bahía de Banderas. The survey point is a seamount 2 km from shore, with abyssal depths to 5 m below the surface. Depths surveyed range from 5 to 25 m (Table 1).

### Results

An underwater survey of 150 hours was conducted from February to August 2002. Over 4500 individual specimens belonging to 96 different species of opisthobranch mollusks were found, measured and recorded. Out of those 96 species, 20 have not previously been recorded as occurring within or south of Bahía de Banderas (Table 2).

TABLE 1: SURVEY LOCALITIES

Locality	Latitude	Longitude	Depth range (meters)	Substrate
Anegados	20°40.951'N	105°36.944'W	9 - 20	Sand-rock bottom
Islas Marietas	20°42.042'N	105°33.878'W	5 - 21	Rock walls, sandy bottom
Bajo de la Viuda	20°43.973'N	105°23.544'W	5 - 15	Rock walls, crevices
Los Arcos	20°32.855'N	105°17.340'W	5 - 91	Steep rock and deep walls, rocky bottom
Mismaloya	20°31.937'N	105°17.700'W	5 - 18	Boulders, sand-rocky bottom
Majahuitas	20°29.111'N	105°35.057'W	3 - 25	Rock walls, boulders, rocky bottom
Chimo	20°30.447'N	105°23.544'W	5 - 25	Rock walls, rocky bottom
Faro de Bucerías	18°21'N	103°32'W	5 - 25	Rocky bottom, ship wreck

\* Faro de Bucerías, in Michoacán was visited during a two day survey trip. It is not located within Bahía de Banderas but it is mentioned here since three of the species discussed in this paper were found there.

The following list describes the previously published occurrences for the 20 species that are herein recorded for Bahía de Banderas, Jalisco; Nayarit and Faro de Bucerías, Michoacán, Pacific Coast of México.

#### SACOGLOSSA

##### *Aplysiopsis enteromorphae* (Cockerell & Eliot, 1905)

Millen (1989) recorded this species from Alaska and the northern Golfo de California, at Bahía de los Angeles, Baja California, México.

##### *Elysia hedgpethi* Marcus, 1961

Known from the northeastern Pacific, Bamfield, Vancouver Island, British Columbia, Canada (Millen, 1980) to Bahía San Quintín, outer coast of Baja California, México. In the northern Golfo de California, a gap in the distribution from Puertecitos and Bahía de los Angeles, Baja California and Bahía San Carlos, Sonora, México (Williams & Gosliner, 1973).

##### *Placida cremoniana* (Trinchese, 1893)

Type locality is in the Mediterranean (Trinchese, 1893); in the western Pacific this species has been reported from Japan (Baba, 1959), Guam (Hoff, 1974) and eastern Australia (Coleman, 2001). In the eastern Pacific it is present in the Golfo de California, at Coral de los Frailes, La Paz, Baja California Sur, México (Angulo-Campillo, 2002).

#### NUDIBRANCHIA

#### DORIDINA

##### *Chromodoris marislae* Bertsch & Ferreira, 1973

Known from the Golfo de California from Isla Santa Catalina to south of La Paz, Baja California Sur (Bertsch, et al., 1973) and Guaymas, Sonora, México (Bertsch, 1978). One specimen of *Chromodoris marislae* was found at El Faro de Bucerías, Michoacán during a two-day survey on June 22 and 23, 2002. One specimen was collected at 57 m at Los Arcos which is the maximum depth recorded for this species.

##### *Corambe pacifica* MacFarland & O'Donoghue, 1929

Reported from Sitka, Alaska (Lee & Foster, 1985) to Estero del Coyote on the outer coast of Baja California, México (Behrens, 1991). This small, cryptic species lives and feeds on the bryozoan *Membranipora* sp.

##### *Polycera alabe* Collier & Farmer, 1964

Known throughout the Golfo de California, from Puerto Peñasco, Sonora, to Isla Espiritu Santo, Baja California Sur, México (Bertsch, 1973); on the Pacific coast of the Baja California Península, from Isla Cedros, Baja California Sur, México and north to Anacapa Island, California (Lonhart & Tupen, 2001). It is found feeding on *Bugula* sp. (Bryozoa). It was also observed at El Faro de Bucerías, Michoacán, during a two-day survey on 22 and 23 June 2002.

##### *Sclerodoris tanya* (Marcus, 1971)

Previously reported from Newport Bay to San Diego, California, and from Ensenada on the outer coast of Baja California, México (Bertsch, 1981). Bertsch (1983) extended the range from the upper Golfo de California to Isla San José, Baja California Sur, México.

*Tambja eliora* (Marcus & Marcus, 1967)

Known on the Pacific side of the Baja California Peninsula, from Bahía Magdalena, Baja California Sur, and the northern Golfo de California, from Isla Ángel de la Guarda, Baja California and Puerto Lobos and Guaymas, Sonora, México (Farmer, 1978).

*Tambja abdere* Farmer, 1978

Known throughout the Golfo de California, from Isla San Pedro Nolasco, north of Guaymas, Sonora, and Isla San Francisco, to La Paz, Baja California Sur, México (Farmer, 1978) and Bahía Magdalena, Baja California Sur (Behrens, 1991). *Tambja abdere* is one of the most frequently observed species of nudibranch in Bahía de Banderas, but so far within the Bay it is found on rocky walls in the south (Chimo and Majahuitas) and Islas Marietas to the north, but has not been found at any of the survey localities in-between.

*Taringa aivica timia* Marcus & Marcus, 1967

The known distribution is from Paradise Cove, Los Angeles County, California (Behrens & Henderson, 1982) and within the Golfo de California it is reported from Puerto Peñasco, Sonora to Bahía San Luis Gonzaga, Baja California, México (Mulliner, 1984). Two different color variations have been recorded in Bahía de Banderas: orange and dark pink.

*Trapania goslineri* Millen & Bertsch, 2000

Previously reported distributions are from Isla Cedros, Bahía Vizcaino, on the outer coast of Baja California; inside the Gulf from Bahía de los Angeles, Baja California; Cabo San Lucas, Baja California Sur (Bertsch & Kerstitch, 1984) and Sonora, México (Millen & Bertsch, 2000).

DENDRONOTINA

*Crosslandia daedali* Poorman & Mulliner, 1981

Previously reported inside the Golfo de California from north of Guaymas, Sonora, México (Poorman & Mulliner, 1981); and from Punta Eugenia, outer coast of Baja California Sur, México, (Bertsch, et al., 2000). Other than the usual greenish-brown color described in the original description (Poorman & Mulliner, 1981), one red specimen was observed living on a red alga *Prionitis* sp. This is the first report of such coloration for this species.

*Doto amyra* Marcus, 1961

Known in the northern Pacific from Blank Island, Ketchikan, Alaska (Millen, 1989) to Estero del Coyote, outer coast of Baja California, México (McDonald & Nybakken, 1980).

*Doto lancei* Marcus & Marcus, 1967

Reported throughout the Golfo de California, from Puerto Peñasco Sonora, to Isla Cerralvo, Baja California Sur, México (Bertsch, 1973) and Mission Bay, San Diego, California (Behrens, 1991).

*Hancockia californica* MacFarland, 1923

The known range was from Dillon Beach, California to Punta Abrejos, outer coast of Baja California, México (Lance, 1961). This species has been observed in Bahía de Banderas in two different colors: brown and red.

*Tritonia pickensi* Marcus & Marcus, 1967

Reported by Bertsch and Gosliner (1984) to occur within the Golfo de California at Puerto Peñasco and Guaymas, Sonora; Bahía de los Angeles, Baja California and Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. This species is very abundant in Bahía de Banderas. Most of the specimens observed are white in color as originally described in Marcus & Marcus (1967), living on *Lophogorgia* sp., a purple gorgonian with white polyps. However, one orange and three pink specimens have been found on similarly colored gorgonians. It was observed at El Faro de Bucerías, Michoacán, during a two-day survey trip on 22 and 23 June 2002.

Figures 1-11. (1) *Hancockia californica*, 2 spec., 13 & 15 mm L, Los Arcos in 15 m, under rock (together), 23 April 2002. (2) *Crosslandia daedali* (brown), 16 mm L, in 12 m on brown alga, Los Arcos, 4 May 2002. (3) *Crosslandia daedali* (red), 7 mm L, in 15 m on red alga, Los Arcos, 4 May 2002. (4) *Flabellina cynara* (solid), 9 mm L, in 8 m, El Bajo de la Viuda, 19 August 2002, in situ. (5) *Flabellina cynara* (spotted), 12 mm L, in 12 m, El Bajo de la Viuda, 19 August 2002, in situ. (6) *Taringa aivica* (orange), 32 mm L, in 8 m, Majahuitas, 25 July 2002, in situ. (7) *Taringa aivica* (pink), 12 mm L, in 5 m, Mismaloya, 23 July 2002, in situ. (8) *Trapania goslineri*, 7 mm L, in 14 m, Los Arcos, 3 May 2002. (9) *Tritonia pickensi* (orange), 3 mm L, in 16 m, Los Arcos, 27 April 2002. (10) *Tritonia pickensi* (white), 6 mm L, in 8 m, Majahuitas, 28 August 2002, in situ. (11) *Tritonia pickensi* (pink), 6 mm L, in 12 m on white gorgonian with pink polyps, Chimo, 29 May 2002. →



## ARMININA

*Janolus barbarendis* (Cooper, 1863)

The northern range of this species is uncertain due to confusion with *Janolus fuscus* O'Donoghue, 1924. Known from Morro Bay, California (Gosliner, 1982) to Bahía San Quintín, outer coast of Baja California and the Golfo de California, México (McDonald, 1983).

## AEOLIDINA

*Anetarca armata* Gosliner, 1991

Known from Punta Asunción on the outer coast of Baja California. Within the Gulf, it is reported in Bahía de los Angeles, Baja California, México (Gosliner, 1991).

*Flabellina cynara* (Marcus & Marcus, 1967)

The reported range for this species is from the northern Golfo de California (Bertsch & Kertsitch, 1984) to Mazatlán, Sinaloa, México (Hendricks, et al., 1994). Individuals of *Flabellina cynara* have been observed with both a solid color or with a heavily spotted dorsum and cerata. It is a common species in Bahía de Banderas, where it is observed more frequently at the north coast location of El Bajo de la Viuda.

*Noumeaella rubrofasciata* Gosliner, 1991

Gosliner (1991) reported this species from Santa Barbara and Santa Catalina Island, California; Isla San Benito, Baja California, and Punta Colorado, Baja California Sur, México. This species is very small and found most frequently at the north coast site El Bajo de la Viuda.

## Conclusions

The species listed in Table 2, discussed in this paper, constitute records to the south of their previously published range. The species of several groups of opisthobranchs, such as cephalaspideans and pleurobranchids that have been observed within Bahía de Banderas are not mentioned herein as their published ranges encompass the present study area. They are not considered new distribution records, but instead constitute reports of intermediate locations. A future publication listing the opisthobranch fauna of the Bahía de Banderas region will present the over 70 additional species that have been observed in this area. Some of these species are undescribed and should also be introduced in separate papers.

The report of 20 new distributional records for this

locality is not unusual. While others have studied this area for many years, this is the first published account of the opisthobranch fauna of Bahía de Banderas. I consider these results to be preliminary and anticipate that the species list will grow with further surveying which will continue to give information to increase our understanding of these organisms.

## Acknowledgments

I am grateful to Sandra Millen for her help in finding and verifying identifications of most of the species listed herein, to Dave Behrens for his valuable suggestions and to Kirstie Kaiser for critically reading the manuscript. I appreciate the guidance of Hans Bertsch. The fieldwork for this paper was done thanks to the support of Roberto Chávez and Vallartech Diving Center, Instituto Técnico del Mar No. 6, Universidad de Guadalajara and the collaboration of Pedro Medina and Amilcar Levi Cupul.

## Literature Cited

## ANGULO-CAMPILLO, ORSO

2002. New Distributional Records of Opisthobranch Mollusks from the Gulf of California, México. *The Festivus*, 24(10): 117-121, 12 figs.

## BABA, KIKUTARO

1959. The family of Stiligeridae (Opisthobranchia: Sacoglossa) of Japan. *Publ. Seto Marine Biological Laboratory* 7: 327-334.

## BEHRENS, DAVID W.

1991. Pacific Coast Nudibranchs. A Guide to the Opisthobranchs Alaska to Baja California. *Sea Challengers*, Monterey, California. 107 pp., 217 figs.

## BEHRENS, DAVID W. &amp; ROBERT HENDERSON

1982. *Taringa aivica timia* Marcus & Marcus, 1967 (Nudibranchia: Doridacea). *The Veliger* 24(3): 197-199, 4 text figs. (Jan 1).

## BERTSCH, HANS

1973. Distribution and natural history of opisthobranch gastropods from Las Cruces, Baja California del Sur, México. *The Veliger* 16(1):105-111, 4 tables, 1 map (Jul. 1).
1978. The Chromodoridinae nudibranchs from the Pacific coast of America - Part II. The genus *Chromodoris*. *The Veliger* 20(4): 307-327, figs. 4-15, 3 pls. (Apr. 1).
1980. A new species of *Bornella* from tropical West-America. *Spixiana* 3(1): 33-42, figs. 1-11 (Mar.).
1981. Rectification of the generic placement of *Sclerodoris tanya* (Marcus, 1971), comb. nov., a nudibranch from Southern California, with a range extension to the Gulf of California, Mexico. *The Veliger* 23(3): 217-220, figs. 1-7 (Jan. 1).
1983. Studies of benthic ecosystems along the northwest coast of Baja California, México: distribution and prey of various marine invertebrates. *Ciencias Marinas [México]* 8(2): 91-123, figs. 1-3.

## BERTSCH, HANS, ORSO J. ANGULO-CAMPILLO &amp; JOSE LUIS ARREOLA

TABLE 2. MATERIALS EXAMINED

Table 2 lists the specimens of the 20 species that represent new distribution records to the south, including data for the largest and smallest size measured and maximum and minimum depth in meters. The number in parenthesis next to the locality refers to the number of animals recorded in that particular site. Voucher specimens for most species were sent to the Natural History Museum of Los Angeles County. The catalog numbers for those species are listed herein. *Janolus barbarentis* (Cooper, 1863) was taken to the University of British Columbia, Department of Invertebrate Zoology, Vancouver, British Columbia, Canada. *Elysia hedgpethi* Marcus, 1961, *Trapania goslineri* Millen & Bertsch, 2000, and *Hancockia californica* MacFarland, 1923, were not collected but were photographed alive.

Species name	Size range in mm	Depth range in meters	Locality (Number of specimens observed)	Voucher specimens
<i>Aplysiopsis enteromorphae</i> (Cockerell & Eliot, 1905)	10	12	Mismaloya (1)	LACM 153163
<i>Elysia hedgpethi</i> Marcus, 1961	3	9	Islas Marietas (1)	Not collected
<i>Placida cremoniana</i> (Trinchese, 1893)	3 - 5	15	Bajo Viuda (2), Chimo (1)	LACM 153173
<i>Chromodoris marislae</i> Bertsch & Ferreira, 1973	4 - 59	10 - 57	Islas Marietas (6), Chimo (1), Majahuitas (1), Arcos (1)	LACM 153164
<i>Corambe pacifica</i> MacFarland & O'Donoghue, 1929	1 - 7	8 - 12	Los Arcos (13)	LACM 153165
<i>Polycera alabe</i> Collier & Farmer, 1964	2 - 16	9 - 17	Marietas (5), Chimo (5), Los Arcos (5), Majahuitas (2), Anegados (1)	LACM 153174
<i>Sclerodoris tanya</i> (Marcus, 1971)	18	4	Los Arcos (1)	LACM 153175
<i>Tambja abdere</i> Farmer, 1978	1 - 46	4 - 20	Chimo, Islas Marietas, Majahuitas (+1000)	LACM 153176
<i>Tambja eliora</i> (Marcus & Marcus, 1967)	18	10	Islas Marietas (1)	LACM 153177
<i>Taringa aivica timia</i> Marcus & Marcus, 1967	10 - 21	3 - 9	Mismaloya (3), Majahuitas (2)	LACM 153178
<i>Trapania goslineri</i> Millen & Bertsch, 2000	4 - 12	13 - 16	Los Arcos (3), Majahuitas (1) Islas Marietas (1)	Not collected
<i>Crosslandia daedali</i> Poorman & Mulliner, 1981	2 - 21	4 - 15	Los Arcos (4), Islas Marietas (4), Mismaloya (3), Majahuitas (1)	LACM 153166
<i>Doto amyra</i> Marcus, 1961	2 - 7	6 - 21	Los Arcos (13), Mismaloya (1), Islas Marietas (1)	LACM 153167
<i>Doto lancei</i> Marcus & Marcus, 1967	2 - 12	16 - 18	Los Arcos (13), Mismaloya (3), Bajo de la Viuda (3) Majahuitas (1)	LACM 153168
<i>Hancockia californica</i> MacFarland, 1923	3 - 15	6 - 17	Los Arcos (3), Islas Marietas (3), Mismaloya (1)	Not collected
<i>Tritonia pickensi</i> Marcus & Marcus, 1967	1 - 8	3 - 24	23 locations (+1000)	LACM 153180
<i>Janolus barbarentis</i> (Cooper, 1863)	16	17	Chimo (1)	UBC, IZD
<i>Anetarca armata</i> Gosliner, 1991	4 - 9	4 - 16	Los Arcos (1), Majahuitas (1)	LACM 153162
<i>Flabellina cynara</i> (Marcus & Marcus, 1967)	5 - 16	1.5 - 24	Bajo Viuda (47), Los Arcos (14) Chimo (4), Majahuitas (2) Mismaloya (1)	LACM 153170
<i>Noumeaella rubrofasciata</i> Gosliner, 1991	2 - 9	4 - 16	Bajo Viuda (18), Los Arcos (6), Majahuitas (2), Chimo (1)	LACM 153172

2000. New distributional records of opisthobranchs from the Punta Eugenia region of the Baja California peninsula: a report based on 1997-1998 CONABIO-sponsored expeditions. *The Festivus* 32(7): 99-104 (Jul. 13).
- BERTSCH, HANS, ANTONIO J. FERREIRA, WESLEY M. FARMER & THOMAS L. HAYES  
1973. The genera *Chromodoris* and *Felimida* (Nudibranchia: Gastropoda) in tropical west America: distributional data, description of a new species, and scanning electron microscopic studies of radula. *The Veliger* 15(4): 287-294, figs 1-11 (Apr. 1).
- BERTSCH, HANS & TERRENCE M. GOSLINER  
1983. *Tritonia pickersi* (Nudibranchia: Tritoniidae) from Baja California, Mexico. *Shells & Sea Life* 16(9): 138-139, figs. 1-5 (Sept.).
- BERTSCH, HANS & ALEX KERSTITCH  
1984. Distribution and radular morphology of various nudibranchs (Gastropoda: Opisthobranchia) from the Gulf of California, Mexico. *The Veliger* 26(4): 264-273, figs 1-16 (Apr. 2).
- BERTSCH, HANS, MICHAEL D. MILLER & ALAN GRANT  
2000. Notes on opisthobranch community structures at Bahía de los Angeles, Baja California, México (June 1998). *Opisthobranch Newsletter* 24(8): 35-36, fig. 1, tpls. 1-2.
- CARRIQURY, J.D., A.L. CUPUL-MAGAÑA, F.A. RODRÍGUEZ-ZARAGOZA & P. MEDINA-ROSAS.  
2001. Coral Bleaching and mortality in the Mexican Pacific during the 1997-98 El Niño and prediction from a remote sensing approach. *Bulletin of Marine Science* 69(1): 237-250.
- COLEMAN, NEVILLE  
2001. 1001 Nudibranchs, Catalogue of Indo-Pacific Sea Slugs, Neville Coleman, Queensland, Australia. 144 pp., 1001 figs.
- FARMER, WESLEY M.  
1980. *Tambja* and *Roboastra* (Mollusca: Opisthobranchia) from the Gulf of California and the Galapagos Islands. *The Veliger* 20(4): 375-385, figs. 1-20 (Apr. 1).
- FIELDER, P.C.  
1992. Seasonal climatologies and variability of eastern tropical Pacific surface waters. NOAA Technical Report. 109: 1-65.
- GOSLINER, TERRENCE M.  
1981. The genus *Janolus* (Nudibranchia: Arminacea) from the Pacific coast of North America, with a reinstatement of *Janolus fuscus* O'Donoghue, 1924. *The Veliger* 24(3): 219-226, 11 text figs. (Jan. 1).
1991. Four new species and a new genus of opisthobranch gastropods from the Pacific coast of North America. *The Veliger* 34(3): 272-290, figs. 1-11 (Jul. 1).
- GRIFFITHS, R.C.  
1968. Physical, chemical and biological oceanography at the entrance to the Gulf of California Spring of 1960. US Fish and Wildlife Service, Special Scientific Report, Fish 573: 1-47.
- HENDRICKS, MICHEL E., ALBERT M. VAN DER HEIDEN & ARTURO TOLEDANO GRANADOS  
1984. Results of the SIPCO cruises (southern Sinaloa, México) aboard the B/O "El Puma". Abundance and distribution of commercially exploitable mollusks. *Revista de Biología Tropical* 32(1): 69-75.
- HOFF, P.J. & C. CARLSON  
1974. List of opisthobranchs found at Guam. *Opisthobranch Newsletter* 6: 61-64.
- LANCE, JAMES R.  
1961. A distributional list of southern California opisthobranchs. *The Veliger* 4(2): 64-69.
- LONHART, STEVE I. & JEFF W. TUPEN  
2000. New range records of 12 marine invertebrates: the role of El Niño and other mechanisms in southern and central California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 100(3): 238-248.
- MACFARLAND, FRANK M.  
1923. The morphology of the nudibranch genus *Hancockia*. *Journal of Morphology* 38(1): 65-104, pls 1-6.
- MARCUS, EVELINE D. B.-R.  
1971. On some euthyneuran gastropods from the Indian and Pacific Oceans. *Proceedings of the Malacological Society of London* 39(5): 355-369, figs 1-20 (Aug.).
- MARCUS, EVELINE D.B.-R. & ERNST MARCUS  
1967. American opisthobranch mollusks. *Studies in Tropical Oceanography*, Miami 6 (1-2): 139-155; 95 figs.
- MCDONALD, GARY R.  
1983. A review of the nudibranchs of the California coast. *Malacologia* 24(1-2): 114-276, figs. 1-123.
- MCDONALD, GARY R. & JAMES W. NYBAKKEN  
1980. Guide to the Nudibranchs of California. *American Malacologists*, Melbourne, FL, 72 pp., 112 pls., 36 figs.
- MILLEN, SANDRA V.  
1980. Range extensions, new distribution sites, and notes on the biology of sacoglossan opisthobranchs (Mollusca: Gastropoda) in British Columbia. *Canadian Journal of Zoology* 58(6): 1207-1209.
1989. Opisthobranch range extensions in Alaska with the first records of *Cuthona viridis* (Forbes, 1840). *The Veliger* 32(1): 64-68, figs. 1-5 (Jan. 3).
- MILLEN, SANDRA V. & HANS BERTSCH  
2000. Three new species of dorid nudibranchs from southern California, USA, and the Baja California Peninsula, México. *The Veliger*, 43(4): 354-366.
- MULLINER, MARGARET  
1984. Intertidal mollusks collected at Bahía San Luis Gonzaga, Baja California Norte, Mexico. *The Festivus* 16(4): 46-47.
- POORMAN, LEROY F. & DAVID K. MULLINER  
1981. A new species of *Crosslandia* (Nudibranchia: Dendronotoacea) from the Gulf of California. *The Nautilus* 95(2): 96-99.
- THOMPSON, T.E.  
1972. Eastern Australian Dendronotoidea (Gastropoda: Opisthobranchia). *Zoological Journal of the Linnean Society* 51(1): 63-77.
- TRINCHESE, S.  
1893. Nuovi Ascoglossi del golfo di Napoli. <i>Rendiconti dell'Accademia delle Scienze Fisiche Matematiche della Società di Napoli, 2(7)</i> </i>: 154.
1896. Ricerche Anatomiche sulla *Hermaea cremoniana* (Tr.). <i>Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, Serie 5, 6</i> </i>: 35-45.
- WILLIAMS, GARY C. & TERRENCE M. GOSLINER  
1973. Range extensions for four sacoglossan opisthobranchs from the coasts of California and the Gulf of California (Mollusca: Gastropoda). *The Veliger* 16(1): 112-116, 2 maps (Jul. 1).
- WRYTKI, K.  
1965a. Surface currents of the eastern Pacific Ocean. *Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission* 9: 279-303.
- 1965b. The annual and semi annual variation of the sea surface temperature in the North Pacific Ocean. *Limnol. Oceanogr.* 10: 307-313.



## Two New Species of Dorid Nudibranchs (Mollusca, Opisthobranchia) from Bahía de Banderas and La Paz, Mexico

Alicia Hermosillo<sup>1</sup> and Ángel Valdés<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México; Email: alicia\_hg@prodigy.net.mx; <sup>2</sup> Natural History Museum of Los Angeles County, 900 Exposition Boulevard, Los Angeles, California 90007, USA; Email: avaldes@nhm.org.

Two new species of dorid nudibranchs from the Pacific coast of Mexico are described based on specimens collected from Bahía de Banderas and one specimen from La Paz. *Trapania goddardi* sp. nov. is most similar to *Trapania goslineri* (Millen and Bertsch, 2000) and *Trapania inbiotica* (Camacho and Ortea, 2000), but it is differentiated by the absence of yellow markings on the extra-rhinophoral and extra-branchial processes and the presence of marginal, large cusps on the radular teeth. *Paradoris lopezi* sp. nov. is characterized by a pale grayish-tan background color with reddish tubercles. This species is differentiated from other species of *Paradoris* from the Pacific Ocean by the presence of the external coloration mentioned above, the presence of two accessory glands and a single accessory sac with a spine, and the number and morphology of radular teeth and jaw elements.

KEY WORDS: Goniodorididae, Discodorididae, Tropical eastern-Pacific.

### RESUMEN

Dos especies nuevas de dóridos nudibrancos son descritas para la costa Pacífica de México, en base a especímenes recolectados en Bahía de Banderas y un espécimen en La Paz. Las especies más similares a *Trapania goddardi* esp. nov. son *Trapania goslineri* (Millen y Bertsch, 2000) y *Trapania inbiotica* (Camacho y Ortea, 2000), pero se diferencian por la ausencia de manchas amarillas en los apéndices extra-branquiales y extra-rinofóricos, y por la presencia de cúspides marginales en los dientes de la rádula. *Paradoris lopezi* esp. nov. se caracteriza por tener una coloración general grisáceo pardo claro con tubérculos rojizos. Esta especie se diferencia de otras especies de *Paradoris* del Océano Pacífico por la coloración externa antes mencionada, la presencia de dos glándulas accesorias y un saco accesorio con una espina, así como por el número y forma de los dientes radulares, y de los elementos de la armadura labial.

PALABRAS CLAVE: Goniodorididae, Discodorididae, Pacífico Este tropical.

There has been a significant lack of information on the diversity and opisthobranch faunal composition in Bahía de Banderas, Mexico. Only a few papers have been published on the opisthobranchs from the northern coast of the bay, situated in the state of Nayarit (Sphon and Mulliner 1972; Bertsch et al. 1973; Bertsch 1978, 1980; Bertsch and Kerstitch 1984; Ferreira and Bertsch 1975), and Isla Isabel (Ortea and Llera 1981); and there are no published studies on the opisthobranchs from the central and southern sections of the bay, in the state of Jalisco.

A recent survey by the senior author has revealed a diverse opisthobranch fauna in Bahía de Banderas, including numerous undescribed species (Hermosillo-González 2003). Ninety-six species represented by over 20,000 specimens were identified in the field or collected, including 20 new records for this area, revealing a previously undocumented diverse fauna. In this paper we describe two new species collected during the survey.

#### MATERIALS AND METHODS

Most of the material examined was collected in several localities in Bahía de Banderas, Mexico, by the senior author. Bahía de Banderas is located on the west coast of México, in the states of Jalisco and Nayarit. Its large surface, over 1,000 km<sup>2</sup>, makes it the largest bay along the Pacific coast of mainland México. Punta Mita and Cabo Corrientes, 42 kilometers apart, delimit Bahía de Banderas to the north and south respectively.

The specimens are deposited at the Department of Invertebrate Zoology and Geology of the California Academy of Sciences, San Francisco (CASIZ) and the Malacology Section of the Natural History Museum of Los Angeles County (LACM). Specimens were dissected and the internal features were examined and drawn using a dissecting microscope with a camera lucida. A portion of the mantle was critical-point dried for the Scanning Electron Microscope (SEM). The buccal mass was removed and dissolved in 10% sodium hydroxide until the radula was isolated from the surrounding tissue. The radula was then rinsed in water, dried, and mounted for examination with the SEM. Features of living animals were recorded from field photographs by the senior author.

#### SPECIES DESCRIPTIONS

##### Family Discodorididae Bergh, 1891

##### Genus *Paradoris* Bergh, 1884

TYPE SPECIES: *Paradoris granulata* Bergh, 1884, by monotypy.

##### *Paradoris lopezi* Hermosillo and Valdés, sp. nov

(Figs. 1A–B, 2–3)

**MATERIAL EXAMINED.**—HOLOTYPE: Punta de Pichilingue (24°21.25'N 110°17.001'W), La Paz, Baja California Sur, Mexico, 31 October 2004, 1 specimen 32 mm long, collected under coral rubble at 1 m depth (CASIZ 171661). PARATYPE (1): Majahuitas (20°29.111'N 105°35.057'W), Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, Mexico, 10 March 2004, 27 mm long, collected under a rock at 12 m depth (LACM 3041).

**EXTERNAL MORPHOLOGY.**—The maximum length of the living animal is 32 mm. The preserved holotype measures 22 × 12 mm. The body shape is oval with an irregular mantle margin. The notum is larger than the foot, covering it completely (Figs. 1A–B). The gill is composed of 7 tripinnate leaves and is retractable into an irregular sheath, which is slightly inclined posteriorly. The anus is located in the middle of the branchial plume. The rhinophores have 15 conspicuous lamellae and are retractable into irregular sheaths. The dorsum is porous and lacks caryophyllidia (Fig. 2E), but it is covered with irregular tubercles of different sizes. There are a few larger tubercles on the center of the dorsum and smaller and more abundant tubercles towards the mantle margin. Minute tubercles cover the entire surface of the dorsum. Ventrally, the anterior border of the foot is notched and grooved. The oral tentacles are conical and not grooved.

The color of the body is pale grayish-tan with the smaller tubercles having the same color as the rest of the body (Fig. 1A). On closer inspection, minute dark ringlets composed of black specks

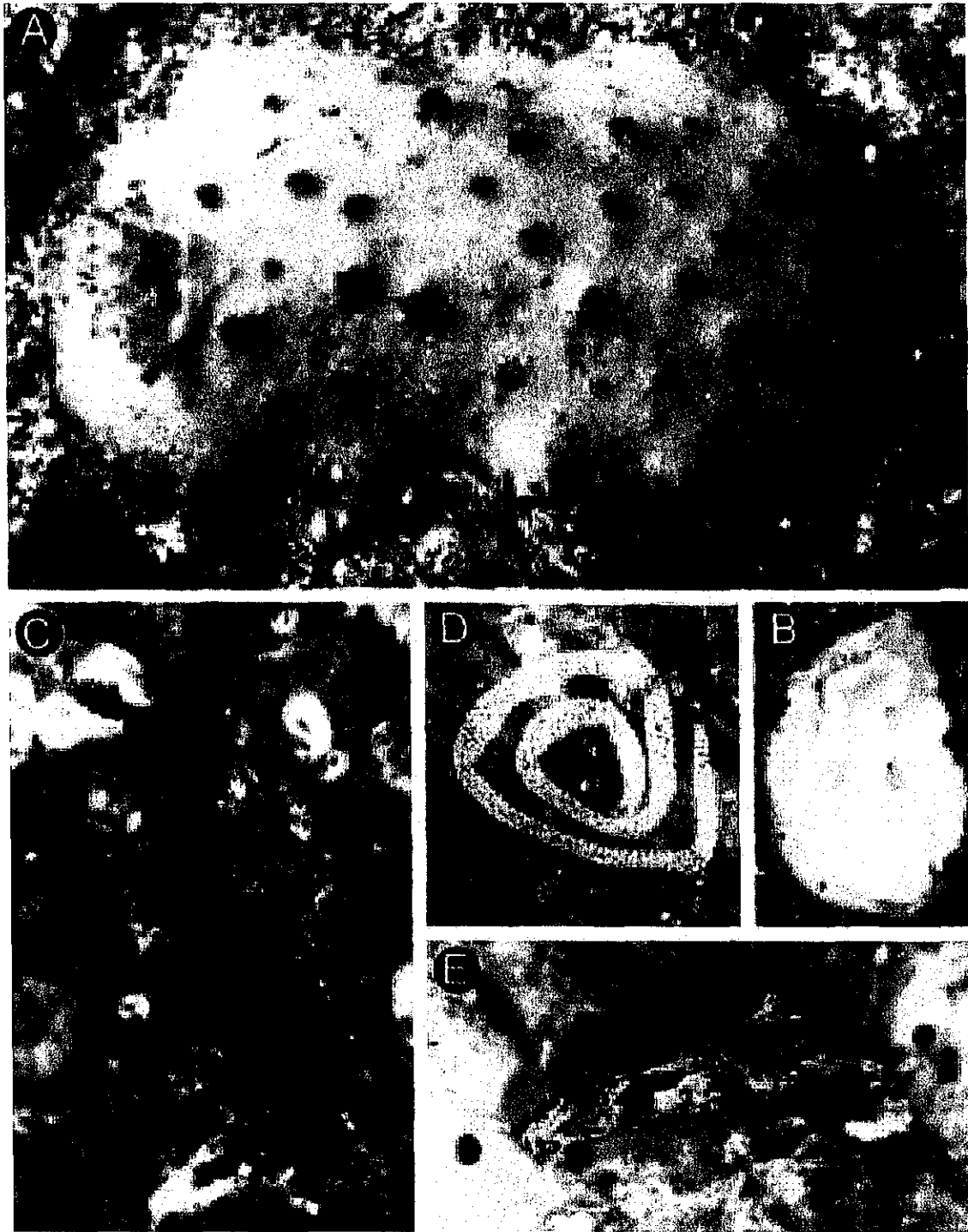


FIGURE 1. Living animals and egg mass. (A) *Paradoris lopezi* sp. nov, dorsal view of the paratype (LACM 3041). (B) Same specimen, ventral view. (C) *Trapania goddardi* sp. nov, holotype (LACM 3039). (D) *Trapania goddardi* sp. nov, egg mass. (E) *Trapania goddardi* sp. nov, lighter paratype (CASIZ 171662).

and white flecks can be observed. A few irregularly distributed large black spots can be observed on the dorsum. The larger tubercles in the center of the dorsum are of a dark reddish-orange. The mantle margin is encircled by a blotchy tan line. The branchial leaves are clear grayish-tan with darker tips. The rhinophores have a clear stalk with dark lamellae. The ventral side of the body is white with a few tan spots; color varies among individuals from pale to dark grayish-tan.

**INTERNAL ANATOMY.**— The oral tube is small and short, with six strong retractor muscles attached posteriorly (Fig. 3C). The buccal bulb is about twice as large as the oral tube, rounded, with a conspicuous radular sac emerging from the posterior ventral surface and pointing upwards. There is a pair of retractor muscles attached to the sides of the buccal bulb. There are two elongate and folded salivary glands attached to the buccal mass, near the esophageal insertion.

The radular formula is  $23 \times 17.0.17$  in a 27 mm long specimen (LACM 3041). There is no rachidian tooth. The innermost lateral teeth are simple hooks with a long, curved cusp and no denticles (Fig. 2A). The mid-lateral teeth change abruptly in size, becoming larger at about teeth 3–4; the cusps of the mid-lateral teeth are also shorter and the base longer and more curved than those of the inner teeth (Fig. 2B). The outer teeth are smaller and have a short triangular cusp; the outermost tooth of each row is reduced to a simple plate (Fig. 2C). The labial cuticle has a pair of jaws composed of numerous, irregular rodlets (Fig. 2D).

**REPRODUCTIVE SYSTEM.**— The reproductive system is triaulic (Figs. 3A–B). The narrow pre-ampullary duct widens into a long and convoluted ampulla that has three folds. The ampulla narrows abruptly into the distal portion and connects to the female glands and the prostate. The prostate is broad, glandular and folded, with two regions clearly differentiated. The prostate narrows into the deferent duct, which is a long, extremely narrow and irregularly coiled tube that opens in a large common atrium with the vagina. The penis is unarmed. The vagina is a long, thin tube that tapers proximally and runs over the female gland to enter the large, spherical bursa copulatrix. The seminal receptacle is rounded and connects serially to the bursa copulatrix.

**GEOGRAPHIC RANGE.**— This species is only known from Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, Mexico and La Paz, Baja California Sur, Mexico.

**NATURAL HISTORY.**— This species is found in the shallow subtidal (12 m depth) under rocks. Individuals produce a milky substance when disturbed.

**ETYMOLOGY.**— The specific name is dedicated to the memory of the father of the second author, Ángel Valdés López, who passed away in August 2003.

**REMARKS.**— *Paradoris lopezi* has all the features characteristic of the genus *Paradoris* (see Valdés 2002) as follows: anterior border of the foot notched and grooved; dorsum covered with simple tubercles, stiffened by integumentary spicules; labial cuticle armature with rodlets; radula composed of simple, strong, hamate teeth, which have a short cusp and lack denticles; reproductive system with a flattened, granular prostate, having two well differentiated regions, and a series of accessory glands and/or accessory sacs containing copulatory spines; penis and vagina devoid of hooks.

Four other species of *Paradoris* are known from the Pacific Ocean, but none has previously been reported from the eastern Pacific. These four species are: *Paradoris leuca* Miller, 1995 from New Zealand, *Paradoris tsurugensis* Baba, 1986, from Japan, and *Paradoris araneosa* Valdés, 2001 and *Paradoris imperfecta* Valdés, 2001, both from New Caledonian deep waters.

*Paradoris leuca* differs from *P. lopezi* by lacking accessory glands and copulatory sacs armed with spines (see Miller 1995). Other differences are the shape of the jaw elements, which have a triangular cusp in *P. leuca* and are rounded or irregular in *P. lopezi*. Externally, the dorsal tubercles of *P. leuca* are smaller than those of *P. lopezi*.

*Paradoris tsurugensis* is the most similar species to *P. lopezi* in external morphology and col-

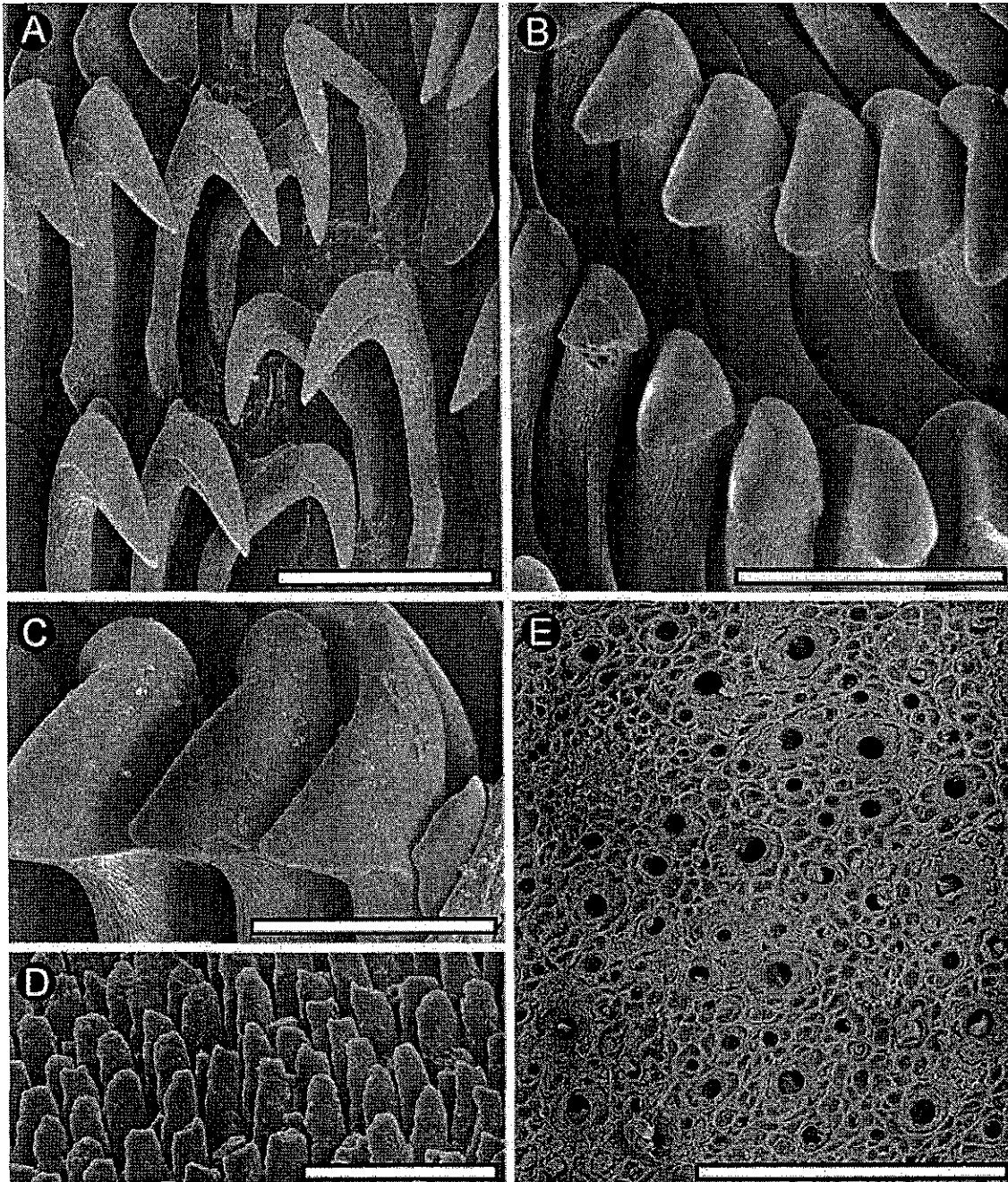


FIGURE 2. *Paradoris lopezi* sp. nov, paratype (LACM 3041), Scanning Electron Micrographs of radula, jaws, and dorsum. (A) Innermost lateral teeth, scale bar = 100  $\mu$ m. (B) Mid-lateral teeth, scale bar = 100  $\mu$ m. (C) Outermost lateral teeth, scale bar = 50  $\mu$ m. (D) Jaw rodlets, scale bar = 30  $\mu$ m. (E) Dorsum, scale bar = 500  $\mu$ m.

oration. Both species share a grayish background color with large yellowish-orange dorsal tubercles. However, the tubercles of *P. tsurugensis* are lighter than those of *P. lopezi*, and in the former species they are surrounded by a darker line and often have a darker central area. The tubercles of *P. lopezi* are uniformly dark reddish-orange. Anatomically, *P. tsurugensis* is distinguishable from *P.*

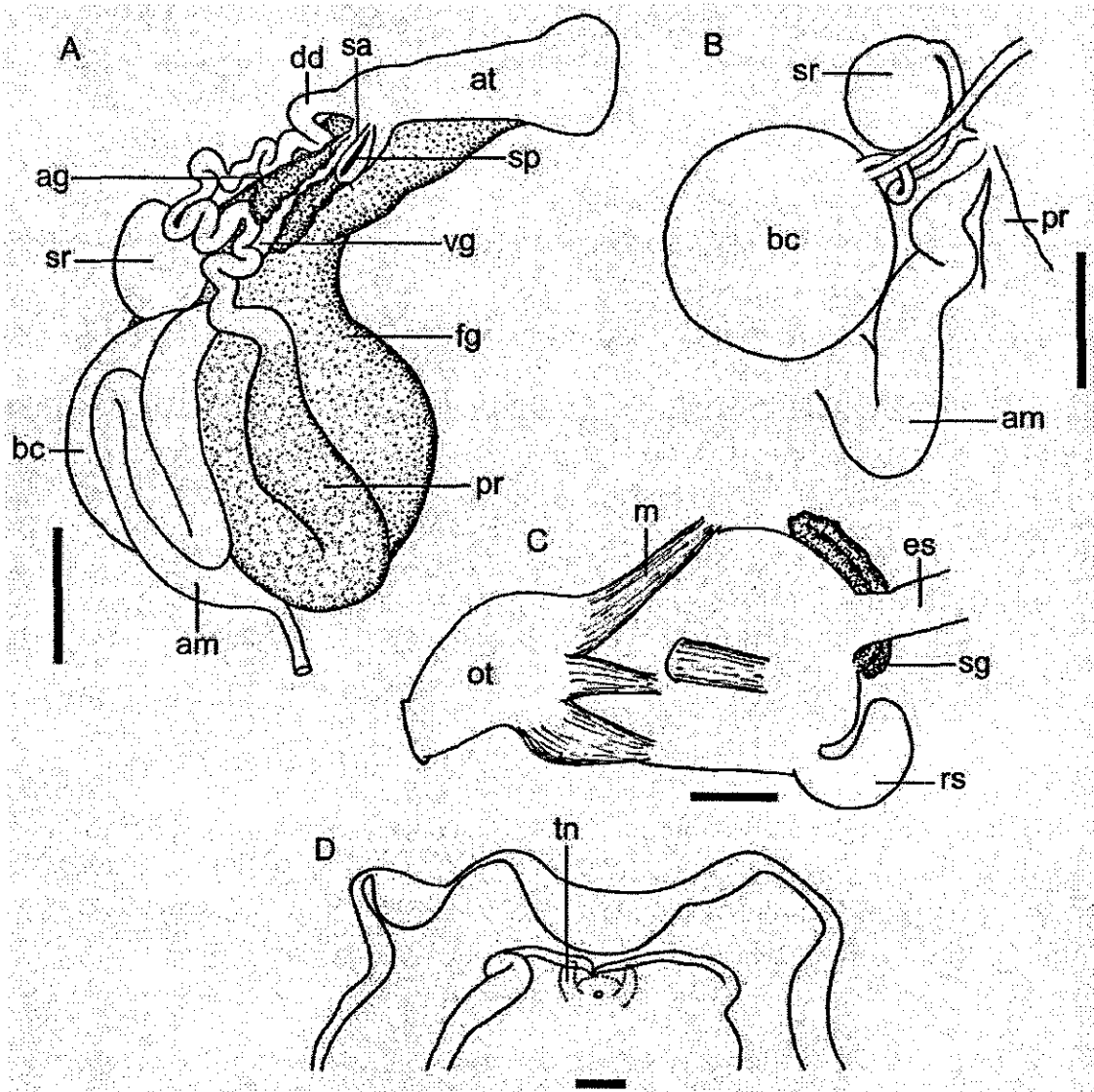


FIGURE 3. *Paradoris lopezi* sp. nov, paratype (LACM 3041), anatomy. (A) Reproductive system, scale bar = 1 mm. (B) Detail of several reproductive organs, scale bar = 1 mm. (C) Lateral view of the buccal mass, scale bar = 1 mm. (D) Ventral view of the anterior end of the foot, scale bar = 1 mm. Abbreviations: am, ampulla; at, genital atrium; ag, accessory gland; bc, bursa copulatrix; dd, deferent duct; es, esophagus; fg, female glands; ot, oral tube; pr, prostate; sg, salivary gland; rs, radular sac; sa, accessory sac; sp, copulatory spine; sr, seminal receptacle; tn, oral tentacle; vg, vagina.

*lopezi* in having two accessory glands and two copulatory sacs armed with spines (see Baba 1986), instead of two accessory glands and a single accessory sac. Also, *P. tsurugensis* has many more radular teeth than *P. lopezi* at comparable size. The radular formula of the former is  $90 \times 20-25.0.20-25$  whereas it is  $23 \times 17.0.17$  in the latter.

*Paradoris araneosa* is clearly distinguishable from *P. lopezi* by its external morphology and coloration. The dorsal tubercles of *P. araneosa* are smaller and more densely arranged than those of *P. lopezi*. Additionally, the color of the former is pale brown with a few large, dark brown spots scattered on the dorsal surface, and several, more numerous, small darker dots; the larger tubercles

are opaque white. This contrasts with *P. lopezi*, which is pale grayish-tan with the smaller tubercles having the same color as the rest of the body and the larger tubercles being dark reddish-orange.

*Paradoris imperfecta* differs from *P. lopezi* in lacking accessory glands and by having two accessory sacs (see Valdés 2001), instead of one. Externally, *P. imperfecta* lacks the large dorsal tubercles present in *P. lopezi*. Also, the color of the living animals is uniformly cream with a few, irregular, pale brown spots, and numerous small dark brown dots on the dorsal surface, which is very different from the pale grayish-tan color with dark reddish-orange tubercles of *P. lopezi*.

### Family Goniodorididae H and A. Adams, 1854

#### Genus *Trapania* Pruvot-Fol, 1931

TYPE SPECIES: *Trapania fusca* (Lafont, 1874), by monotypy.

#### *Trapania goddardi* Hermosillo and Valdés, sp. nov

(Figs. 1C-E, 4-5)

**MATERIAL EXAMINED.**— HOLOTYPE: Islas Marietas (20°42.042'N, 105°33.878'W), Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, Mexico, 17 April 2003, 7 mm long, collected on a wall at 9 m depth (LACM 3039). PARATYPES (2): Islas Marietas (20°42.042'N, 105°33.878'W), Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, Mexico, 17 April 2003, 1 specimen 6 mm long, dissected (CASIZ 171662); Bajo de la Viuda (20°43.973'N, 105°23.544'W), Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, Mexico, 18 November, 2003, 1 specimen 3 mm long collected on a wall at 12 m of depth, dissected (LACM 3040).

**EXTERNAL MORPHOLOGY.**— The maximum length of the living animal is 7 mm. The body is smooth, lacking tubercles, and elongate, wider in the middle region (Figs. 1C-E). The border of the mantle is reduced, undifferentiated. Each side of the body bears a digitiform extra-branchial process and a digitiform and posteriorly-curved extra-rhinophoral process. The non-retractile rhinophores are short and stout; they have no sheaths and bear 6-7 lamellae. The three branchial leaves are bipinnate and non-retractile. The anus closes the branchial circlet posteriorly. The digitiform oral tentacles are short, situated antero-laterally on the rounded cephalic region.

The color of the body is variable from off-white with irregular small brown blotches on the middle and sides of the dorsum to tan with darker blotches. The larger blotches are almost diamond shaped; the two anterior ones join in the middle of the dorsum. The density of the brown blotches can vary between individuals (Figs. 1C-E). The ventral side of the body is off-white. The oral tentacles, rhinophores, branchial leaves, posterior end of the foot, and extra-branchial and extra-rhinophoral processes are the same color as the rest of the body, off-white with some brown spots.

**INTERNAL ANATOMY.**— The radular formula is  $17 \times 1.0.1$  in a 6-mm long specimen (LACM 3040). The radula consists of two series of 17 elongated lateral teeth (Fig. 4A). Each tooth has a long, sharp, hamate cusp displaced to the side of the radula, which generally curves inwards. Additionally, each tooth has a series of 4-6 large denticles with 1-3 smaller denticles intercalated between the larger ones.

The jaws have a single series of rodlets on the masticatory border (Fig. 4B); they have a single cusp and a wide base.

**REPRODUCTIVE SYSTEM.**— The reproductive system is triaulic (Fig. 5A). The ampulla is pyriform and connects directly to the female gland and prostate. The prostate is wide and irregular in shape, with a single loop; it connects to the deferent duct, which opens into a common atrium with the vagina. The long, narrow vagina connects directly to the rounded bursa copulatrix (serial) near the insertion point of the smaller, round, seminal receptacle. The penis bears several rows of penial hooks of different sizes and shapes (Fig. 5B).

**GEOGRAPHIC RANGE.**— *Trapania goddardi* is known from the type locality in Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit and from Santa Cruz, Nayarit, Mexico.

**NATURAL HISTORY.**— This species is found intertidally and in the upper subtidal (maximum depth 12 m) on or under rocks. The cryptic coloration, which blends with the environment, and its small size make this species difficult to find. The egg mass is a clear string of large white eggs with two whorls (Fig. 1D). The size of the egg mass is 6.3 mm × 5.4 mm with an average width of 0.76

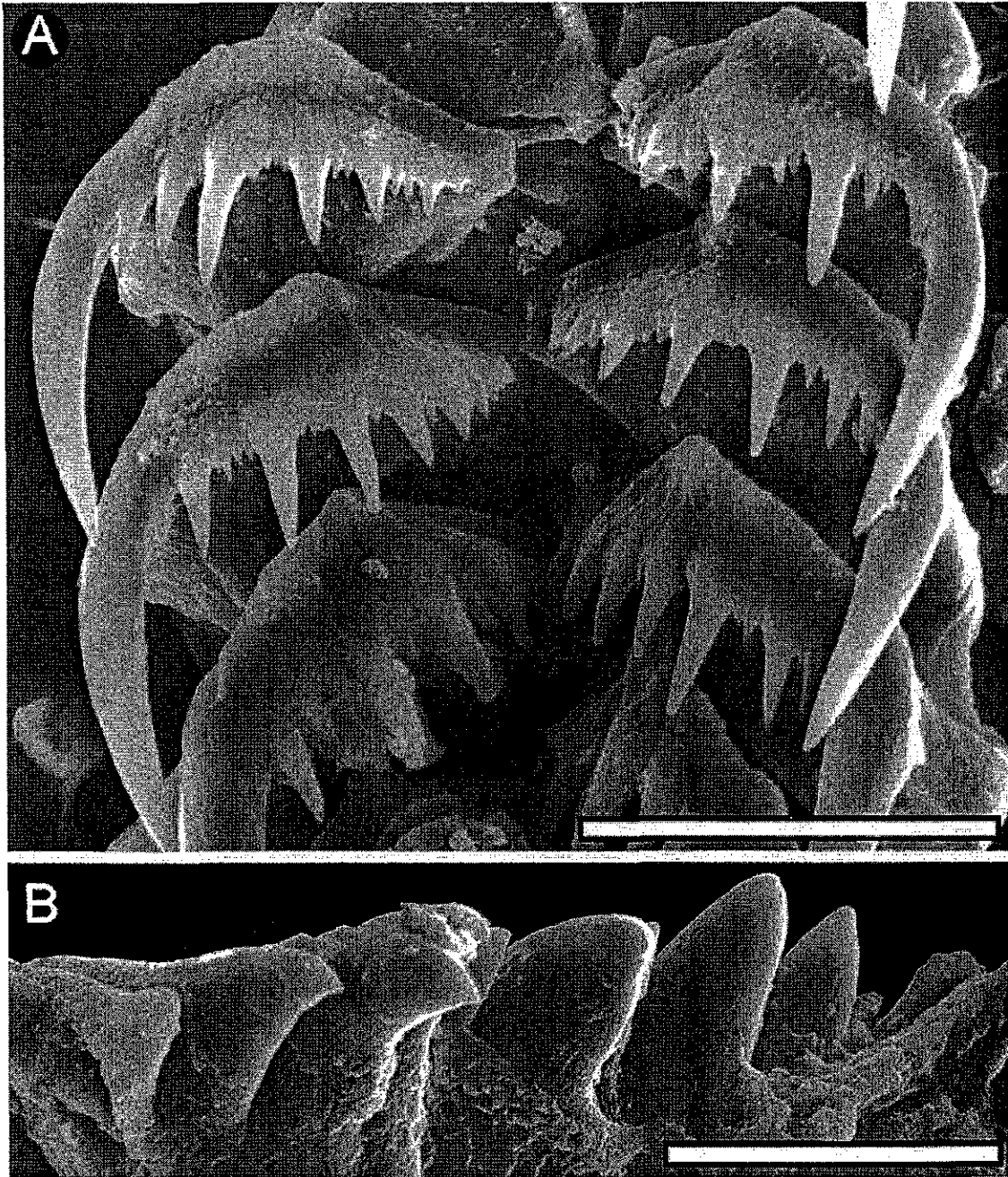


FIGURE 4. *Trapania goddardi* sp. nov, holotype (LACM 3039), Scanning Electron Micrographs of radula and jaws. (A) Radular teeth, scale bar = 20  $\mu$ m. (B) Jaw rodlets, scale bar = 20  $\mu$ m.



mm. The average diameter of the eggs is 0.135 mm. The average number of eggs per square mm is 56.

**ETYMOLOGY.**—The specific name is given in honor of Dr. Jeff Goddard who first found this species in 1985.

**REMARKS.**—The generic placement of *Trapania goddardi* is based on the shape of the body, which is elongate, wider in the middle, with a pair of extra-branchial and a pair of extra-rhinophoral processes; the radular morphology is also diagnostic with a single series of elongate lateral teeth with several pointed denticles and a larger outer cusp, and lacking a rachidian tooth.

There are three valid species of *Trapania* described for the eastern Pacific: *Trapania velox* (Cockerell, 1901) is known from California to the Pacific side of Baja California (Behrens 2004); *Trapania goslineri* Millen and Bertsch, 2000, is known from the Gulf of California, the outer coast of Baja California, and from the Pacific Coast of mainland Mexico in Bahía de Banderas (Hermosillo-González 2003); and *Trapania inbiotica* Camacho and Ortea, 2000 is known only from Costa Rica (Camacho and Ortea 2000). *Trapania goslineri* alone has been reported for an area that overlaps the known range of *T. goddardi*.

The three eastern Pacific species have a bright white background color and are easily distinguishable from *T. goddardi*. Both *T. velox* and *T. goslineri* have yellow markings on the oral tentacles, rhinophores, branchial leaves, extra-rhinophoral and extra-branchial processes, and on the dorsal portion of the posterior part of the foot (Millen and Bertsch 2000). Similar yellow markings can be observed in *T. inbiotica* except for the branchial leaves and rhinophores (Camacho and Ortea 2000). *Trapania goslineri* has black spots irregularly distributed over the entire body; *T. velox* has black lines and *T. inbiotica* red spots (Millen and Bertsch 2000). On the contrary, *T. goddardi* has an off-white background color, with various sizes and densities of brown spots, and it lacks black or red pigmentation. Also, the rhinophores, branchial leaves, extra-branchial and extra-rhinophoral processes, oral tentacles, and posterior end of the foot are the same color as the rest of the body, lacking yellow markings.

Internally, *Trapania goddardi* is easily distinguishable from the other eastern Pacific species of *Trapania*. The radula of *T. goddardi* is remarkably distinct by having an elongate and curved cusp situated on the outermost edge of the lateral teeth. *Trapania inbiotica* has denticles on the outer side of the cusp, a radular formula with 28 rows (Camacho and Ortea 2000), versus 17 in *T. goddardi*, and 21–24 inner denticles, many more than the 4–6 inner denticles of *T. goddardi*. *Trapania goslineri* has two outer denticles, a smaller one followed by a more elongate one; its radular formula is 37–41 and each tooth has 7–9 inner denticles. *Trapania velox* has a radular formula of 22–32 rows, with a long outer denticle and 8–11 inner denticles on each tooth (Millen and Bertsch 2000).

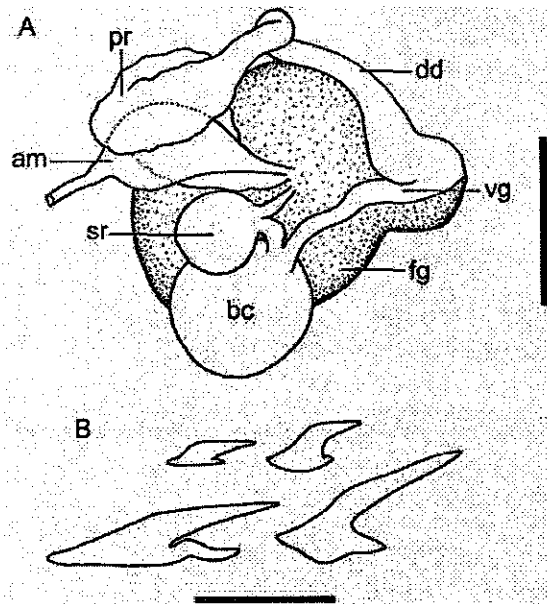


FIGURE 5. *Trapania goddardi* sp. nov., holotype (LACM 3039), anatomy. (A) Reproductive system, scale bar = 0.5 mm. (B) Penial spines, scale bar = 10  $\mu$ m. Abbreviations: am, ampulla; bc, bursa copulatrix; dd, deferent duct; fg, female glands; pr, prostate; sr, seminal receptacle; vg, vagina.

The reproductive system of *Trapania goddardi* is similar to the other species, except for *T. goslineri*, which has a semiserial bursa copulatrix (Millen and Bertsch 2000), whereas in *T. goddardi* it is serial.

There are two Indo-West Pacific species that have a white and brown coloration with patches: *Trapania brunnea* Rudman, 1987 and *Trapania safracornia* Fahey, 2004. The reproductive systems of *T. brunnea*, *T. safracornia* and *T. goddardi* are similar, but their external colorations are very different. *Trapania brunnea* has well-defined bright white blotches on a dark brown background (Rudman 1987). *Trapania safracornia* has a brown color with symmetrical white patches between the rhinophores, gill and posterior end of dorsum; the white patch on the gill area is saddle shaped (Fahey 2004) as opposed to the diamond shaped tan blotches of *T. goddardi*. The rhinophores of *T. brunnea* are brown in color with a white tip, slender and have a long tip that protrudes from the clavus; the rhinophores of *T. safracornia* are translucent with a red clavus and a white tip, whereas *T. goddardi* has stout rhinophores, off-white in color with brown specks. *Trapania brunnea* has white processes with a brown band, *T. safracornia* has yellow processes while *T. goddardi* has off-white processes with tan specks. The gill of *T. brunnea* is white with brown and red specks, the gill of *T. safracornia* is translucent with a pink tinge, and the gill of *T. goddardi* is off-white with brown blotches.

The radular teeth of *T. brunnea*, *T. safracornia*, and *T. goddardi* are similar, all having a long curved cusp situated on the outer edge of the lateral teeth. However, the number of primary and secondary denticles and size and shape of the large cusp are different in each species. The outer cusp of *T. goddardi* is proportionally longer compared to the width of the tooth than those of *T. safracornia* and *T. brunnea*. *Trapania safracornia* has 10–14 primary denticles per tooth with a smaller denticle between each pair of larger ones (Fahey 2004). *Trapania brunnea* has 15 denticles but the secondary denticles are not always present between the primary ones (Rudman 1987). *Trapania goddardi* has only 4–6 primary denticles which are considerably smaller than the outer cusp, and secondary denticles numbering up to three. The radular formula of the three species are 21 rows of teeth for *T. safracornia*; 30 for *T. brunnea* and 17 for *T. goddardi*. The jaws of these three species differ as well. *Trapania brunnea* has two rows of curved rodlets with sharp tips; *T. safracornia* has two rows of straight sharp rodlets; and *T. goddardi* has one row of rodlets with a single cusp and a wide base.

#### ACKNOWLEDGMENTS

We would like to acknowledge Roberto Chavez and Buceo Vallartech in Puerto Vallarta for funding the field work. Also our thanks to Carole and Julius Hertz for a critical review of the manuscript and the Instituto Técnico del Mar # 6 and the Centro Universitario de la Costa (Universidad de Guadalajara) for their support.

This research is part of the National Science Foundation supported project "Phylogenetic systematics of dorid nudibranchs," through the PEET grant DEB-9978155 to Terrence M. Gosliner and the junior author. The SEM work was conducted at the LACM facility supported by the National Science Foundation under the MRI grant DBI-0216506.

#### REFERENCES

- BABA, K. 1986. Description of a new species of nudibranchiate Mollusca, *Paradoris tsurugensis*, Dorididae, from Japan. *Boletim de Zoologia* 10:1–8.
- BEHRENS, D.W. 2004. Pacific Coast Nudibranchs — Supplement II: New Species to the Pacific Coast and New Information on the Oldies. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55:11–54.

- BERTSCH, H. 1978. The Chromodoridinae nudibranchs from the Pacific coast of America. — Part II. The genus *Chromodoris*. *The Veliger* 20:307-327.
- BERTSCH, H. 1980. A new species of *Bornella* from tropical West-America. *Spixiana* 3:33-42.
- BERTSCH, H., AND A. KERSTITCH. 1984. Distribution and radular morphology of various nudibranchs (Gastropoda: Opisthobranchia) from the Gulf of California, México. *The Veliger* 26:264-273.
- BERTSCH, H., A.J. FERREIRA, W.M. FARMER, AND T.L. HAYES. 1973. The genera *Chromodoris* and *Felimida* (Nudibranchia: Gastropoda) in tropical west America: Distributional data, description of a new species, and scanning electron microscopic studies of radula. *The Veliger* 15:287-294.
- CAMACHO-GARCÍA, Y., AND ORTEA, J. 2000. A new species of *Trapania* (Nudibranchia: Goniodorididae) from the Pacific coast of Central America. *Revista de Biología Tropical* 48:317-322.
- CAMACHO-GARCÍA, Y., AND VALDÉS, A. 2003. Caryophyllidia bearing dorid nudibranchs (Mollusca, Nudibranchia, Doridacea), from Costa Rica. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 54:65-79.
- FAHEY, S. 2004. A new species of *Trapania* (Nudibranchia: Goniodorididae) from Western Australia with comparisons to other Indo-West Pacific *Trapania*. *Zootaxa* 514:1-12.
- FERREIRA, A.J., AND H. BERTSCH. 1975. Anatomical and distributional observations of some opisthobranchs from the Panamic faunal province. *The Veliger* 17:323-330.
- HERMOSILLO-GONZÁLEZ, A. 2003. New distributional records of opisthobranch mollusks for Bahía de Banderas, México (Tropical Eastern Pacific). *The Festivus* 35:21-28.
- MILLEN, S.V., AND BERTSCH, H. 2000. Three new species of dorid nudibranchs from southern California, USA, and the Baja California Peninsula, México. *The Veliger* 43:354-366.
- MILLER, M.C. 1995. New species of the dorid nudibranch genus *Paradoris* Bergh, 1884 (Gastropoda: Opisthobranchia) from New Zealand. *Journal of Natural History* 29:901-908.
- ORTEA, J.A., AND E.M. LLERA. 1981. Un nuevo dórido (Mollusca: Nudibranchia) de la Isla Isabel, Nayarit, México. *Iberus* 1:47-52.
- RUDMAN, W. 1987. The genus *Trapania* (Nudibranchia: Goniodorididae) in the Indo-West Pacific. *Journal of Molluscan Studies* 53:189-212.
- SCHRÖDL, M. 2000. Revision of dorid Nudibranchia collected during the French Cape Horn Expedition in 1882-1883, with discussion of the genus *Geitodoris* Bergh, 1891. *The Veliger* 43:197-209.
- VALDÉS, A. 2001. Deep-sea dorid nudibranchs (Mollusca, Opisthobranchia) from the tropical West Pacific, with descriptions of two new genera and nineteen new species. *Malacologia* 43:237-311.
- VALDÉS, A. 2002. A phylogenetic analysis and systematic revision of the cryptobranch dorids (Mollusca, Nudibranchia, Anthobranchia). *Zoological Journal of the Linnean Society* 136:353-636.

### Apéndice 3. Distribución geográfica de las especies de Bahía de Banderas

Las distribuciones con una "s" significa que Bahía de Banderas es el extremo sur conocido de la distribución. Una "n" significa que es el norte.

	DISTRIBUCIÓN	LÍMITES GEOGRÁFICOS CONOCIDOS
<i>Bulla punctulata</i>	Tropical	Bahía Magdalena, Golfo de California hasta Perú.
<i>Haminoea ovalis</i>	Tropical (n)	Bahía de Banderas hasta Costa Rica y Panamá.
<i>Navanax aenigmaticus</i>	Templada-tropical	San Diego, California hasta Panamá.
<i>Navanax inermis</i>	Templada-tropical (s)	Sur de California; Golfo de California hasta Bahía de Banderas.
<i>Aplysia californica</i>	Fría-tropical	Oregon, Golfo de California, El Salvador, Japón.
<i>A. cedrosensis</i>	Templada-tropical	Isla de Cedros, Golfo de California hasta Ixtapa, Guerrero.
<i>A. juliana</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Aplysia parvula</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Notarchus indicus</i>	Tropical (n)	Indopacífico, Mediterráneo, Hawai, Bahía de Banderas.
<i>Dolabella auricularia</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	Templada-tropical	Circuntropical en aguas cálidas y subtropicales.
<i>Phyllaplysia padinae</i>	Tropical	Golfo de California hasta Costa Rica y Panamá.
<i>Stylocheilus striatus</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Tyrodina fungina</i>	Templada-tropical	Sur de California, Golfo de California a Ecuador.
<i>Umbraculum umbraculum</i>	Tropical	Circuntropical en aguas cálidas y subtropicales.
<i>Berthella stellata</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Berthellina ilisima</i>	Tropical	Sur de California, Golfo de California a Panamá y Ecuador.
<i>Berthellina</i> sp. 1	Tropical	Golfo de California a Panamá.
<i>Pleurobranchus aerolatus</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Lobiger souverbii</i>	Tropical	Circuntropical
<i>Oxynoe panamensis</i>	Tropical	Golfo de California hasta Panamá.
<i>Berthellina chloris</i>	Tropical	Golfo de California a Ecuador.
<i>Elysia diomedea</i>	Tropical	Golfo de California hasta Panamá.
<i>E. hedgpethi</i>	Fría-tropical	Columbia Británica, Golfo de California hasta Bahía de Banderas.
<i>Elysia</i> sp. 1	Tropical	Bahía de Banderas a Costa Rica .
<i>Elysia</i> sp. 2	Tropical	Islas Revillagigedo, Bahía de Banderas a Costa Rica.
<i>Elysiella pusilla</i>	Tropical	Indopacífico, Bahía de Banderas hasta Costa Rica.
<i>Polybranchia viridis</i>	Tropical	Golfo de California a Ecuador y el Caribe.
<i>Placida cremoniana</i>	Tropical (s)	Golfo de California hasta Bahía de Banderas, Guam, Mediterráneo, Australia.
<i>P. dendritica</i>	Fría-tropical (s)	Alaska, al Golfo de California, Bahía de Banderas.
<i>Aplysiopsis enteromorphae</i>	Fría-tropical (s)	Ketchikan, Alaska a Bahía de Banderas.

	DISTRIBUCIÓN	LÍMITES GEOGRÁFICOS CONOCIDOS
<i>Aplysiopsis</i> sp. 1	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Costasiella</i> sp. 1	Tropical (n)	Bahía de Banderas y Panamá.
<i>Corambe pacifica</i>	Fría-tropical (s)	Alaska a Bahía de Banderas.
<i>Okenia academica</i>	Tropical (n)	Bahía de Banderas y Costa Rica.
<i>Okenia angelica</i>	Tropical	Golfo de California y Pacífico mexicano.
<i>O. cochimi</i>	Templada-tropical	Isla de Cedros, Baja California, Golfo de California, Bahía de Banderas e Islas Revillagigedo.
<i>O. mexicorum</i>	Tropical (s)	Golfo de California a Bahía de Banderas.
<i>Trapania goddardi</i>	Templada-tropical (s)	Bahía Tortugas, Baja California a Bahía de Banderas.
<i>T. goslineri</i>	Templada-tropical (s)	Isla de Cedros, Baja California, Golfo de California a Bahía de Banderas.
<i>Aegires sublaevis</i>	Tropical (n)	Atlántico, Islas Galápagos, Ecuador y Bahía de Banderas.
<i>Limacia Janssi</i>	Tropical	Sur del Golfo de California, Pacífico mexicano hasta Panamá.
<i>Polycera alabe</i>	Templada-tropical	California, Golfo de California, Pacífico mexicano hasta Panamá.
<i>Polycera</i> sp. 1	Tropical (n)	Bahía de Banderas a Costa Rica y Panamá.
<i>Polycera gnupa</i>	Tropical	Golfo de California hasta Panamá.
<i>Polycerella glandulosa</i>	Templada-tropical	Sur de California y Golfo de California hasta Panamá.
<i>Roboastra tigris</i>	Tropical (s)	Golfo de California hasta Bahía de Banderas.
<i>Tambja abdere</i>	Tropical	Bahía Magdalena, Baja California, Golfo de California, Pacífico mexicano, hasta Costa Rica.
<i>T. eliora</i>	Templada-tropical	Ensenada, Baja California, Bahía de Banderas, Pacífico mexicano, Costa Rica.
<i>Aldisa sanguinea</i>	Fría-tropical (s)	Oregon, Golfo de California hasta Bahía de Banderas.
<i>Atagema</i> sp. 1	Tropical (n)	Bahía de Banderas; Costa Rica.
<i>Diaulula aurila</i>	Templada-tropical	Punta Rosarito, Baja California; Golfo de California, Pacífico mexicano hasta Costa Rica y Panamá.
<i>Diaulula greeeyeli</i>	Tropical	Brazil; Pacífico mexicano a Costa Rica.
<i>Discodoris aliciae</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano hasta Costa Rica.
<i>Discodoris ketos</i>	Tropical	Golfo de California hasta Panamá.
<i>Doris granulosa</i>	Tropical	Pacífico mexicano; Costa Rica; Panamá; Indopacífico; Madagascar
<i>Doris immonda</i>	Tropical (n)	Indopacífico; Bahía de Banderas; Costa Rica.
<i>D. Tanya</i>	Tropical (n)	California, Golfo de California, Pacífico mexicano hasta Costa Rica.
<i>Hoplodoris bramale</i>	Tropical (n)	Bahía de Banderas; Costa Rica, Panamá.
<i>Jorunna</i> sp. 1	Tropical (n)	Bahía de Banderas, Ixtapa, Guerrero; Costa Rica y Panamá.
<i>Paradoris lopezi</i>	Tropical (s)	La Paz, Baja California; Islas Revillagigedo; Bahía de Banderas
<i>Rostanga pulchra</i>	Fría-tropical	Alaska hasta Chile y Argentina.

	<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>LÍMITES GEOGRÁFICOS CONOCIDOS</b>
<i>Taringa aivica</i>	Templada-tropical	Sur de California y Golfo de California hasta Panamá.
<i>Taringa</i> sp. 1	Tropical (n)	Bahía de Banderas; Costa Rica.
<i>Thordisa</i> sp. 1	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Conualevia alba</i>	Fría-tropical	Norte de California y Pacífico mexicano hasta Chile.
<i>Cadlina luarna</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano hasta Panamá.
<i>Cadlina sparsa</i>	Templada-tropical	Sur de California a Costa Rica; Chile y Argentina.
<i>Cadlina</i> sp. 1	Tropical	Isla Isabel, Islas Revillagigedo, Bahía de Banderas a Panamá.
<i>Chromodoris marislae</i>	Tropical	Golfo de California hasta Panamá.
<i>Chromodoris norrisi</i>	Templada-tropical	Isla de Cedros, Baja California; Golfo de California, Pacífico mexicano a Costa Rica.
<i>Chromodoris sphoni</i>	Tropical	Golfo de California a Panamá; Ecuador.
<i>Glossodoris baumanni</i>	Tropical	Golfo de California hasta Perú.
<i>Glossodoris dalli</i>	Tropical	Bahía Magdalena, Baja California Sur, Golfo de California hasta Panamá.
<i>Glossodoris sedna</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Hypselodoris agassizii</i>	Tropical	Golfo de California a Perú.
<i>Mexichromis antonii</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano a Panamá.
<i>Mexichromis tura</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano a Panamá.
<i>Tyrinna evelinae</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano a Panamá.
<i>Dendrodoris fumata</i>	Tropical	Golfo de California hasta Panamá y Colombia.
<i>Doriopsilla janaina</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano hasta Perú.
<i>Doriopsilla nigromaculata</i>	Templada-tropical	California; Golfo de California; Costa Rica.
<i>Marionia</i> sp. 1	Tropical	Pacífico mexicano; Costa Rica.
<i>Tritonia pickensi</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano a Panamá.
<i>Tritonia</i> sp. 1	Tropical	Bahía de los Angeles, Baja California y Bahía de Banderas.
<i>Tritonia</i> sp. 2	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Bornella sarape</i>	Tropical	Golfo de California, Bahía de Banderas; Panamá.
<i>Hancockia californica</i>	Templada-tropical	California hasta Costa Rica.
<i>Hancockia</i> sp. 1	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Doto amyra</i>	Fría-tropical (s)	Alaska a Bahía de Banderas.
<i>Doto lancei</i>	Templada-tropical	Sur de California; Bahía de Banderas; Costa Rica.
<i>Doto</i> sp. 1	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Doto</i> sp. 2	Tropical (n)	Bahía de Banderas y Panamá.
<i>Doto</i> sp. 3	Tropical (n)	Bahía de Banderas y Panamá.
<i>Crosslandia daedali</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano hasta Costa Rica.
<i>Notobryon wardi</i>	Tropical	Indopacífico, Golfo de California, Pacífico mexicano; Panamá.
<i>Lomanotus vermiformis</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Lomanotus</i> sp. 1	Tropical	Pacífico mexicano.
<i>Lomanotus</i> sp. 2	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Lomanotus</i> sp. 3	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Janolus</i> sp.1	Templada-tropical (s)	California; Bahía de Banderas.
<i>Janolus barbarensis</i>	Templada-tropical	California; Golfo de California, Bahía de Banderas; Costa Rica.
	<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>LÍMITES GEOGRÁFICOS CONOCIDOS</b>

<i>Flabellina bertschi</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano a Panamá.
<i>Flabellina cynara</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano a Perú.
<i>Flabellina marcursorum</i>	Templada-tropical	Isla Cedros, Golfo de California; Islas Galápagos, Ecuador; Caribbean.
<i>F. telja</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano a Panamá.
<i>Flabellina vansyoci</i>	Templada-tropical	Punta Eugenia, Golfo de California a Panamá.
<i>Flabellina</i> sp.1	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Eubbranchus cucullus</i>	Tropical (s)	Golfo de California, Pacífico mexicano a Panamá.
<i>E. madapanamensis</i>	Tropical (s)	India y Bahía de Banderas.
<i>Eubbranchus</i> sp. 1	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Eubbranchus</i> sp. 2	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Eubbranchus</i> sp. 3	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Aeolidiella alba</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Aeolidiella chromosoma</i>	Templada-tropical	Sur de California; Golfo de California, Pacífico mexicano a Costa Rica.
<i>Anteaeolidiella indica</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Spurilla neapolitana</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Berghia major</i>	Tropical	Indopacífico, Golfo de California, Pacífico mexicano; Panamá.
<i>Cerberilla</i> sp. 1	Tropical (n)	Bahía de Banderas y Manzanillo, Colima.
<i>Limenandra nodosa</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Anetarca armata</i>	Templada-tropical	Punta Asunción, Baja California; Golfo de California, Bahía de Banderas; Costa Rica.
<i>Bajaeolis bertschi</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano a Perú.
<i>Dondice</i> sp. 1	Tropical (n)	Bahía de Banderas a Costa Rica.
<i>Austraeolis stearnsi</i>	Tropical (s)	Santa Cruz, Baja California a Bahía de Banderas.
<i>Facelina</i> sp. 1	Banderas	Bahía de Banderas.
<i>Facelina</i> sp. 2	Tropical	Golfo de California, Bahía de Banderas a Panamá.
<i>Favorinus elenalexiae</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano, Costa Rica, Panamá, Ecuador.
<i>Favorinus</i> sp. 1	Tropical (n)	Bahía de Banderas y Ecuador.
<i>Glaucus atlanticus</i>	Tropical	Circuntropical.
<i>Hermosita hakunamatata</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano a Costa Rica y Panamá.
<i>Noumeaella rubrofasciata</i>	Templada-tropical	California; Islas San Benito, Baja California, Golfo de California hasta Panamá.
<i>Phidiana lascrucensis</i>	Tropical	Golfo de California, Pacífico mexicano hasta Panamá.
<i>Embletonia gracilis</i>	Tropical (s)	Indopacífico; Sudáfrica; Baja California, Bahía de Banderas.
<i>Cuthona lizae</i>	Tropical	Golfo de California hasta Panamá.
<i>Cuthona</i> sp. 1	Tropical	Bahía de Banderas.
<i>Cuthona</i> sp. 2	Tropical	Bahía de los Angeles, Baja California; Bahía de Banderas.
<i>Cuthona</i> sp. 3	Tropical	Islas Revillagigedo, Bahía de Banderas, Costa Rica.
<i>Cuthona</i> sp. 4	Tropical	Bahía de Banderas hasta Panamá.
<i>Phestilla lugubris</i>	Tropical	Baja California, México; Panamá; Islas Galápagos Ecuador; Indo-Pacífico.

## Apéndice 4. Distribución de las especies en las localidades de los grupos

Distribución de las especies en las localidades de los grupos.

ESPECIES/SITIOS	Frecuencia	Abundancia total	GRUPO 1			GRUPO 2B			GRUPO 2A				GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 2B	GRUPO 2A	
			Amarradero	Pared	Torres	Iglesias	Arcos	Iguana	Lindomar	Majahuitas	Escondido	Viuda					
<i>Aeolidiella chromosoma</i>	1.0	194	23	48	7	7	36	7	13	39	5	9		44	56	87	13
<i>Antaeolidiella indica</i>	0.8	69	4	2	17	15	8	6	1	16	0	0	16 especies de amplia distribución	55	45	100	0
<i>Dendrodoris nigromaculata</i>	0.8	16	3	1	2	3	4	0	1	1	0	1		56	44	86	14
<i>Elysia</i> sp. 1	0.4	14	1	5	0	0	0	0	1	0	7	0		43	57	13	88
<i>Embletonia gracilis</i>	0.5	13	5	0	1	0	1	4	0	2	0	0		46	54	100	0
<i>Glossodoris sedna</i>	1.0	1056	114	136	171	80	338	22	80	70	44	1		47	53	92	8
<i>Hoplodoris bramale</i>	0.6	22	4	5	0	1	0	2	4	0	0	6		45	55	50	50
<i>Janolus anulatus</i>	0.2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0		50	50	100	0
<i>Janolus barbarensis</i>	1.0	47	3	13	1	6	5	1	5	1	11	1		49	51	50	50
<i>Navanax inermis</i>	0.4	9	1	0	4	0	3	0	0	1	0	0		56	44	100	0
<i>Placida cremoniana</i>	0.2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		50	50	0	100
<i>Polycera alabe</i>	1.0	541	61	30	93	78	105	24	30	45	3	72		48	52	73	27
<i>Spurilla neapolitana</i>	0.8	25	5	2	5	1	4	0	5	1	0	2		52	48	83	17
<i>Stylocheilus striatus</i>	0.8	240	79	27	0	4	5	51	46	24	4	0		46	54	97	3
<i>Tyrinna evelinae</i>	0.6	9	0	3	1	0	2	1	0	1	0	1		44	56	80	20
<i>Aldisa cf. sanguinea</i>	0.1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		100	0	0	0
<i>Berthelina chloris</i>	0.1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10 especies con distribución exclusiva en el grupo 1	100	0	0	0
<i>Costasiella</i> sp. 1	0.1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		100	0	0	0
<i>Chromodoris norrisi</i>	0.1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		100	0	0	0
<i>Hermosita hakunamatata</i>	0.2	183	29	154	0	0	0	0	0	0	0	0		100	0	0	0
<i>Notarchus indicus</i>	0.1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0		100	0	0	0
<i>Roboastra tigris</i>	0.1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		100	0	0	0
<i>Tambja abdere</i>	0.7	1524	294	454	451	312	3	0	0	8	2	0		99	1	85	15
<i>Tambja eliora</i>	0.4	6	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0		100	0	0	0
<i>Tritonia</i> sp. 2	0.2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0		100	0	0	0
<i>Austraeolis stearnsi</i>	0.4	18	0	13	0	2	2	1	0	0	0	0		83	17	100	0
<i>Chromodoris marislae</i>	0.7	21	8	2	2	4	3	1	0	1	0	0	9 especies con distribución dominante en el grupo 1	76	24	100	0
<i>Discodoris aliciae</i>	0.3	26	3	22	0	0	1	0	0	0	0	0		96	4	100	0
<i>Facelina</i> sp. 2	0.3	24	0	21	0	0	2	1	0	0	0	0		88	13	100	0
<i>Lomanotus</i> sp. 1	0.5	23	0	0	18	0	1	2	1	0	0	1		78	22	80	20
<i>Polycera</i> sp. 2	0.5	66	5	28	21	0	9	0	0	3	0	0		82	18	100	0
<i>Thordisa</i> sp. 1	0.3	18	0	16	0	0	1	0	0	1	0	0		89	11	100	0
<i>Trapania goslineri</i>	0.5	45	4	25	0	0	14	0	0	1	0	1		64	36	94	6
<i>Aeolidiella alba</i>	0.9	29	7	0	1	1	6	2	4	2	2	4		31	69	70	30
<i>Anetarca armata</i>	0.3	5	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	60 especies con distribución dominante en el grupo 2-b	40	60	100	0
<i>Aplysia cedroensis</i>	0.4	10	0	0	0	1	5	3	0	0	1	0		10	90	89	11
<i>Aplysia parvula</i>	0.4	32	0	0	0	4	4	22	2	0	0	0		13	88	100	0
<i>Bajaeolis bertschii</i>	0.8	71	1	0	2	2	30	0	29	3	2	2		7	93	94	6
<i>Beaolidia nodosa</i>	0.2	12	1	0	0	0	0	11	0	0	0	0		8	92	100	0
<i>Berthella stelata</i>	0.6	20	0	1	1	3	9	3	0	3	0	0		25	75	100	0
<i>Berthellina ilisima</i>	1.0	758	52	22	60	29	281	112	74	76	28	24		22	78	91	9
<i>Berthellina</i> sp. 1	0.7	22	1	0	1	1	2	9	1	7	0	0		14	86	100	0
<i>Bulla punctulata</i>	0.4	5	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0		20	80	75	25
<i>Cadlina</i> sp. 1	0.6	85	4	0	0	0	9	1	47	0	23	1		5	95	70	30
<i>Cadlina sparsa</i>	0.7	22	1	2	0	0	3	2	10	3	1	0		14	86	95	5



ESPECIES/SITIOS	Frecuencia	Abundancia total	GRUPO 1			GRUPO 2B				GRUPO 2A			GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 2B	GRUPO 2A	
			Amarradero	Pared	Torres	Iglesias	Arcos	Iguana	Lindomar	Majahuitas	Escondido	Viuda					
<i>Crosslandia daedali</i>	0.6	43	5	0	0	2	13	18	3	2	0	0	60 especies con distribución dominante en el grupo 2-b	16	84	100	0
<i>Cuthona lizae</i>	0.5	12	2	0	0	0	3	1	1	5	0	0		17	83	100	0
<i>Cuthona sp. 6</i>	0.3	5	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0		20	80	100	0
<i>Chromodoris baumanni</i>	1.0	81	5	2	3	15	4	8	21	10	2	11	31	69	77	23	
<i>Chromodoris sphoni</i>	1.0	138	23	13	4	6	14	19	37	6	7	9	33	67	83	17	
<i>Dendrodoris krebsii</i>	1.0	439	49	1	39	31	112	51	47	81	26	2	27	73	91	9	
<i>Diaulula aurila</i>	0.7	46	4	0	1	0	9	9	17	5	0	1	11	89	98	2	
<i>Diaulula greeyeli</i>	0.5	21	0	0	0	2	1	8	7	3	0	0	10	90	100	0	
<i>Discodoris ketos</i>	0.9	220	26	0	3	6	44	57	36	32	11	5	16	84	91	9	
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	0.5	41	0	0	0	5	4	25	0	6	1	0	12	88	97	3	
<i>Dondice sp. 1</i>	0.3	17	0	1	0	0	8	8	0	0	0	0	6	94	100	0	
<i>Doriopsilla janaina</i>	1.0	735	22	8	10	8	84	329	160	58	10	46	7	93	92	8	
<i>Doris granulosa</i>	1.0	173	6	3	1	3	13	52	50	19	9	17	8	92	84	16	
<i>Doto amyra</i>	0.3	17	1	0	0	0	13	3	0	0	0	0	6	94	100	0	
<i>Doto lancei</i>	1.0	217	2	6	3	1	64	28	74	7	1	31	6	94	84	16	
<i>Doto sp. 1</i>	1.0	266	20	29	3	7	8	127	32	30	8	2	22	78	95	5	
<i>Elysia diomedea</i>	1.0	278	83	7	3	13	25	23	57	8	54	5	38	62	66	34	
<i>Elysia hedgpethi</i>	0.5	26	3	0	0	0	1	10	10	0	2	0	12	88	91	9	
<i>Elysia sp. 2</i>	0.3	10	1	0	0	0	0	1	8	0	0	0	10	90	100	0	
<i>Elysiella pusilla</i>	0.3	34	2	0	0	0	0	0	20	0	12	0	6	94	63	38	
<i>Eubbranchus cucullus</i>	1.0	164	10	12	1	8	9	60	27	25	2	10	19	81	91	9	
<i>Eubbranchus sp. 1</i>	0.7	14	2	1	0	0	1	3	0	5	1	1	21	79	82	18	
<i>Eubbranchus sp. 2</i>	0.4	12	3	0	0	0	7	1	0	0	0	1	25	75	89	11	
<i>Favorinus elenalexiae</i>	1.0	296	10	40	7	2	57	68	40	59	3	10	20	80	95	5	
<i>Favorinus sp. 1</i>	0.5	45	0	7	1	0	22	6	0	0	0	9	18	82	76	24	
<i>Flabellina bertschi</i>	1.0	732	6	66	54	21	279	27	29	26	9	215	20	80	62	38	
<i>Flabellina sp. 1</i>	0.4	137	0	1	10	0	125	1	0	0	0	0	8	92	100	0	
<i>Flabellina telja</i>	1.0	1409	30	18	82	121	210	411	211	257	45	24	18	82	94	6	
<i>Glossodoris dalli</i>	1.0	384	53	32	33	13	123	11	14	35	68	2	34	66	72	28	
<i>Haminoea virescens</i>	0.6	37	4	0	4	2	3	8	16	0	0	0	27	73	100	0	
<i>Hancockia californica</i>	0.7	24	4	2	0	2	5	6	4	0	1	0	33	67	94	6	
<i>Jorunna sp. esponjita</i>	0.3	5	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	20	80	100	0	
<i>Limacia janssi</i>	0.8	35	2	0	3	4	8	11	2	3	0	2	26	74	92	8	
<i>Lobiger souverbii</i>	0.7	88	5	0	0	10	3	43	8	8	11	0	17	83	85	15	
<i>Lomanotus sp. 1</i>	1.0	138	13	10	3	12	29	23	8	14	3	23	28	72	74	26	
<i>Lomanotus vermiformis</i>	1.0	796	27	12	38	14	156	103	281	50	14	101	11	89	84	16	
<i>Mexichromis antonii</i>	0.8	50	8	0	1	3	7	3	12	1	0	15	24	76	61	39	
<i>Mexichromis tura</i>	1.0	107	6	1	1	4	21	19	3	20	2	30	11	89	66	34	
<i>Navanax aenigmaticus</i>	1.0	287	21	2	6	12	73	55	60	30	26	2	14	86	89	11	
<i>Notobryon wardi</i>	0.6	162	1	2	0	0	21	17	97	0	0	24	2	98	85	15	
<i>Phidiana lasrucensis</i>	1.0	462	17	3	64	45	159	38	3	118	13	2	28	72	95	5	
<i>Phidiana mariadelmarae</i>	1.0	145	3	22	6	3	27	32	28	12	5	7	23	77	89	11	
<i>Phillaplysia padinae</i>	0.9	110	10	3	3	12	7	28	27	7	13	0	25	75	84	16	
<i>Pleurobranchus aerolatium</i>	1.0	589	53	5	6	22	161	100	45	146	43	8	15	85	90	10	
<i>Sclerodoris tanya</i>	0.2	3	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	33	67	100	0	
<i>Tritonia pickensi</i>	1.0	2169	138	105	177	313	319	200	191	349	264	113	34	66	74	26	
<i>Tylodina fungina</i>	0.9	1210	26	17	238	35	729	13	7	144	1	0	26	74	100	0	
<i>Umbraculum umbraculum</i>	0.4	7	0	1	0	0	2	3	0	1	0	0	14	86	100	0	
<i>Cadlina luarna</i>	0.6	91	2	0	0	0	16	4	19	4	46	0	2	98	48	52	

ESPECIES/SITIOS	Frecuencia	Abundancia total	GRUPO 1			GRUPO 2B			GRUPO 2A				GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 2B	GRUPO 2A	
			Amarradero	Pared	Torres	Iglesias	Arcos	Iguana	Lindomar	Majahuitas	Escondido	Viuda					
<i>Cuthona</i> sp. 7	0.3	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	16 especies	25	75	33	67
<i>Doto</i> cf. <i>kya</i>	0.4	18	0	2	0	0	6	3	0	0	0	7	con	11	89	56	44
<i>Doto</i> sp. 1	0.2	56	0	22	0	0	0	0	0	0	0	34	distribución	39	61	0	100
<i>Doto</i> sp. 2	0.5	8	1	1	0	0	1	0	0	2	0	3	dominante	25	75	50	50
<i>Flabellina cynara</i>	0.9	554	0	11	13	3	64	6	172	5	39	241	en el	5	95	47	53
<i>Flabellina marcusorum</i>	1.0	1782	171	144	137	219	197	140	90	197	23	464	grupo 2-a	38	62	56	44
<i>Flabellina vansyoci</i>	0.6	380	0	87	0	0	1	0	4	1	88	199		23	77	2	98
<i>Hypselodoris agassizii</i>	1.0	1673	123	52	54	30	169	6	384	25	526	304		15	85	41	59
<i>Marionia</i> sp. 1	0.9	81	2	0	2	2	8	3	29	3	3	29		7	93	57	43
<i>Noumeaella rubrofasciata</i>	1.0	244	1	4	10	2	9	11	25	3	6	173		7	93	21	79
<i>Okenia angelica</i>	0.4	32	1	0	0	0	0	11	0	0	5	15		3	97	35	65
<i>Oxynoe panamensis</i>	0.5	204	4	0	0	0	3	4	1	0	192	0		2	98	4	96
<i>Paradoris lopezi</i>	0.3	3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0		33	67	50	50
<i>Polybranchia viridis</i>	0.6	15	0	3	0	0	2	1	2	0	5	2		20	80	42	58
<i>Trapania goddardi</i>	0.5	12	2	1	0	0	0	2	0	0	1	6		25	75	22	78
<i>Aegires sublaevis</i>	0.2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		0	100	100	0
<i>Aplysia californica</i>	0.1	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	24 especies	0	100	100	0
<i>Aplysia juliana</i>	0.2	9	0	0	0	0	0	2	0	7	0	0	con	0	100	100	0
<i>Aplysiopsis enteromorphae</i>	0.1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	distribución	0	100	100	0
<i>Atagema</i> sp. 1	0.1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	exclusiva	0	100	100	0
<i>Bornella sarape</i>	0.2	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	en el	0	100	67	33
<i>Comualevia alba</i>	0.2	6	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	grupo 2-b	0	100	100	0
<i>Corambe pacifica</i>	0.5	29	0	0	0	0	11	12	3	2	1	0		0	100	97	3
<i>Cuthona</i> sp. 2	0.1	12	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0		0	100	100	0
<i>Cuthona</i> sp. 3	0.1	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0		0	100	100	0
<i>Dolabella auricularia</i>	0.3	44	0	0	0	0	1	41	0	2	0	0		0	100	100	0
<i>Doriopsilla albopunctata</i>	0.3	8	0	0	0	0	3	0	2	0	3	0		0	100	63	38
<i>Eubranchius madapanamensis</i>	0.3	8	0	0	0	0	3	4	1	0	0	0		0	100	100	0
<i>Facelina</i> sp. 1	0.4	367	0	0	0	0	335	28	0	2	0	2		0	100	99	1
<i>Hancockia</i> sp. 1	0.1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		0	100	100	0
<i>Okenia</i> cf. <i>academica</i>	0.1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		0	100	100	0
<i>Okenia cochimi</i>	0.2	3	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0		0	100	100	0
<i>Okenia mexicorum</i>	0.2	44	0	0	0	0	0	43	0	0	0	1		0	100	98	2
<i>Phestilla lugubris</i>	0.1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0		0	100	100	0
<i>Placida dendritica</i>	0.4	18	0	0	0	0	2	12	2	0	2	0		0	100	89	11
<i>Polycera gnupa</i>	0.1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		0	100	100	0
<i>Polycera</i> sp. 1	0.1	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		0	100	100	0
<i>Rostanga pulchra</i>	0.5	18	0	0	0	0	2	7	5	1	0	3		0	100	83	17
<i>Taringa aivica</i>	0.6	21	0	0	0	0	1	7	4	4	3	2		0	100	76	24
<i>Berghia major</i>	0.1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		0	100	0	100
<i>Cerberilla</i> sp. 1	0.1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7 especies	0	100	0	100
<i>Cuthona</i> sp. 1	0.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	con	0	100	0	100
<i>Cuthona</i> sp. 4	0.3	14	0	0	0	0	1	2	2	0	0	9	distribución	0	100	36	64
<i>Lomanotus</i> sp. 3	0.2	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	exclusiva	0	100	29	71
<i>Polycerella glandulosa</i>	0.1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	en el	0	100	0	100
<i>Tritonia</i> sp. 1	0.3	123	0	0	0	0	0	0	0	0	58	65	grupo 2-a	0	100	0	100
			1439	1524	1584	1376	4229	2601	2610	1973	1730	2334					

## Apéndice 5. Índice de valor biológico

Índice de Valor Biológico (IVB), abundancias totales, abundancias relativas de las especies de opistobranquios de Bahía de Banderas. En letras negras las especies que se seleccionaron como las poblaciones más importantes.

Especies	IVB Temporal	IVB Espacial	IVB Total	AB Total	AB Relativa	Acum. % Relativa
1 <i>Tritonia pickensi</i>	478	446	924	2202	9.32	9.32
2 <i>Flabellina marcusorum</i>	450	426	876	1782	7.55	16.87
3 <i>Hypselodoris agassizii</i>	460	371	831	1702	7.21	24.08
4 <i>Flabellina telja</i>	429	397	826	1409	5.97	30.04
5 <i>Glossodoris sedna</i>	419	354	773	1056	4.47	34.52
6 <i>Berthellina engeli</i>	373	375	748	758	3.21	37.73
7 <i>Doriopsilla janaina</i>	390	321	711	742	3.14	40.87
8 <i>Lomanotus vermiformis</i>	342	355	697	871	3.69	44.56
9 <i>Flabellina bertschi</i>	388	304	692	732	3.10	47.66
10 <i>Pleurobranchus aerolatum</i>	351	318	669	589	2.49	50.15
11 <i>Tyrodina fungina</i>	409	252	661	1210	5.12	55.27
12 <i>Dendrodoris fumata</i>	345	295	640	451	1.91	57.18
13 <i>Tambja abdere</i>	432	205	637	1460	6.18	63.37
14 <i>Glossodoris dalli</i>	317	281	598	384	1.63	64.99
15 <i>Polycera alabe</i>	261	324	585	541	2.29	67.28
16 <i>Phidiana lascrucensis</i>	328	251	579	462	1.96	69.24
17 <i>Flabellina cynara</i>	343	223	566	554	2.35	71.59
18 <i>Favorinus elenalexiae</i>	251	273	524	302	1.28	72.86
19 <i>Navanax enigmaticus</i>	248	248	496	288	1.22	74.08
20 <i>Discodoris ketos</i>	239	243	482	220	0.93	75.02
21 <i>Doto</i> sp. 1	256	224	480	266	1.13	76.14
22 <i>Flabellina vansyoci</i>	291	165	456	380	1.61	77.75
23 <i>Stylocheilus striatus</i>	210	226	436	304	1.29	79.04
24 <i>Doris granulosa</i>	211	198	409	173	0.73	79.77
25 <i>Eubranchus cucullus</i>	196	205	401	175	0.74	80.51
26 <i>Aeolidiella chromosoma</i>	170	229	399	194	0.82	81.33
27 <i>Facelina</i> sp. <i>rubrolineata</i>	317	79	396	367	1.55	82.89
28 <i>Chromodoris sphoni</i>	182	209	391	138	0.58	83.47
29 <i>Doto lancei</i>	214	176	390	217	0.92	84.39
30 <i>Noumeaella rubrofasciata</i>	236	144	380	244	1.03	85.42
31 <i>Lomanotus</i> sp. 1	141	205	346	138	0.58	86.01
32 <i>Elysia diomedea</i>	262	55	317	295	1.25	87.26
33 <i>Phidiana mariadelmarae</i>	116	195	311	145	0.61	87.87
34 <i>Mexichromis tura</i>	130	135	265	103	0.44	88.31
35 <i>Notobryon wardi</i>	140	121	261	166	0.70	89.01
36 <i>Phillaplysia padinae</i>	99	161	260	110	0.47	89.48
37 <i>Oxynoe panamensis</i>	205	51	256	204	0.86	90.34
38 <i>Chromodoris baumanni</i>	91	142	233	81	0.34	90.68

Species	IVB Temporal	IVB Espacial	IVB Total	AB Total	AB Relativa	Acum. % Relativa
39 <i>Lobiger souverbii</i>	96	122	218	88	0.37	91.06
40 <i>Elysia hedgpethi</i>	0	209	209	9	0.04	91.09
<b>41 <i>Flabellina sp. fogata</i></b>	<b>126</b>	<b>65</b>	<b>191</b>	<b>137</b>	<b>0.58</b>	<b>91.67</b>
42 <i>Cadlina sp. 1</i>	97	79	176	85	0.36	92.03
43 <i>Antaeolidiella indica</i>	68	104	172	69	0.29	92.33
44 <i>Hermosita hakunamatata</i>	87	80	167	183	0.77	93.10
45 <i>Tritonido sp. mariposa</i>	88	79	167	123	0.52	93.62
46 <i>Cadlina luarna</i>	117	39	156	91	0.39	94.01
47 <i>Bajaeolis bertschi</i>	74	81	155	71	0.30	94.31
48 <i>Polycera sp. 1</i>	57	90	147	66	0.28	94.59
49 <i>Mexichromis antonii</i>	49	77	126	50	0.21	94.80
50 <i>Doto sp. chidin</i>	51	68	119	56	0.24	95.04
51 <i>Dolabrifera dolabrifera</i>	50	52	102	41	0.17	95.21
52 <i>Limacia janssi</i>	33	59	92	35	0.15	95.36
53 <i>Okenia angelica</i>	36	52	88	1	0.00	95.36
54 <i>Haminoea virescens</i>	39	47	86	37	0.16	95.52
55 <i>Elysiella pusilla</i>	42	42	84	14	0.06	95.58
56 <i>Crosslandia daedali</i>	31	51	82	43	0.18	95.76
57 <i>Favorinus sp. quizul</i>	33	49	82	31	0.13	95.89
58 <i>Diaulula aurila</i>	28	45	73	46	0.19	96.09
59 <i>Dolabella auricularia</i>	42	30	72	44	0.19	96.27
60 <i>Aplysia parvula</i>	33	37	70	32	0.14	96.41
61 <i>Chromodoris marislae</i>	15	53	68	21	0.09	96.50
62 <i>Okenia mexicorum</i>	35	32	67	44	0.19	96.68
63 <i>Spurilla neapolitana</i>	25	39	64	25	0.11	96.79
64 <i>Marionia sp. ecuador</i>	16	46	62	23	0.10	96.89
65 <i>Aeolidiella alba</i>	14	46	60	29	0.12	97.01
66 <i>Facelina sp. maywo</i>	27	28	55	24	0.10	97.11
67 <i>Elysia sp. verrucose</i>	20	32	52	10	0.04	97.15
68 <i>Janolus barbarensis</i>	11	36	47	27	0.11	97.27
69 <i>Polybranchia viridis</i>	21	26	47	13	0.06	97.32
70 <i>Berthella stelata</i>	18	28	46	20	0.08	97.41
71 <i>Discodoris sp. aliciae</i>	10	32	42	26	0.11	97.52
72 <i>Corambe pacifica</i>	17	23	40	29	0.12	97.64
73 <i>Embletonia gracilis</i>	27	13	40	12	0.05	97.69
74 <i>Doto amyra</i>	23	16	39	17	0.07	97.76
75 <i>Taringa aivica</i>	20	16	36	21	0.09	97.85
76 <i>Thordisa sp. 1</i>	10	25	35	18	0.08	97.93
77 <i>Cuthona sp. 1</i>	13	21	34	12	0.05	97.98
78 <i>Cadlina sparsa</i>	13	18	31	22	0.09	98.07
79 <i>Berthellina sp. 1</i>	7	21	28	22	0.09	98.17
80 <i>Diaulula greeyeli</i>	13	14	27	21	0.09	98.26

Especies	IVB Temporal	IVB Espacial	IVB Total	AB Total	AB Relativa	Acum. % Relativa
81 <i>Lomanotus</i> sp. 2	12	15	27	7	0.03	98.28
82 <i>Placida dendritica</i>	8	17	25	18	0.08	98.36
83 <i>Aplysia juliana</i>	10	15	25	9	0.04	98.40
84 <i>Doto cf. kya</i>	5	18	23	18	0.08	98.48
85 <i>Cuthona</i> sp. 2	0	23	23	14	0.06	98.53
86 <i>Facellina stearnsi</i>	0	22	22	14	0.06	98.59
87 <i>Tambja eliora</i>	12	10	22	6	0.03	98.62
88 <i>Cuthona</i> sp. 3	10	11	21	10	0.04	98.66
89 <i>Navanax inermis</i>	0	19	19	8	0.03	98.70
90 <i>Rostanga pulchra</i>	3	15	18	18	0.08	98.77
91 <i>Doto</i> sp. 2	6	11	17	8	0.03	98.81
92 <i>Trapania goddardi</i>	0	16	16	12	0.05	98.86
93 <i>Eubranchus</i> sp. 2	4	9	13	18	0.08	98.93
94 <i>Hancockia californica</i>	0	12	12	24	0.10	99.03
95 <i>Beaolidia nodosa</i>	1	9	10	12	0.05	99.09
96 <i>Tyrinna evelinae</i>	0	10	10	9	0.04	99.12
97 <i>Lomanotus</i> sp. 3	0	10	10	7	0.03	99.15
98 <i>Dendrodoris nigromaculata</i>	0	10	10	4	0.02	99.17
99 <i>Elysia</i> sp. 1	0	9	9	34	0.14	99.31
100 <i>Cuthona lizae</i>	0	9	9	12	0.05	99.36
101 <i>Cuthona</i> sp. 4	0	8	8	4	0.02	99.38
102 <i>Berghia major</i>	0	8	8	2	0.01	99.39
103 <i>Cerberilla</i> sp. 1	0	8	8	2	0.01	99.40
104 <i>Dondice</i> sp. 1	0	5	5	17	0.07	99.47
105 <i>Anetarca armata</i>	0	5	5	5	0.02	99.49
106 <i>Okenia cf. academica</i>	0	0	0	32	0.14	99.63
107 <i>Trapania goslineri</i>	0	0	0	12	0.05	99.68
108 <i>Aplysia cedroensis</i>	0	0	0	10	0.04	99.72
109 <i>Umbraculum umbraculum</i>	0	0	0	7	0.03	99.75
110 <i>Comualevia alba</i>	0	0	0	6	0.03	99.78
111 <i>Bulla punctulata</i>	0	0	0	5	0.02	99.80
112 <i>Cuthona</i> sp. 5	0	0	0	5	0.02	99.82
113 <i>Jorunna</i> sp. 1	0	0	0	5	0.02	99.84
114 <i>Eubranchus</i> sp. 1	0	0	0	4	0.02	99.86
115 <i>Bornella sarape</i>	0	0	0	3	0.01	99.87
116 <i>Okenia cochimi</i>	0	0	0	3	0.01	99.88
117 <i>Paradoris lopezi</i>	0	0	0	3	0.01	99.89
118 <i>Sclerodoris tanya</i>	0	0	0	3	0.01	99.91
119 <i>Costasiella</i> sp. 1	0	0	0	2	0.01	99.92
120 <i>Phestilla lugubris</i>	0	0	0	2	0.01	99.92
121 <i>Placida cremoniana</i>	0	0	0	2	0.01	99.93
122 <i>Polycerella glandulosa</i>	0	0	0	2	0.01	99.94
123 <i>Aegires sublaevis</i>	0	0	0	1	0.00	0.00

<b>Especies</b>	<b>IVB temporal</b>	<b>IVB espacial</b>	<b>IVB total</b>	<b>AB Total</b>	<b>AB Relativa</b>	<b>Acum. % Relativa</b>
124 <i>Aplysiopsis enteromorphae</i>	0	0	0	1	0.00	0.01
125 <i>Atagema</i> sp. 1	0	0	0	1	0.00	0.01
126 <i>Berthelinia chloris</i>	0	0	0	1	0.00	0.02
127 <i>Cuthona</i> sp. 6	0	0	0	1	0.00	0.02
128 <i>Chromodoris norrisi</i>	0	0	0	1	0.00	0.03
129 <i>Doriopsilla albopunctata</i>	0	0	0	1	0.00	0.03
130 <i>Eubranchus madapanamensis</i>	0	0	0	1	0.00	0.03
131 <i>Hancockia</i> sp. 1	0	0	0	1	0.00	0.04
132 <i>Hoplodoris bramale</i>	0	0	0	1	0.00	0.04
133 <i>Janolus anulatus</i>	0	0	0	1	0.00	0.05
134 <i>Notarchus indicus</i>	0	0	0	1	0.00	0.05
135 <i>Polycera gnupa</i>	0	0	0	1	0.00	0.06
136 <i>Tritonia</i> sp. 1	0	0	0	1	0.00	0.06
137 <i>Cuthona</i> sp. 6	0	0	0	1	0.00	0.06
138 <i>Aldisa cf. sanguinea</i>	0	0	0	1	0.00	0.07
139 <i>Polycera</i> sp. 2	0	0	0	3	0.01	0.08
140 <i>Roboastra tigris</i>	0	0	0	1	0.00	0.08
				23615		

## LITERATURA CITADA

Angulo-Campillo, O.

2002. New distributional records for opisthobranch mollusks from the Golfo de California, México. *The Festivus* 34(10): 117-121.

2003. Variación espacio-temporal de las poblaciones de opistobranquios (Mollusca: Opisthobranchia) en tres localidades de B.C.S. México. Inst. Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Tesis de Maestría.

2005. A four year survey of the opisthobranch fauna (Gastropoda, Opisthobranchia) from Baja California Sur, México. *Vita Malocologica* 3:43-50.

Angulo-Campillo, O. y A. Valdés

2003. A new species of *Cuthona* from the Gulf of California. *The Veliger* 46(2): 179-182.

Ávila, C., D. Kelman, Y. Kashman y Y. Benayahu

1999. An association between a dendronotid nudibranch (Mollusca, Opisthobranchia) and a soft coral (Octocorallia, Alcyonaria) from the Red Sea. *Jour. Nat. Hist.*, 33: 1433-1449.

Badan, A.

1997. La Corriente costera de Costa Rica en el Pacífico mexicano. En: M.F. Lavín (ed.), *Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana*. 99-112.

Becerro, M.A., X. Turon, M.J. Uriz y J. Templado

2003. Can a sponge feeder be a herbivore? *Tyrodina perversa* (Gastropoda) feeding on *Aplysina aerophoba* (Demospongiae). *Biol. Jour. of the Linnean Society*, 78: 429-438.

Behrens, D. W.

1980. *Pacific Coast Nudibranchs: A guide to the Opisthobranchs Alaska to Baja California*. First Edition. Sea Challengers. California. 148 p.

1991. *Pacific Coast Nudibranchs. A Guide to the Opisthobranchs Alaska to Baja California*. Sea Challengers, Monterey, California. 107 p.

2004. *Pacific Coast Nudibranchs - Supplement II: New Species to the Pacific Coast and New Information on the Oldies*. *Proc. Calif. Acad. of Sci.* 55(2): 11-54.

2005. *Nudibranch Behavior*. New World Publications, Jacksonville, FL.

Behrens, D. W. y A. Hermosillo

2005. *Eastern Pacific Nudibranchs: A guide to the Opisthobranchs from Alaska to Central America*. Sea Challengers. California. 137 p.

Bergh, L.S.R.

1894. *Die Opisthobranchien*. Reports on the dredging operations off the west coast of Central America to the Galapagos, to the west coast of México, and in the Gulf of California, in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U.S. Fish Commission

steamer "Albatross", during 1891, Lieut. Commander Z.L. Tanner, U.S.N., commanding. Bulletin of the museum of Comparative Zoology, Harvard 25(10): 125-233.

Bertsch, H.

1970. *Dolabrifera dolabrifera* (Rang, 1828): Range Extension to the Eastern Pacific. The Veliger 13(1):110-111.

1973. Zoogeography of opisthobranchs from tropical west America. The Echo (Western Society of Malacologists) 5: 47-54.

1976. A new species of *Chromodoris* (Opisthobranchia: Nudibranchia) from tropical west America. The Veliger 19(2):156-158.

1977. The Chromodoridinae Nudibranchs from the Pacific coast of America. - Part I. Investigative Methods and Supra-Specific Taxonomy. The Veliger 20(2): 107-118.

1978a. The Chromodoridinae Nudibranchs from the Pacific coast of America. - Part II. The Genus *Chromodoris*. The Veliger 20(4):307-327.

1978b. The Chromodoridinae nudibranchs from the Pacific coast of America. - Part III. The Genera *Chromolaichma* and *Mexichromis*. The Veliger 21(1):70-86.

1978c. The Chromodoridinae nudibranchs from the Pacific coast of America. -Part IV. The genus *Hypselodoris*. The Veliger 21(2):236-250.

1979. Tropical faunal affinities of opisthobranchs from the Panamic province (eastern Pacific). Nautilus 93: 57-61.

1980. A new species of *Bornella* from tropical west- America (Mollusca, Opisthobranchia). Spixiana (Meunchn) 3(1):33- 42.

1981. Rectification of the generic placement of *Sclerodoris tanya* (Marcus, 1971), comb. nov., a nudibranch from southern California, with a range extension to the Gulf of California, Mexico. The Veliger 23(3):217-220.

1983. Estudios de ecosistemas bentónicos a lo largo de la costa noroccidental de Baja California, Mexico: Distribución y presa de varios invertebrados marinos. Ciencias Marinas 8 (2): 91-123.

1984. Notes from Hans Bertsch: an international reconnaissance expedition to Baja California Sur, Mexico: part I. Shells y Sea Life 16(10):182-184.

1991. Biodiversity of the dorid nudibranch (Mollusca: Opisthobranchia) fauna of the Pacific coast of the three Californias: Systematic and zoogeographic comments. In: Murray Dailey y Hans Bertsch (editors), Proceedings of the VIII International Symposium of Marine Biology, Ensenada, Baja California, Mexico, 107-115.

1992. Pacific opisthobranch zoogeography: biodiversity and endemism. Western Society of Malacologists, Annual Report 24: 22.

1993. Opisthobranchios (Mollusca) de la costa occidental de México. In: Salazar-Vallejo, S.I., y N.E. González (eds.), Biodiversidad marina y costera de México. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México. p. 253-270.

1995. A three-year phonological analysis of subtidal populations of opisthobranch mollusks at Bahía de Los Angeles, Baja California, México. Proceedings of the Pacific Division of the American Association for the Advancement of Science, 76<sup>th</sup> Ann. Meet. 14(1):34.

2002. The natural history of *Doriopsilla gemela* Gosliner, Schaefer & Millen, 1999 (Opisthobranchia: Nudibranchia), at Bahía de los Angeles, Baja California, México. Western Society of Malacolgists, Annual Report 33: 7-8.



- Bertsch, H., O. Angulo y J. L. Arreola  
1999. Opisthobranchs of Bahía Tortugas, Baja California Sur, México (27° 41.6'N; 114° 53.3'W): Preliminary Report on 1997-1998 Conabio-Sponsored Expeditions. *Opisthobranch Newsletter* 25(2):5-7.
- Bertsch, H., A. J. Ferreira; W. M. Farmer y T. L. Hayes  
1973. The genera *Chromodoris* and *Felimida* (Nudibranchia: Gastropoda) in tropical west America: distributional data, description of a new species, and scanning electron microscopic studies of radula. *The Veliger* 15(4): 287-294.
- Bertsch, H., T. M. Gosliner; R. Wharton y G. Williams.  
1972. Natural history and occurrence of opisthobranch gastropods from the open coast of San Mateo County, California. *The Veliger* 14(3):302-311.
- Bertsch, H.W. y A. Kerstitch  
1984. Distribution and radular morphology of various nudibranchs (Gastropoda: Opisthobranchia) from the Gulf of California, Mexico. *The Veliger* 26(4):264-273.
- Bertsch H., M. D. Miller y A. Grant  
1998. Notes on Opisthobranch Community Structures at Bahía de Los Angeles, Baja California, Mexico (June, 1998). *Opisthobranch Newsletter* 24(8):35-36.
- Brusca, R.L. y G.J. Brusca  
1990. *Invertebrates: i-xviii*, 1-922. Sunderland, Massachusetts.
- Bloom, S. A.  
1974. Resource partitioning among the doridacean nudibranch mollusks of the San Juan Archipelago, Washington: a guild hypothesis. Ph D. Dissertation. University of Washington, 157 p.  
1976. Morphological correlations between dorid nudibranch predators and sponge prey. *The Veliger*, 18: 289-301.  
1981. Specialization and Noncompetitive Resource Partitioning among Sponge-Eating Dorid Nudibranchs. *Oecologia* 49: 305-315.
- Briggs, J.C.  
1974. *Marine zoogeography*. McGraw-Hill Book Co. New York. 461 p.
- Brown, J.H. y M.V. Lomolino  
1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, Incl. Publishers. Sunderland, MA. 691 p.
- Camacho-Garcia, Y., T. M. Gosliner y A. Valdés  
2005. Field Guide to the Sea Slugs of the Tropical Eastern Pacific. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 129 p.
- Capper, A., E. Cruz-Rivera, V. J. Paul y I. R. Tibbetts  
2006. Chemical deterrence of a marine cyanobacterium against sympatric and non-sympatric consumers. *Hydrobiologia* 553: 319-326.

Carballo, J.L. y E. Avila

2004. Population dynamics of a mutualistic interaction between the sponge *Haliclona caerulea*, and the red alga *Jania adherens*. *Marine Ecology Progress Series* 279: 93-104.

Carballo, J. L., P. Gómez, J.A. Cruz, D.M. Flores-Sánchez

2003. Sponges of the family Confrillidae (Porifera: Demospongiae) from the Pacific coast of México, with the description of three new species. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116(2): 515-527.

Carballo, J. L., J.A. Cruz-Barraza y P. Gómez

2004. Taxonomy and description of clionaid sponges (Hadromerida, Clionidae) from the Pacific Ocean of México. *Zoological Journal of the Linnean Society*.

Carté B. y J. Faulkner

1986. Role of secondary metabolites in feeding associations between a predatory nudibranch, two grazing nudibranch, and a bryozoan. *Journal of Chemical Ecology* 12(3): 795-804.

C. Guido y M. T. Ghiselin

1998. Chemical defense and evolution in the Sacoglossa (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia). *Chemoecology* 8:51-60.

Clark, K.B.

1975. Nudibranch life cycles in the Northwest Atlantic and their relationship to the ecology of fouling communities. *Helgoländer wissenschaft Meeresunters* 27: 28-69.

Dayrat, B.

2005. Advantages of naming species under the *Phylocode*: an example of how a species of *Discodorididae* (Mollusca, Gastropoda, Euthyneura, Nudibranchia, Doridina) may be named. *Marine Biology Research* 1: 216-232.

Domenech, A., C. Avila y M. Ballesteros

2002. Spatial and temporal variability of the opisthobranch molluscs of Port Lligat Bay, Catalonia, NE Spain. *Journal of Molluscan Studies* 68, 29-37.

Edmunds, M.

1977. Larval development, oceanic currents, and origins of the opisthobranch fauna of Ghana. *Journal of Molluscan Studies* 43:301-308.

Emerson, W. K.

1978. Mollusks with Indo-Pacific faunal affinities in the Eastern Pacific Ocean. *The Nautilus* 92(2): 91-96.

Fahey, S. y T. M. Gosliner

2003. Mistaken Identities: On the Discodorididae Genera *Hoplodoris* Bergh, 1880 and *Carminodoris* Bergh, 1889 (Opisthobranchia, Nudibranchia). *Proceedings of the California Academy of Sciences* 54(10): 169-208.

2004. A Phylogenetic Analysis of the Aegiridae Fischer, 1883 (Mollusca, Nudibranchia, Phanerobranchia) with Descriptions of Eight New Species and a Reassessment of Phanerobranch Relationships. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55(34): 612-689.

Faulkner J. y M. Ghiselin

1983. Chemical defense and evolutionary ecology of dorid nudibranchs and some other opisthobranch gastropods. *Marine ecology Progress Series* 13:295-301.

Ferreira, A. J. y H. Bertsch

1975. Anatomical and distributional observations of some opisthobranchs from the Panamic Faunal Province. *The Veliger* 17(4): 323-330.

Fielder, P.C.

1992. Seasonal climatologies and variability of eastern tropical Pacific surface waters. NOAA Technical Report 109: 1-65.

Franz, D. R.

1975. An Ecological Interpretation of Nudibranch Distribution in the Northwest Atlantic. *The Veliger* 18:79-83.

García, F. J. y J. S. Troncoso

2001. *Favorinus elenalexiae*, a new species (Opisthobranchia: Aeolidiidae) from the eastern Pacific ocean. *The Nautilus* 115(4): 150.

Goddard, J. H.R.

1984. The opisthobranchs of Cape Arago, Oregon, with notes on their biology and a summary of benthic opisthobranchs known from Oregon. *The Veliger*, 27(2):143-163.

2001. Mollusca: Gastropoda. P: 314 in *An Identification Guide to the Larval Marine Invertebrates of the Pacific Northwest*, A. Shanks, ed. Oregon State University Press, Corvallis, OR.

2005. Developmental mode in benthic opisthobranch mollusks from the northeast Pacific Ocean: feeding in a sea of plenty. *Canadian Journal of Zoology* 82:1954-1968.

Gosliner, T. M.

1990. Additions to the aeolidacean nudibranch fauna of the tropical eastern Pacific. *The Western society of Malacologists Annual Report [for 1989]* 22:16.

1991. Four new species and a new genus of opisthobranch gastropods from the Pacific coast of North America. *The Veliger* 34(3): 272-290.

1992. Biodiversity of tropical opisthobranch gastropod faunas. *Proceedings of the seventh international coral reef symposium* 2: 702-709.

1994. Gastropoda: Opisthobranchia. *Microscopic Anatomy of invertebrates, Volume 5: Mollusca I*, pages 253-355. Wiley-Liss, Inc.

1994a. New records of Flabellinidae (Opisthobranchia: Aeolidacea) from the tropical Americas, with descriptions of two new species. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 48(9): 171-183.

2001. Aposematic coloration and mimicry in opisthobranch mollusks: new phylogenetic and experimental data. *Bollettino Malacologico* 37: 163-170.
2004. Phylogenetic Systematics of *Okenia*, *Sakishinaia*, *Hopkinsiella* and *Hopkinsia* (Nudibranchia: Goniodorididae) with Descriptions of New Species from the Tropical Indo-Pacific. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55(5): 125-161.
- Gosliner, T.M. y D.W. Behrens  
1990. Special resemblance, aposomatic coloration and mimicry in opisthobranch gastropods. Pages 127-138, pl 8-10 In: Wicksten, M. (Compiler) *Adaptive Coloration in Invertebrates*. Texas A&M University, College Station, Texas, 138 p.
- Gosliner, T. M. y H. Bertsch  
1985. Records and Morphology of *Lomanutos stauberi* Clark y Goerzfried, 1976, from the Panamic Pacific. *The Veliger* 27(4): 397-405.  
1988. A review of the genus *Berthella* (Opisthobranchia: Notaspidea) from the Pacific coast of North America. *The Veliger* 31(1/2): 46-47.  
2004. Systematics of *Okenia* from the Pacific Coast of North America (Nudibranchia: Goniodorididae) with Descriptions of Three New Species. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55(22): 414-430.
- Gosliner, T. M. y A. M. Kuzirian  
1990. Two new species of Flabellinidae (Opisthobranchia: Aeolidacea) from Baja California. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 47(1): 1-15.
- Gosliner, T. M. y R. C. Willan  
1991. Review of the Flabellinidae (Nudibranchia: Aeolidacea) from the Tropical Indo-Pacific, with the Descriptions of Five New Species. *The Veliger* 34(2):97-133.
- Gosliner, T. M., M. T. Ghiselin y H. Bertsch  
1985. Opisthobranch mollusks of the Punta Eugenia region, with a discussion on their biogeographic affinities. -*Western Society of Malacologists Annual Report* 17:11.
- Green, B. J., L. Wei-Ye, J. R. Manhart, T. D. Fox, E. J. Summer, R. A. Kennedy, S. K. Pierce y M. E. Rumpho  
2000. Mollusc-Algal Chloroplast Endosymbiosis. Photosynthesis, Thylakoid Protein Maintenance, and Chloroplast Gene Expression Continue for Many Months in the Absence of the Algal Nucleus. *Plant Physiology*, September 2000, 124: 331-342.
- Griffiths, R.C.  
1968. Physical, chemical and biological oceanography at the entrance to the Gulf of California Spring of 1960. *US Fish Wildlife Serv. Spec. Scientific Report, Fish* 573: 1-47.
- Hadfield, M.  
1963. The biology of nudibranch larvae. *OIKOS* 14(1):85-95.
- Hadfield, M.G., y S.E. Miller  
1987. On developmental patterns of opisthobranchs. *American Malacological Bulletin*. 5: 197-214.

- Hadfield, M.G. y M. Switzer-Dunlap  
1984. Opisthobranchs. Pp. 209-350. *En*: Wilbur, K.M. (ed.) *The Mollusca* Vol. 7. Reproduction. Academic Press: London.
- Hamann M.T. and P. J. Scheue  
1993. Kahalalide F: A bioactive depsipeptide from the Sacoglossa mollusk *Elysia rufescens* and the Green Alga *Bryopsis* sp. *J. Am. Chem. Soc.* 115: 5825-5826.
- Harris, L.G.  
1987. Aeolid Nudibranch as Predator and Prey. *American Malacological Bulletin* 5(2): 287-292.
- Hermosillo-González, A.  
2003. New distributional records (Mollusca: Opisthobranchia) for Bahía de Banderas, México (Eastern Pacific). *The Festivus* 35(3): 21-28.
- Hermosillo, A.  
2004. Opisthobranch Mollusks of Parque Nacional de Coiba, Panamá. (Tropical Eastern Pacific). *The Festivus* 36(9): 105-117.
- Hermosillo, A. y D. W. Behrens  
2005. The Opisthobranch fauna of Mexican States of Colima, Michoacán and Guerrero – Filling in the faunal gap. *Vita Malacologia* (3): 11-22.
- Hermosillo, A.; D. W. Behrens; E. Ríos-Jara  
2006. Opisthobranchios de México. Guía de babosas marinas del Pacífico, Golfo de California y las islas oceánicas. Dirección de Artes Escénicas y Literatura, Universidad de Guadalajara. Publicación de CONABIO. 144 p.
- Hermosillo, A. y Y. E. Camacho-García  
2006. A note on the opisthobranchs of Parque nacional de Coiba, Panamá (tropical eastern Pacific). *The Festivus* 38(9): 95-98.
- Hermosillo, A. y A. Valdés  
2005. Two new Dorids (Mollusca: Opisthobranchia) of Bahía de Banderas and La Paz, México. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55 (28): 550-560.
- Hill, M.O.  
1979. DECORANA. A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. *Ecology and Systematics*. Cornell University. Ithaca, NY, EEUU. 36 p.
- Hochlowski, J.E., R.P. Walker, C. Ireland y D.J. Faulkner  
1982. Metabolites of four nudibranchs of the Genus *Hypselodoris*. *Journal of Organic Chemistry* 47: 88-91.

- Hurst, A.  
1967. The egg masses and veligers of thirty northeast Pacific opisthobranchs. *The Veliger* 9:255-288.
- Hyman, L. H.  
1940. *The Invertebrates: Protozoa through Ctenophora*. McGraw Hill, New York, 726 pp.
- Keen, A. M.  
1971. *Sea Shells of the Tropical West America: Marine Mollusks from Baja California to Peru*. Stanford University Press, i-xiv+1064 pp., ca. 4000 figs.
- Keen, A. M. y Eugene V. C.  
1975. "Sea Shells of the Tropical West America": additions and corrections to 1975. *The Western Society of Malacologists Occasional paper* 1, 66 p.
- Kerstitch, A.  
1989. *Sea of Cortez Marine Invertebrates: A guide for the Pacific Coast, Mexico to Ecuador*. Sea Challengers, Monterey. 214 p.
- Kerstitch, A. y H. Bertsch  
In press. *Sea of Cortez Marine Invertebrates, 2nd Edition (Revised)*. Sea Challengers, Monterey, CA. 129 p.
- Light, S.F., F.A. Pitelka, D.P. Abbott, F.M. Wessner y R.I. Smith  
1954. *Intertidal Invertebrates of the Central California Coast*. University of California Press. Berkeley, 466 p.
- Llorente-Bousquets, J. y J. J. Morrone  
2001. *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Facultad de Ciencias, UNAM y Conabio. México, D.F.
- Loya-Salinas, D. H., Escofet A. M.  
1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). Contribution to the calculation of the Biological Value Index (Sanders, 1960). *Ciencias Marinas* 16(2): 97-115.
- MacFarland, Fran Mace.  
1966. Studies of opisthobranchiate mollusks of the Pacific coast of North America. – *Memoirs of the California Academy of sciences* 6: 1-546.
- Magurran, A. E.  
1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.

- Marcus, E. D.B.-R. y E. Marcus  
1967. American opisthobranch mollusks. *Studies in Tropical Oceanography*, Miami 6:1-256.
- Marin A., L.A. Alvarez, G. Cimino y A. Spinella  
1999. Chemical defence in chepalaspidean gastropods: origin, anatomical location and ecological roles. *The Malacological Society of London* 65: 121-131.
- McFarland, F. K. y G. Muller-Parker  
1993. Photosynthesis and retention of zooxanthellae and zoochlorellae within the aeolid nudibranch *Aeolidia papillosa*. *Biological Bulletin*, 184: 223-229.
- McCune, B. y M.J. Mefford  
1999. *Multivariate Analysis of Ecological Data V.4.10 M j M Software*. Gleneden Beach, Oregon USA.
- McLain, D.R., R.E. Brainard y J.G. Norton  
1985. Anomalous warm events in eastern boundary current systems. *Califor. Coop. Ocean. Fish. Invest. Data Rep.* 26: 51-64.
- Megina, C.  
2001. Especialización trófica y alimentación de Nudibranchia. Tesis de Doctorado. Departamento Biología Animal, Vegetal y Ecología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Cádiz.
- Megina, C., J. L. Carballo, J. L. Cervera y J.C. García-Gómez  
2002. The diet of *Platydoris argo* (Gastropoda: Nudibranchia) and the dietary specialization of sponge eating dorids. *Journal of Molluscan Studies* 68:173-179.
- Millen, S. V.  
1972. Population Ecology of the Nudibranch *Archidoris montereyensis* (Cooper, 1862). Master of Science Thesis, Simon Fraser University. 124 p.  
1985. Northern, primitive tergipedid nudibranchs, with a description of a new species from the Canadian Pacific. *Canadian Journal of Zoology* 64: 1356-1362.
- Millen, S. V. y H. Bertsch  
2000. Three new species of dorid nudibranchs from southern California, USA, and the Baja California Peninsula, México. *The Veliger* 43(4): 354-366.  
2005. Two New Species of Porostome Nudibranchs (Family Dendrodorididae) from the Coasts of California (USA) and Baja California (Mexico). *Proceedings of the California Academy of Sciences* 56(18): 189-199.
- Miller, M. C.  
1961. Distribution and food of the nudibranchiate mollusca of the south of the Isle of Man. *Journal of Animal Ecology* 30: 95-116.  
1962. Annual Cycles of some Manx Nudibranchs, with a Discussion of the Problems of Migration. *Journal of Animal Ecology* 31: 545-569.

- McDonald, G. R. y J. W. Nybakken  
1997. A list of worldwide food habits of nudibranchs. University of California, Santa Cruz web site – [http://veliger.org/nudibranch\\_food.html](http://veliger.org/nudibranch_food.html)
- Mulliner, D. K.  
1982. Update on Nudibranchia from tropical west America. *The Festivus* 14(11): 132-133.
- Nakamura, K.  
2006. New records of the opisthobranch mollusks from the Guaaquil Marine Ecoregion: Northern Perú. *The Festivus* 38(7): 75-83.
- Nybakken, J.  
1974. A phenology of the smaller dendronotacean, arminacean and aeolidacean nudibranchs at Asilomar State Beach over a twenty-seven month period. *The Veliger* 16(4): 370-373.  
1978. Abundance, diversity and Temporal Variability in a California Intertidal Nudibranch Assemblage. *Marine Biology* 45:129-146.
- Odum, E. P.  
1963. *Ecology*. vii + 152 pp; illus. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.
- Ortea, J., M. Caballer & J. Espinosa  
2003. Nuevos Aeolidaceos (Mollusca: Gastropoda) de Costa Rica. *Avicennia* 16: 129-142.
- Ortea-Rato, J. A.; Llera-Gonzalez, E.M.  
1981. Un nuevo dorido (Mollusca: Nudibranchiata) de la isla Isabel, Nayarit, Mexico. *Iberus, Revista de la Sociedad Espanola de Malacologia* 1:47-52.
- Padilla-Verdín, C. J.  
2005. Estudio faunístico y composición de la dieta de moluscos Opistobanquios espongiívoros (Mollusca, Opisthobranchia) en la Bahía de Mazatlán (Sinaloa). Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNM, Mazatlán.
- Paul, V. J. y M. P. Puglisi  
2004. Chemical mediation of interactions among marine organisms. *Nat. Prod. Rep.* 21: 189-209.
- Pettit, G. R., K. D., Doijeiek, D.L. and B. E. Tucker  
1993. Isolation of the nickel-chlorin chelate tunichlorin from the south pacific ocean sea hare *Dolabella auricularia*. *J. Nat. Products* 56 (1): 1981-2984.
- Pola M.; J. L. Cervera y T. M. Gosliner  
2006. Taxonomic revisión and phylogenetic análisis of the genus *Tambja* Burn, 1962 (Mollusca, Nudibranchia, Polyceridae). *Zoologica Scripta* 35:491-530.



Rawat, D.S., Mukesh, J. C. y A. Himanshu

2006. Marine peptides and related compounds in clinical trial. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry* 6(1): 33-40.

Robilliard, G. A.

1970. The systematics and some aspects of the ecology of the genus *Dendronotus* (Gastropoda: Nudibranchia). *The Veliger* 12(4): 433-479.

1971. Natural History, Niche Exploitation and Co-Existence in the genus *Dendronotus* (Mollusca: Opisthobranchia). University of Washington, Zoology, Ph.D. Dissertation. 170 p.

1972. A new species of *Dendronotus* from the northeastern Pacific with notes on *Dendronotus nanus* and *Dendronotus rubustus* (Mollusca: Opisthobranchia). *Canadian Journal of Zoology* 50: 421-432.

Rudman, W. B.

1979. the ecology and anatomy of a new species of aeolid opisthobranch mollusk; a predator of the scleractinian coral *Porites*. *Zoological Journal of the Linnean Society* 65: 339-350.

1982. The taxonomy and biology of further aeolidacean and arminacean nudibranch mollusks with symbiotic zooxanthellae. *Zoological Journal of the Linnean Society* 74: 147-196.

1987. Solar-powered animals. *Natural History* 10/87.

Rudman, W. B. y R. C. Willan

1998. Opisthobranchia Introduction. Pp. 915-942 *En: Beesley, P.L., Ross, G.J.B. y Wells, A. (eds) Mollusca: The southern Synthesis. Fauna of Australia. Vol. 5. CSIRO Publishing: Melbourne, part B viii 565-1234 p.*

Rumpho, M. E., E. J. Summer y J. R. Manhart

2000. Solar-Powered Sea Slugs. *Mollusc/Algal Chloroplast symbiosis. Plant Physiology*, May 2000, 123: 29-38.

Sanders, H.L.

1960. Benthic studies in Buzzard Bay. III. The structure of the soft-bottom community. *Limnol. Oceanogr.* 5: 138-153.

Scheltema R., I.P. Williemas y P.O. Sobel

1996. Retention around and long-distance dispersal between oceanic islands by planktonic larvae of benthic gastropod Mollusca. *American Malacological Bulletin* 12(1/2): 67-75.

Skoglund, C.

1990. Additions to the Panamic Province Opisthobranch (Mollusca) Literature 1971 to 1990 *The Festivus (Supplement)* 27 p.

2002. Panamic province molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2001. III *Gastropoda. The Festivus* 33 (supplement): i-ix, 1-286.

Sphon, G. G.

1972. An annotated checklist of the nudibranchs and their allies from the west coast of North America. *Opisthobranch Newsletter* 4(10-11):53-79.

Swennen, C.

1961. Data on distribution, reproduction and ecology of the nudibranch mollusks occurring in the Netherlands. *Netherland Journal of Sea Research* 1: 191-240.

Thompson, T.E.

1976. *Biology of opisthobranch molluscs I*. Ray Society, London pp. 1-206.

1976a. *Nudibranchs*, 96 pp, 30 pls. T.F.H. Publ., New Jersey.

Todd, C. D.

1981. The ecology of nudibranch molluscs. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 19:141-234.

1983. Reproductive and trophic ecology of the nudibranch mollusks. In *The Mollusca, 6. Ecology* (W.D. Russell-Hunter, ed.), 225-259. Academic Press Inc., London.

1984. Reproductive and Trophic Ecology on Nudibranch Molluscs, Chapter 5: 225-255. *En: The Mollusca. Ecology, 6*. Academic Press. E.U.A.

Trowbridge, C. D.

1993. Population structure of two common species of ascoglossan (=sacoglossan) opisthobranchs on the central coast of Oregon, USA. *The Veliger* 36(2): 99-106.

2002. Northeastern Pacific sacoglossan opisthobranchs: natural history, review, bibliography and prospectus. *The Veliger* 45(1): 1-24.

Valdés, A.

2003. Preliminary molecular phylogeny of the radula-less dorids (Gastropoda: Opisthobranchia), based on 16S MTDNA séquence data. *Journal of Molluscan Studies*, 69: 75-80.

2004. Phylogeography and phyloecology of dorid nudibranchs (Mollusca: Gastropoda). *Biol. Jour. of the Linn. Society* 83: 551-559.

Valdés A. y O. Angulo-Campillo

2000. Redescription and reassessment of *Cadlina luarna* (Ev. Marcus and Er. Marcus, 1967), comb. Nov. (Mollusca, Opisthobranchia, Doridina). *Proceedings of the California Academy of Sciences* 52(7):77-85.

2004. Systematics of the Pelagic Aeolid Nudibranchs of the Family Galucidae (Mollusca, Gastropoda). *Bulletin of Marine Science* 75(3): 381-389.

Valdés, A. y D. W. Behrens

1998. A new species of *Doripsilla* (Mollusca, Nudibranchia, Dendrodorididae) from the Pacific coast of north America. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 50(13): 307-314.

Valdés, A. & Bouchet, P.

2005. Cephalaspidea, Thecosomata, Gymnosomata, Aplysiomorpha, Umbraculida, Acochliidae, Sacoglossa, Cylindebellidae, Nudipleura. In: Bouchet, P. & Rocroi, J.-P. (eds.), Classification and Nomenclator of Gastropod Families. *Malacologia* 47: 1-397.

Valdés, A., J. Hamman, D.W. Behrens y A. DuPont

2006. Caribbean Sea Slugs, a field guide to the opisthobranch mollusks from the tropical northwestern Atlantic. Sea Challengers Natural History Books. Gig Harbor, Washington.

Willan, R. C.

1988. The taxonomy of two host-specific, cryptic dendronotoid nudibranch species (Mollusca: Gastropoda) from Australia including a new species description. *Zoological Journal of the Linnean Society* 94: 39-63.

Williams, G. C. y T. M. Gosliner

1973. A new species of Anaspidea opisthobranch from the Gulf of California (Mollusca: Gastropoda). *The Veliger* 16(2): 216-232.

Wilson, M.V. y A. Shmida

1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Jour. Ecol.* 72:1055-1064.

Wrytki, K.

1965. Surface currents of the eastern Pacific Ocean. *Bull, Inter-American Tropical Tuna Comm.* 9: 279-303.

1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Oceanogr. Mar. Biol. Annual Rev.* 4:33-68.

Zacharias, M. Y J. Roff

2002. Explanations of patterns of intertidal diversity at regional scales. *Journal of Biogeography* 28: 471-483.

Zamudio, L., A.P. Leonardi, S.D. Meyers y J.J. O'Brien

2001. ENSO and Eddies on the Southwest COSAT of México. *Geophys. Res. Letts.* 28(1):13-16.