

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas

Departamento de Pesquerías y Biología Marina



VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LAS POBLACIONES
DE OPISTOBRANQUIOS
(MOLLUSCA: OPISTHOBRANCHIA) EN TRES
LOCALIDADES DE B.C.S., MÉXICO



TESIS

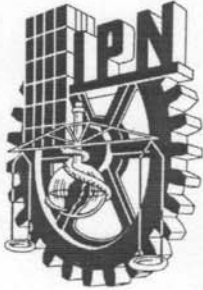
que para obtener el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en
Manejo de Recursos Marinos

PRESENTA:

BIOL. MAR. ORSO JUAN ANGULO CAMPILLO

La Paz, B.C.S

Octubre de 2003



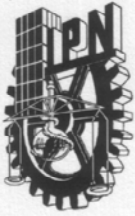
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S. el día 18 del mes septiembre del año 2003, el (la) que suscribe ORSO JUAN ANGULO CAMPILLO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A010124 adscrito a CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis bajo al dirección de DR. HANS BERTSCH y cede los derechos del trabajo titulado: “VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LAS POBLACIONES DE OPISTOBRANQUIOS (MOLLUSCA: OPISTHOBRANCHIA) EN TRES LOCALIDADES DE B.C.S., MÉXICO” al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin en permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: Allende #1245, Col. Centro, C.P. 23000, La Paz, B.C.S. mol@cromwell.com.mx Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


ORSO JUAN ANGULO CAMPILLO
nombre y firma



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 11:00 horas del día 18 del mes de Septiembre del 2003 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

**“VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LAS POBLACIONES DE OPISTOBRANQUIOS
 (MOLLUSCA: OPISTHOBRANCHIA) EN TRES LOCALIDADES DE B.C.S., MÉXICO”**

Presentada por el alumno:

ANGULO

Apellido paterno

CAMPILLO

materno

ORSO JUAN

nombre(s)

Con registro:

A	0	1	0	1	2	4
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

Dr. Hans Bertsch

DR. HANS BERTSCH

PRESIDENTE

J. Elorduy

DR. JUAN FÉLIX ELORDUY GARAY

SEGUNDO VOCAL

D. David Alfaro Siqueiros Beltrones

DR. DAVID ALFARO SIQUEIROS BELTRONES

SECRETARIO

MC. Ricardo Javier Saldierna Martínez

MC. RICARDO JAVIER SALDIERNA MARTÍNEZ

TERCER VOCAL

Dr. Angel Valdes

DR. ANGEL VALDES

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Francisco Arreguín Sánchez

DR. FRANCISCO ARREGUÍN SANCHEZ



**I. P. N.
CICIMAR
DIRECCION**

PARA MI FAMILIA

IBÓ, BONA Y ANIBAL
(por su apoyo incondicional)

A LOS MEJORES TIOS DEL MUNDO

PILLO Y JUANITO
(que siempre estarán conmigo)

A MI PRINCESA

LIZA

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, que solo ella con el simple saludo por el teléfono sabía que pasaba, por sus pláticas y sobre todo por su amistad. Mi adorada hermana, que por más que yo le haga, la alegría que trajo a la familia no tiene comparación, es decir, mi sobrina Renata. A mi padre, su gran cariño y afecto. A Juan por su buen humor y sus “palmaditas” en la espalda.

A toda la familia Rosas-Gómez, Henny, Arturo, Nana, Pá, la Bisa, Bufo & Monica, Ana & Ross, Terry & Lila por su gran apoyo, pero sobre todo su cariño.

A el Jonn, por su comentarios, chistes, correcciones gramaticales y lingüísticas, sus consejos y la inolvidable frase “dudas, comentarios.....no?...yo tengo algunas”.

Al equipo de Ensenada de Muertos, a Lili por esas eternas cuentas de madre perla, Oscar con aquellas enredadas de las mangueras de la Hooka, al súper Calvillo que al principio no me creía que en los frascos había algo, pero eso sí, que cosas me enseñó y Ady por esa sonrisa que por más mal que me fuera siempre me ponía de buenas.

A Enrique y Ricardo que ambos, ha como me han ayudado tanto en lo personal como en lo profesional, al igual que David. Gerardo y Paty por los gratos momentos.

Ángel y Hans por sus enseñanzas, paciencia pero sobre todo por su amistad. Sandra, Marta, Mike por su ayuda en completar este trabajo.

A las gentes del departamento de plancton, Messie Funes que por más que diga para mí siguen siendo charalitos; Ray, Roxana, Chio, Alejandro Z., Alejandro H., el Maestro Rogelio y al Maestro Sergio.

A los grandes amigos, que tengo la dicha de compartir, Marco, El súper soldado Dupont, la Comadre, Clau & Renato, El Rubens, La Montse, Denní & Felipe, Pablo, Avryl y José Luis.

A los hijos, el Joe, José y Sergio que su apoyo y amistad ha sido muy especial.

A mis niñas Jaina, Pasha, Xina, Gaia y el Vecino, que siempre están al pie del cañón.

A Sandrita con su delicioso cafecito, Múrice Cavite por su chispa y su “oh!!”, Melí siempre fiel a la causa.

Princesa, no hay palabras que ayuden a dar idea de lo agradecido que estoy por todo, ya sea cariño, apoyo, apapacho, pero sobre todo tu amor.

También quiero agradecer a los programas, proyectos e instituciones por las becas otorgadas durante la realización de este trabajo, CONACYT, Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI), proyectos CGPI 200306, 200308, Beca de Posgrado del IPN (Beca Tesis) y Travel-Grant del Museo de Historia natural de Los Angeles, así como a Humberto e Irene.

INDICE	
Lista de figuras.....	i
Lista de tablas.....	iii
Glosario.....	iv
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Justificación.....	7
2. Hipótesis.....	8
3. Objetivos.....	9
4. Área de Estudio.....	10
5. Material y Métodos.....	14
5.1. Muestreo.....	14
5.2. Identificación.....	15
5.3. Trabajo de Laboratorio.....	16
5.4. Procesamiento.....	16
6. Resultados.....	19
6.1. Riqueza.....	19
6.2 Diversidad.....	25
6.3 Abundancia.....	28
6.4 Distribución.....	30
6.5 Similitud.....	36
7. Discusión	43
8. Conclusiones.....	54
9. Recomendaciones.....	55
10. Literatura Citada.....	56
Anexo.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.-	Localización geográfica de las áreas de estudio.....	13
Figura 2.-	Variación de la temperatura registrada en la región de estudio.....	19
Figura 3.-	Amplitudes de distribución para el Golfo de California.....	23
Figura 4.-	Curva de rarefacción de especies para cada una de las localidades.....	24
Figura 5.-	Distribución de especies por localidad a lo largo del año de muestreo.....	25
Figura 6.-	Valores de Shannon-Weiner, de la suma total para cada una de las localidades.....	26
Figura 7.-	Valores obtenidos de H' para cada una de las localidades. La línea Punteada denota falta de datos.....	27
Figura 8.-	Distribución porcentual de la abundancia de los opistobranquios agrupados por orden.....	28
Figura 9.-	Abundancia relativa de las especies de opistobranquios obtenidos de octubre de 2000 a octubre 2001.....	29
Figura 10.-	Abundancia relativa de los ordenes de opistobranquios en las localidades de estudio.....	29
Figura 11.-	Abundancia relativa de las especies de opistobranquios las localidades de estudio.....	30
Figura 12.-	Variación de la abundancia de las especies con respecto a la temperatura en las localidades intermareales.....	33
Figura 13.-	Variación de la abundancia de las especies con respecto a la temperatura en las localidades submareales.....	35
Figura 14.-	Representación grafica del agrupamiento según el índice de similitud de Bray-Curtis en modo Q, para las cuatro localidades.....	36
Figura 15.-	Tratamiento mensual de agrupamiento según el índice de similitud de Bray-Curtis, para las cuatro localidades.....	37
Figura 16.-	Análisis de Clusters de Bray-Curtis, de las 39 especies más importantes en todos los muestreos.....	39
Figura 17.-	Análisis de componentes principales, especies vs meses. CL=Calerita, PI=Pta. Pericos intermareal, PS= Pta. Pericos submareal y	

	CR= Cerralvo.....	40
Figura 18.-	Análisis de componentes principales, localidad vs especies vs ambiente. CL=Calerita, PI=Pta. Pericos intermareal, PS= Pta. Pericos submareal y CR= Cerralvo.....	41
Figura 19.-	Representación gráfica del análisis de correspondencia CL=Calerita, PI=Pta. Pericos intermareal, PS= Pta. Pericos submareal y CR= Cerralvo.....	42

LISTA DE TABLAS

Tabla I.- Listado taxonómico de opistobranquios encontrados en el área de estudio.....	20
Tabla II.- Distribución de taxa y número de especímenes observados por localidad.....	31
Tabla III.- Especies que presentaron abundancias mayores a uno.....	38
Tabla IV.- Valores arbitrarios asignados a los tipos de sustratos caracterizados.....	41

GLOSARIO

Branquia: Órgano respiratorio en animales acuáticos, conformado por expansiones filiformes o laminares del cuerpo, muy vascularizado, puede ser externa o interna.

Cantos rodados: Trozos de piedra que por la erosión son de forma esférica.

Cavidad paleal: Región del cuerpo de los moluscos donde se origina el manto.

Ceras: Estructuras respiratorias externas de forma delgada, las cuales presentan extensiones de la glándula digestiva, pueden ocurrir sencillas o en grupos.

Cognoscitivo: De lo que es capaz de conocerse, relativo al conocimiento empírico y/o reciente..

Congéneres: Del mismo género o especie.

Espongívoro: Que se alimenta de esponjas.

Exclusivas: Que solo se presentaron en un solo lugar.

Herbívoro: Que se alimenta de vegetales y/o plantas.

Hermafrodita: Que presenta ambos sexos y/o géneros tanto masculino como femenino.

Heterogeneidad: Compuesto de partes de diferente naturaleza.

Hidrozooívoros: Que se alimenta de hidrozorios.

Hipobranquial: Cavidad del cuerpo donde se aloja la branquia.

In situ: En el lugar natural.

Incipiente: Falto de orden y/o comenzando a formarse.

Infralitoral: Región más baja de la Intermareal, que solo se expone durante las mareas más bajas.

Intermareal: Parte de la línea de costa, la cual se descubre de acuerdo con el cambio de marea.

Listado Taxonómico: Listado de organismos identificados hasta el mayor nivel posible.

Omnívoros: Que se alimenta de cualquier sustancia orgánica.

Osfradio: Órgano sensitivo encargado de controlar la composición química y sedimentológica de la corriente de agua.

Ovoposición: Tipo o forma de puesta.

Poblaciones: Conjunto de organismos que se encuentran en una zona determinada.

Pozas de Marea: Charcas de agua marina que se forman durante los cambios de marea.

Provincia faunística o biogeográfica: Zona o región que se delimita o se diferencia de otras por el número de especies, así como por características oceanográficas.

Rinóforo: Órgano quimiorreceptor que se localiza en la cabeza.

Simientes: Que deja las bases para otros.

Submareal: Parte de la línea de costa que siempre se encuentra cubierta por agua.

Taxa: Grupo o identidad de cualquier nivel que es lo bastante distinto para designarle un nivel definitivo (taxa=especie).

Taxocenosis: Parte de la comunidad definida por su pertenencia a determinado grupo taxonómico.

Tepetate: Formación y/o conjunto de plancha de roca.

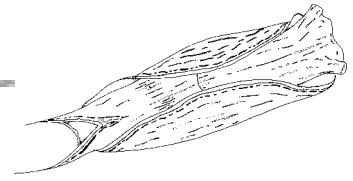
RESUMEN

Los opisthobranchios son moluscos exclusivamente marinos, conformados por cinco órdenes (Cephalaspidea, Sacoglossa, Anaspidea, Notaspidea y Nudibranchia). Comúnmente han sido excluidos de los estudios cuantitativos de la fauna marina, debido en parte a su reducido tamaño, pero principalmente a su escasez, lo cual ha ido cambiando ya que se ha acrecentado el interés por el grupo en el campo de la farmacognoscia marina. Este estudio comprende tres localidades (Calerita, Pta. Pericos e Isla Cerralvo Sur), en las cuales se han explorado 4 ambientes; dos intermareales (Calerita y Pta. Pericos) y dos submareales (Pta. Pericos y Cerralvo). Se censaron un total de 1462 organismos, de 72 especies, de las cuales ocho se encontraron en los cuatro ambientes, otras tres fueron exclusivas de Calerita (intermareal), cinco del intermareal de Pta. Pericos, diez de Cerralvo Sur (submareal) y trece especies del submareal de Pta. Pericos. Se presentan seis nuevos registros para la zona. Los órdenes dominantes para cada una de las localidades fueron: Nudibranchia (Calerita), Cephalaspidea (Pta. Pericos intermareal), Sacoglossa (Pta. Pericos submareal) y Notaspidea (Cerralvo). La riqueza de especies fue mayor en las localidades submareales. La diversidad de Shannon no mostró ninguna tendencia temporal. La técnica de agrupamiento de Bray-Curtis evidenció una ligera similitud entre las localidades submareales (49%). Por otro lado, las dos localidades intermareales son más homogéneas ya que las muestras mensuales se agruparon entre sí, dentro de cada localidad a un 53% de similitud global. Debido a las especies exclusivas de cada localidad y a la dispersión de los valores de diversidad, el sustrato en cada una de las localidades aparece como el principal responsable de las diferencias halladas.

ABSTRACT

The ecological study of opisthobranch mollusc communities is fairly recent. Their small size and low abundance has excluded them from traditional quantitative studies of marine fauna. The majority of the studies done on this group are taxonomic, although some of them have briefly mentioned aspects like type of substrate, depth, food and type of eggs. This study took place in three localities near La Paz, Baja California, México (Calerita, Punta Pericos and Isla Cerralvo), with two intertidal and two subtidal habitats. Monthly samplings occurred from October 2000 to October 2001. I counted 1462 organisms in total, grouped among 72 species, of which nine are present in all four habitats, three are exclusive to the intertidal site at Calerita, five to the intertidal region of Pta. Pericos, ten to the subtidal site at Isla Cerralvo, and thirteen to the subtidal region at Pta. Pericos. Six new range extensions were found. The Shannon-Weaver diversity index shows no temporal tendency. The cluster analysis shows a slight similarity between the subtidal (49%), but a slightly greater similarity for the intertidal (53%). The results indicate that the dispersion of data (diversity values) and the fluctuations between orders in each locality is determined by the temperature and the substrate at each of them.

1.- INTRODUCCIÓN



Los opisthobranquios son moluscos conocidos como babosas de mar, caracoles desnudos ó vaquitas de mar (Keen, 1971). Son invertebrados, casi exclusivamente marinos, que presentan tallas promedio que varían entre 0.5 cm a 10 cm. Sus características diagnósticas son: el desplazamiento de la cavidad paleal hacia la parte posterior del cuerpo y su subsiguiente pérdida, junto con el osfradio y la glándula hipobranquial. Este grupo pertenece al Phylum Mollusca, clase Gastropoda y Subclase Opisthobranchia; esta se subdivide en cinco órdenes: Cephalaspidea, Anaspidea, Notaspidea, Sacoglossa y Nudibranchia; este último es el más diverso (Thompson, 1976; Brusca & Brusca, 1990; Behrens, 1991; Bertsch, 1993).

La tendencia evolutiva de los opisthobranquios es hacia la reducción o pérdida completa de la concha, lo que ha ocurrido independientemente en varias líneas evolutivas del mismo grupo.

Desde el punto de vista taxonómico, en los opisthobranquios se emplean dos tipos de caracteres principales para su clasificación: externos e internos. Entre de los externos, están la forma del cuerpo (ovalada, circular, delgado, limaciforme), el patrón de coloración, la forma y posición de las branquias, los órganos sensoriales localizados en la cabeza, como son los tentáculos orales y cefálicos, así como los tipos de rinóforos (lisos, arrugados, lanceolados) y como caracteres internos: el tipo de aparato reproductor, el número de ganglios cerebrales y la masa bucal (mandíbula y rádula) (Gosliner, 1994), que son utilizados para clasificarlos a nivel de familias e incluso a nivel de especies.

En todo el mundo se conocen cerca de 4000 especies (Gosliner & Draheim, 1996), que se pueden encontrar en todos los mares, desde los polos hasta el trópico, presentándose el mayor número de especies en las zonas subtropicales (Gosliner, 1992).

Los opistobranquios, son, en su mayoría, organismos bentónicos que han colonizado tanto la zona intermareal como la submareal. La colonización en estos ambientes ha llevado al desarrollo de diferentes estrategias reproductivas en los ciclos de vida, las cuales se encuentran estrechamente relacionadas con sus hábitos alimenticios (Todd, 1981, 1983).

De acuerdo con la duración del ciclo de vida se han clasificado tres grupos. El primero, denominado como “subanuales”, “oportunistas” o “r”, que produce varias generaciones en el año, con grandes fluctuaciones en su abundancia en un corto período de tiempo, que se alimentan de fuentes efímeras (algas u otros opistobranquios). El segundo grupo, denominado como “anuales”, “de equilibrio” o “k”, presenta una sola generación durante un año y sus integrantes se alimentan de fuentes estables (esponjas, briozoarios, tunicados) (Nybakken, 1974). Posteriormente, Todd (1981) propuso un tercer grupo o ciclo de vida denominado “bianual”, el cual presenta un sólo período de reproducción, con la muerte de los organismos adultos. Este grupo de moluscos se caracteriza por presentar una alta diversidad pero bajas densidades.

En cuanto a sus hábitos alimenticios, los cefalaspideos y los nudibranquios son carnívoros y se alimentan principalmente de animales sésiles o de movimientos lentos; sus principales presas son esponjas, cnidarios, briozoos u otros opistobranquios. Dos subórdenes, Sacoglossa y Anaspidea, son exclusivamente herbívoros alimentándose de algas o de fanerógamas marinas.

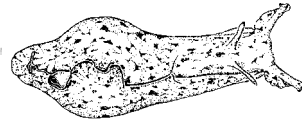
Debido a la reducción y consecuente pérdida de la concha, los opistobranquios han desarrollado otros métodos de defensa, donde el color juega un papel importante. Bien sea para camuflarse (criptosis) con el medio y evitar ser detectado, desarrollando estrategias conocidas como holocromía y/o semejanza especial, contrasombreado, coloración disruptiva (Todd, 1981; Gosliner & Behrens, 1989; Trowbridge, 1993). Bien como estrategias conductuales, morfológicas y químicas (Farmer, 1970; Ferreira & Bertsch, 1975; Todd, 1981, 1983; Schulte & Scheuer, 1982; Gosliner, 1987; Bertsch, 1989; Gosliner & Behrens, 1989; Avila, 1995; Rudman & William, 1998).

Alrededor del mundo los órdenes en que se han realizado trabajos ecológicos son: en sacoglossos, sobre comportamiento y/o dinámica poblacional (Clark, 1992; Gavagnin *et al.*, 1994; Trowbridge, 1993, 1994), alimentación (Jensen, 1981) y tipo de ovoposición (Greene, 1967); en nudibranquios, ecología larval (Hadfield, 1963), ciclos de vida (Clark, 1975; Todd, 1981), alimentación (McDonald & Nybakken, 1997, 1999) y dinámica poblacional (Nybakken, 1974, 1978). Con respecto a la subclase Opisthobranchia se tienen pocos trabajos, entre los que destacan el tipo de ovoposición (Hurst, 1967), locomoción (Farmer, 1970), desarrollo larvario (Hadfield & Miller, 1987; Todd, 1981), y asociaciones de especies con el tipo de sustrato (Sánchez-Tocino *et al.*, 2000).

En general, los estudios a largo plazo enfocados a la dinámica poblacional de los opistobranquios son muy pocos, en parte por la prevalente idea de que estos organismos son únicamente miembros transitorios de la comunidad y la dificultad de hallar grandes poblaciones en las comunidades donde son encontrados (Nybakken, 1974), aunado al reducido tamaño de los organismos (Todd, 1981), lo cual dificulta su observación. En la presente investigación se abordaron elementos ecológicos del grupo, asociados al sustrato y

temperatura en los ambientes intermareal y submareal, por lo que fue fundamental determinar en primera instancia su diversidad y su variación en la abundancia a lo largo de un ciclo anual.

1.1 ANTECEDENTES



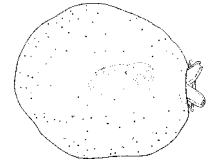
Por lo que respecta a estudios de índole ecológica, en el Pacífico americano y Golfo de California, se han abordado aspectos como son tipo de sustrato y profundidad en que habitan los opistobranquios, alimento y tipo de ovoposición, así como aspectos biogeográficos (Bertsch & Smith, 1973; Bertsch & Jonson, 1982; Johnson, 1983; Bertsch, 1991a; Behrens, 1991).

Para el Golfo de California existen pocos trabajos sobre opistobranquios. Destaca el de Bertsch (1970) en Isla San Francisco, que hace mención de la forma de locomoción, asociaciones con otros organismos (algas) y tipo de ovoposición. Posteriormente, Bertsch & Smith (1973) anotan algunas observaciones reproductivas realizadas en Las Cruces, B.C.S. Bertsch (1982) proporciona información adicional sobre la distribución de 11 especies de opistobranquios obtenidos en las costas occidental y oriental de la península (Bahía de Todos Santos y Bahía de Los Ángeles, B.C.). Mosqueira (1985) presentó un listado de las especies de opistobranquios de Ensenada, B.C., e hizo referencias de tipo ecológico (batimetría, sustrato, asociaciones) de cada una de las especies encontradas en la zona. Dentro del Golfo de California, la única zona en la cual se tiene conocimiento de estudios a largo plazo es Bahía de Los Ángeles, B.C., en donde se ha registrado el comportamiento, las asociaciones y fluctuaciones de las comunidades de opistobranquios (Bertsch, 1991b, 1995, 1997; Bertsch *et al.*, 1998).

Recientemente Angulo (2000), llevó a cabo la revisión bibliográfica de las especies encontradas en ambos litorales, abordando aspectos de alimentación, distribución y asociaciones de las especies con respecto a la zona intermareal y submareal; reconociendo

un total de 67 especies para Baja California Sur. De acuerdo con lo anterior, es evidente que existe mucho por realizar, tanto en esta región como en el mundo.

1.2 JUSTIFICACIÓN



Los opistobranquios juegan un papel importante en los ambientes costeros, en especial en las zonas intermareales y submareales, interactuando con otras especies bentónicas ya que estos organismos son los depredadores tope, que en algunas circunstancias llegan a modificar la distribución y abundancia de macroalgas, briozoarios, tunicados, esponjas e incluso otras especies de opistobranquios.

A pesar de todo el esfuerzo que se ha hecho, existe un gran vacío cognoscitivo sobre la ecología de opistobranquios en México, teniendo mayor énfasis los pocos estudios taxonómicos, en particular para Baja California Sur.

Por esta razón, en el presente trabajo se estudiaron las poblaciones de opistobranquios con la finalidad de conocer sus relaciones en el espacio y el tiempo con el sustrato, la temperatura y relaciones interespecíficas en los ambientes intermareal y submareal.

2. HIPÓTESIS



Las variaciones espacio-temporales de la estructura de las asociaciones de especies de opistobranquios, su abundancia y distribución, en las zonas intermareal y submareal reflejan la disponibilidad del sustrato, y variaciones de la temperatura.

3. OBJETIVOS



OBJETIVO GENERAL

- Conocer la variación espacio-temporal en la estructura de las poblaciones de opistobranquios en tres localidades del sureste de Baja California Sur durante un ciclo anual.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar un listado sistemático de los opistobranquios de la zona de estudio.
- Determinar la distribución espacial y temporal de las poblaciones de opistobranquios en cada una de las zonas.
- Establecer el grado de diversidad de especies de opistobranquios de las tres localidades de investigación.
- Observar el efecto de la temperatura del mar y el sustrato en la distribución y abundancia de las especies de opistobranquios.

4. ÁREA DE ESTUDIO



En la zona de estudio convergen las masas de agua provenientes del Golfo de California y del Océano Pacífico (Álvarez-Borrogo, 1983), que también presenta procesos de mezcla por la marea semidiurna y las surgencias estacionales durante el verano (Bray & Robles, 1991). La temperatura varía de 18 °C (diciembre) a 20 °C (abril), y de 27° a 31 °C el resto del año (Roden, 1964).

Las localidades donde se efectuó el presente estudio de determinaron con base en las características propias del hábitat de estos organismos, resultando en cuatro ambientes (dos intermareales y dos submareales) distribuidos en tres localidades de Baja California Sur: dos en la costa peninsular Calerita (ambiente intermareal) y Punta Pericos (ambientes intermareal y submareal), y una al sur de Isla Cerralvo (ambiente submareal) (Fig. 1).

Calerita se localiza al sureste de la Bahía de La Paz, en la porción este del canal de San Lorenzo (24° 21'18" N, 110° 17'07" O), donde las corrientes producidas por las mareas semidiurnas presentan una fuerte estacionalidad de temperatura, salinidad y concentración de oxígeno debido al flujo y reflujos del agua entre el Golfo de California y la Bahía de La Paz .

El sustrato es rocoso, delimitado por una costa arenosa-rocosa, conformada por lajas de roca llamadas tepetates. Éstos conforman la base del sustrato de la zona, que se encuentra cubierto, en su mayor parte, por rocas sueltas de diferentes dimensiones.

Durante los periodos de mareas más bajas del mes se forman pozas de diferentes tamaños. En la parte este de Calerita las pozas son pequeñas y con poca agua, en comparación con la parte oeste, la cual presenta un mayor número de rocas sueltas y una poza que nunca se deseca. Ésta se delimita por pequeñas rocas que se encuentran cubiertas permanentemente por algas de tipo calcáreo (rodolitos) y, dependiendo de la época del año

(verano o invierno), se desarrollan algas verdes, como *Codium* sp. y *Caulerpa* sp., y algas pardas, como *Sargassum* sp. (Rodríguez y Siqueiros, 1999), así como incrustaciones de coral, esponjas, hidrozoos, briozoos y tunicados.

Punta Pericos se localiza al sur de Punta Arenas (23° 59' 04" N, 109° 49' 1" O). Esta es una zona semiexpuesta, la cual puede presentar fuerte oleaje ocasionado por los vientos del noroeste que ocurren de diciembre a abril. En esta localidad existen dos tipos de ambientes: el intermareal, delimitado por formaciones de roca sedimentaria que forman terrazas de diferente amplitud, la última terraza queda expuesta durante los períodos de mareas más bajas, descubriendo pozas. La plataforma y las pozas que conforman el ambiente intermareal se encuentran cubiertas por una fina capa de algas verdes y pardas, que semejan una alfombra de pocos centímetros de espesor.

El submareal inicia al término de la primera formación que acaba abruptamente dando lugar al ambiente submareal en el que se encuentran pequeños acantilados que descienden hasta una profundidad de 10 m. Estos acantilados, formados por paredes de roca, presentan una gran variedad de organismos incrustados, como gorgonias, corales y algas, entre otros; también forman pequeñas cuevas, las cuales se encuentran cubiertas por esponjas, hidrozoos y algunos corales de tipo *Tubastrea* sp.

Punta Sur de la Isla Cerralvo (24° 08' 30" N, 109° 48' 19" O) es una localidad con características oceánicas. La línea de costa se encuentra conformada por la exposición de fallas rocosas que se extienden hacia el mar formando pequeños acantilados, donde se desarrollan gran variedad de organismos incrustados en sus paredes, tales como gorgonias, briozoos, tunicados, corales y algas.

El fondo es de tipo arenoso-rocoso, sólo en la parte cercana a la orilla se encuentran pequeños cantos rodados, lo cual deja el fondo principalmente compuesto por arena. Entre la arena sobresalen rocas de forma irregular que semejan "islotos", con oquedades y grietas cubiertas por algas pardas, tipo *Padina* sp. que conforman una población permanente; también hay algas verdes, como *Codium* sp. que se presenta ocasionalmente de septiembre a diciembre, y *Ulva* sp. que sólo se encuentra ocasionalmente durante el verano; también se encuentran pequeñas cuevas con organismos como hidrozooos y esponjas, principalmente.

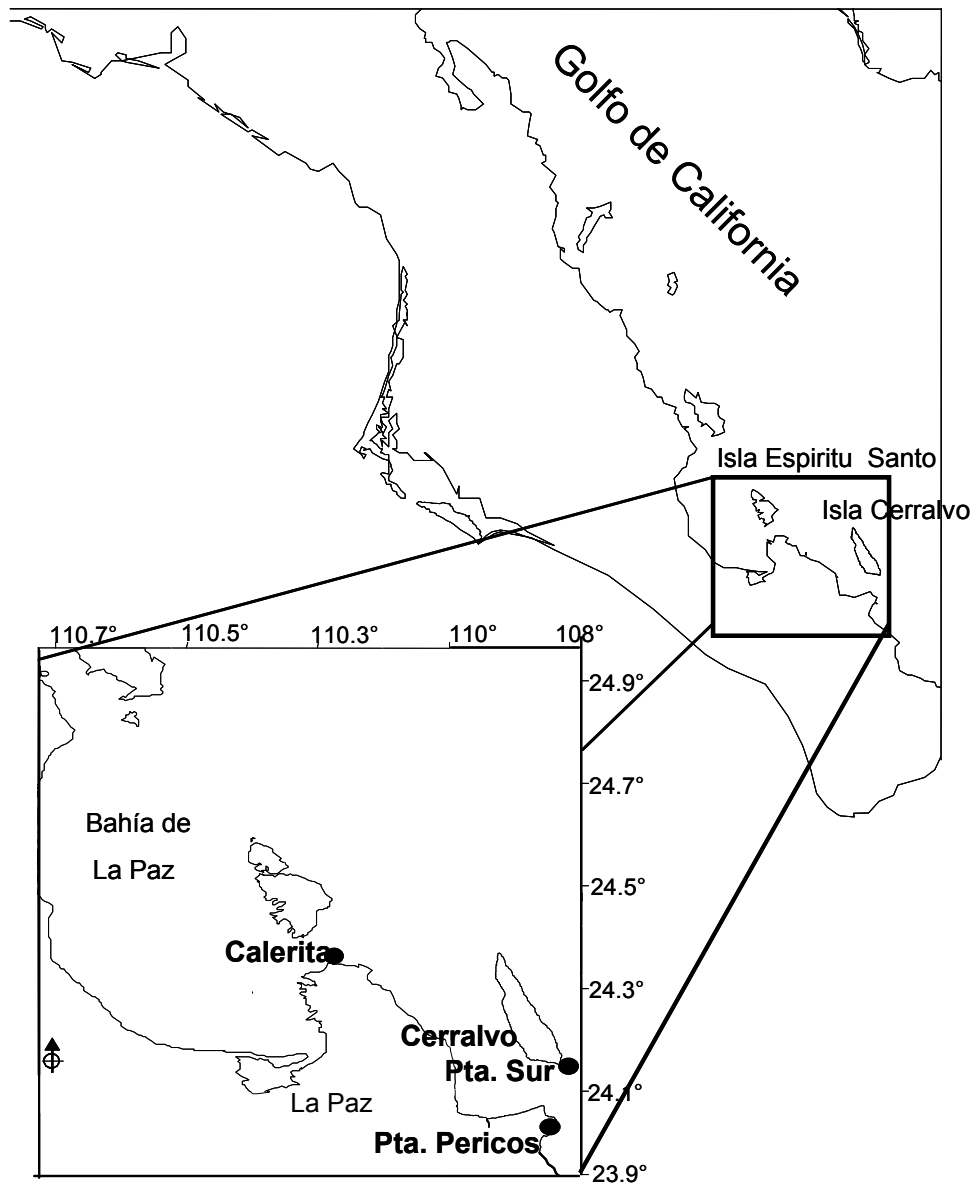


Fig. 1. Localización de los lugares de muestreo en el área de estudio.

5. MATERIALES Y MÉTODOS



5.1 MUESTREO

El material biológico procede de 12 muestreos efectuados de octubre de 2000 a octubre de 2001 en la región sureste de Baja California Sur, en las localidades de Calerita (intermareal), Punta Pericos (intermareal y submareal) y Punta sur de la Isla Cerralvo (submareal)(Fig. 1).

Zona intermareal

Se efectuaron censos mensuales en la zona intermareal realizando recorridos perpendiculares a la línea de costa, en un área de aproximadamente 50 m², cuantificando los organismos de cada especie. Los recorridos se efectuaron en las subzonas meso e infralitoral durante las mareas más bajas del mes, levantando rocas y revisándolas minuciosamente para localizar los opistobranquios; se tuvo cuidado de regresar las rocas a su posición original siguiendo las recomendaciones de Nybakken (1974).

Zona submareal

Los censos se realizaron con ayuda de equipo de buceo autónomo SCUBA o semiautónomo tipo Hooka, recorriendo la zona rocosa en una área aproximada de 50 m². Los censos se llevaron a cabo entre 3m y 15 m de profundidad. La búsqueda de opistobranquios se realizó en las grietas, oquedades, así como debajo de las rocas, regresando las rocas a su posición original (Nybakken, 1974).

Durante el desarrollo del trabajo se registró la temperatura superficial del mar en cada localidad.

Los organismos observados durante los recorridos fueron identificados *in situ*. Así mismo, se anotó el tipo de sustrato sobre el que fue encontrado cada organismo, siguiendo la caracterización propuesta por Sánchez-Tocino *et al.* (2000), quienes proponen la siguiente clasificación:

Sustrato	Sustrato
Alga	Coral
Alga calcárea	Esponja/Roca
Bajo piedra	Arena/Roca
Briozoo	Roca
Esponja	Huevos
Gorgonia	Alga Roca

5.2 Identificación

De las especies observadas en los muestreos se guardó un representante de cada una, el cual se colocó en un recipiente transparente con agua de mar (caja de petri de cristal o caja de acrílico), se dejó reposar por unos minutos hasta que se relajara el organismo y se pudieran apreciar sus estructuras externas. Se tomaron fotografías con una cámara digital (Nikon Coolpix 995), para obtener el registro del patrón de coloración así como de las características externas.

Los organismos que no se pudieron identificar se guardaron en un recipiente de plástico con agua de mar con sus respectivos datos de recolecta (localidad, fecha, colector), colocándolo en agua fría para el relajamiento y exposición de las estructuras externas necesarias para su identificación. Tras verificar que no hubiera ninguna respuesta a algún estímulo externo, se sustituyó el agua de mar por formol al 5% (Gosliner, 1987) y posteriormente, se preservaron en alcohol al 70% (Aladro *et al.*, 1992).

5.3 Trabajo de laboratorio

Con el apoyo de un estereomicroscopio se procedió a la identificación de los organismos mediante la revisión de sus estructuras externas, tales como la forma de los rinóforos, posición de las branquias, así como el número de plumas branquiales y la forma y número de ceras (Marcus, 1961; MacFarland, 1966; Marcus & Marcus, 1967; Keen, 1971; Smith & Carlton, 1975; Bertsch, 1989; Behrens, 1991).

5.4 Procesamiento de datos

Con el número de organismos registrados por especie durante las campañas de muestreo de cada una de las localidades se realizaron los siguientes tratamientos:

A partir de la relación presencia-ausencia en cada localidad de estudio, las especies se agruparon en cinco categorías, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Amplia distribución.- especies encontradas en las cuatro localidades.

Comunes.- especies encontradas en tres localidades.

Compartidas.- especies que se registraron en dos localidades.

Afines.- especies registradas en ambas localidades submareales o ambas intermareales.

Exclusivas.- especies que sólo se registraron en una localidad.

La descripción de las asociaciones de los opistobranquios en las localidades de estudio se basó en el cálculo de aquellos parámetros que definen su estructura, tales como:

- Riqueza

Se calculó la riqueza (S) como el número total de especies presentes en una muestra, y/o localidad.

$$N_0 = S$$

- Diversidad

Se calculó el índice de diversidad (H') de Shannon (Zar, 1999). El cual emplea la relación entre el número de especies y sus abundancias relativas.

$$H' = -\sum p_j \log_2 p_j$$

donde:

H' = valor o medida de diversidad en bits/individuo

$$p_j = N_j / N$$

N : número total de individuos

N_j : número total de individuos de la especie j

- Índice de rarefacción

Se calcularon las curvas de riqueza específica entre comunidades, a través del índice de rarefacción, el cual maneja que la probabilidad de encontrar nuevas especies descende con el tiempo, teniendo que la posibilidad de incrementar el número de especies no registradas previamente descende, hasta un punto donde se hace constante, sin alcanzar el cero.

$$S(t) = (1/z) * \ln(1+zat)$$

donde :

a= tasa de aparición de especies nuevas

z= parámetro relacionado con el descenso de a

t= tiempo

- Similitud

Se calculó por medio del índice de Bray-Curtis, con base en este se aplicó la técnica de agrupamiento, con la finalidad de reconocer las relaciones entre cada una de las localidades. Con un ligamiento simple; ésta se basa en la asignación de índices de similitud entre especies o grupos de acuerdo a sus distancias en una gráfica multidimensional, en donde su posición está determinada por su abundancia o su similitud en la composición de especies, dando como resultado árboles de clasificación de los parámetros deseados. Aquellos que sean más parecidos presentarán una similitud más cercana al 100%.

- Componentes Principales

Para comprobar la existencia de diferencias entre las épocas del año y los tipos de sustrato, se empleó el tratamiento de componentes principales, el cual extrae de la base de datos una matriz de varianza-covarianza y ordena los valores en un juego de ejes ortogonales (perpendiculares). A cada eje corresponde un eigenvalor de la matriz y representa la variabilidad explicada por este componente respecto al total de datos analizados. La mayor proporción de la variabilidad encontrada se asigna al primer componente y ésta desciende en el segundo, tercero y así sucesivamente. Las relaciones entre las unidades se reflejan en la posición en que se disponen en ese espacio (gráfico), que pueden analizarse después por separado de acuerdo a las semejanzas entre ellas y los factores que pueden proporcionar su agrupación (Crisci & López, 1988). Así mismo, los datos fueron transformados ($\log(1+x)$), con la finalidad de reducir el efecto causado por la diferencia de valores.

Para el cálculo de los índices de Diversidad (H'), de rarefacción y de Similitud de Bray-Curtis se utilizó el programa BioDiversity Profesional ver. 2.0. Para el cálculo de Componentes Principales se empleó el paquete estadístico STATISTICA ver. 6.0.

6. RESULTADOS



La temperatura en ambas localidades y niveles, a lo largo del período de muestreo presentó valores entre 19°C y 30 °C, con una disminución marcada de octubre de 2000 a marzo de 2001, seguida de incrementos constantes hasta agosto de 2001, registrándose el valor máximo en el mes de septiembre (Fig. 2).

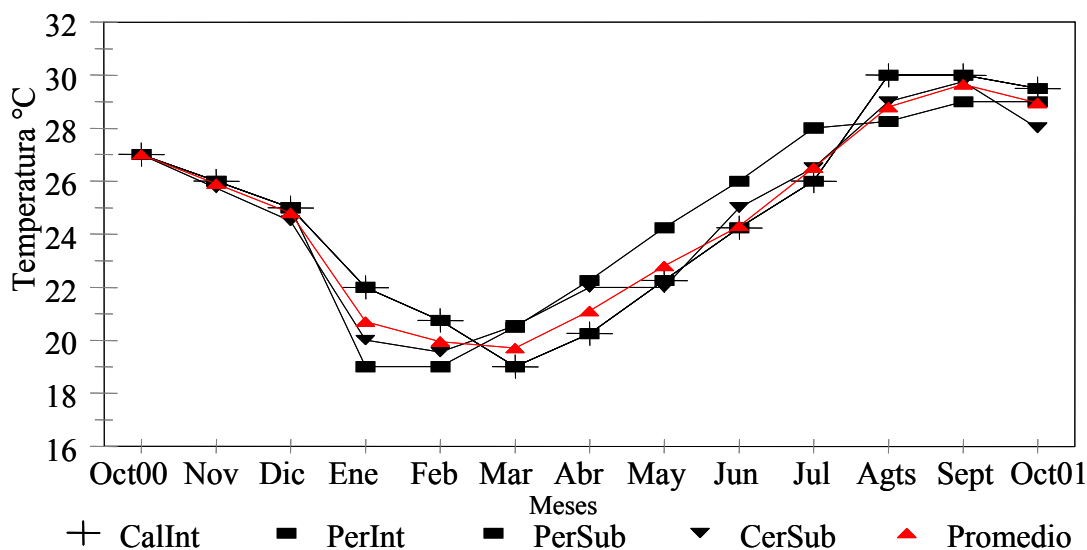


Fig. 2. Variación de la temperatura registrada en la región de estudio. Calerita intermareal (CalInt), Pta. Pericos intermareal (PerInt), Pta. Pericos submareal (PerSub) y Cerralvo submareal (CerSub).

6.1 RIQUEZA

Se recolectaron 1462 opistobranquios en 12 campañas de muestreo, agrupados en 72 especies, de 42 géneros en 27 familias pertenecientes a cinco órdenes. De estas diez taxa no pudieron determinarse a nivel de especie y siete de las especies no habían sido previamente descritas. (Tabla I).

Tabla I. Listado taxonómico de opisthobranchios encontrados en el área de estudio. Siguiendo la clasificación propuesta por Rudman & Williams (1998) y Skoglund (2002).

Orden Cephalaspidea Fisher, 1883

Familia Aglajidae Pilsbry, 1895

Navanax aenigmaticus (Bergh, 1894)

Navanax inermis (Cooper, 1863)

Navanax polyalphos (Gosliner & Williams, 1972)

Familia Haminoeidae Pilsbry, 1895

Haminoea virescens (Sowerby, 1833)

Haminoea vesicula (Gould, 1855)

Orden Sacoglossa Ihering, 1876

Familia Oxynoidae Fischer, 1883

Oxynoe panamensis Pilsbry & Olson, 1943

Familia Caliphyllidae

Polybranchia viride (Deshayes, 1857)

Familia Stiligeridae

Placida dendritica (Alder & Hancock, 1843)

Placida sp. 1

Familia Placobranchidae Bergh, 1872

Elysia hedgpethi Marcus, 1961

Elysia cornigera Nuttall, 1987

Elysia diomedea (Bergh, 1894)

Elysia sp. 1

Elysia sp. 2

Orden Anaspidea Fischer, 1883

Familia Aplysiidae Lamarck, 1809

Aplysia californica Cooper, 1863

Aplysia parvula Mörch, 1863

Subfamilia Dolabellinae

Dolabella auricularia (Lightfoot, 1786)

Subfamilia Dolabriferinae.

Stylocheilus striatus (Quoy & Gaimard, 1832)

Dolabrifera dolabrifera (Rang, 1828)

Orden Notaspidea Fischer, 1883

Familia Tylodiniidae Gray, 1847

Tyrodina fungina Gabb, 1865

Familia Pleurobranchidae de Férussac, 1822

Pleurobranchus aerolatus (Mörch, 1863)

Berthella stellata (Risso, 1826)

Berthellina ilisima Marcus & Marcus, 1967

Tabla I. Continuación.....

Orden Nudibranchia Blainville, 1814

Suborden Doridacea Odhner, 1934

Familia Goniodorididae H. & A, Adams, 1854

Trapania goslineri Millen & Bertsch, 2001

Familia Triophidae Odhner, 1941

Limacina cockerelli (MacFarland, 1905)

Roboastra tigris Farmer, 1978

Familia Notodorididae

Aegires albopunctatus MacFarland, 1905

Familia Polyceratidae Alder & Hancock, 1845

Polycera atra MacFarland, 1905

Polycera alabe Collier & Farmer, 1964

Familia Chromodorididae Bergh, 1892

Chromodoris baumanni Bertsch, 1970

Chromodoris marislae Bertsch en Bertsch *et al.* , 1973

Chromodoris norrisi Farmer, 1963

Chromodoris sphoni (Marcus, 1971)

Glossodoris sedna (Marcus & Marcus, 1967)

Glossodoris dalli (Bergh, 1879)

Hypselodoris agassizii (Bergh, 1894)

Hypselodoris californiensis (Bergh, 1879)

Hypselodoris ghiselini Bertsch, 1978b.

Cadlina luarna (Marcus & Marcus, 1967)

Tyrinna evelinae (Marcus, 1958)

Cadlina flavomaculata MacFarland, 1950

Chromodoris sp. 1

Mexichromis cf. tura (Marcus & Marcus, 1967)

Familia Conualeviidae Collier & Farmer, 1964

Conualevia alba Collier & Farmer, 1964

Familia Dorididae Rafinesque, 1815

Doris pickensi Marcus & Marcus, 1967.

Doriopsis sp. 1

Familia Discodorididae Bergh, 1891

Discodoris ketos Marcus & Marcus, 1967

Taringa aivica timia Marcus & Marcus, 1967

Familia Dendrodorididae O'Donoghue, 1924

Dendrodoris nigromaculata (Cockerell en Cockerell & Eliot,
1905)

Doriopsilla janaina Marcus & Marcus, 1967

Doriopsilla sp. 1

Suborden Dendronotacea Odhner, 1934

Familia Tritoniidae Lamarck, 1809

Tritonia pickensi Marcus & Marcus, 1967

Familia Dotidae

Doto amyra Marcus, 1961

Doto lancei Mörch, 1859

Tabla I. Continuación.....

- Doto* sp.1
Suborden Aeolidacea Odhner, 1934
Familia Flabellinidae Bergh en Carus, 1889
Flabellina vansyoci Gosliner, 1994.
Flabellina marcusorum Gosliner & Kuzirian, 1990
Flabellina telja Marcus & Marcus, 1967
Flabellina bertschi Gosliner & Kuzirian, 1990
Flabellina sp. 1
Familia Eubbranchidae
Eubbranchus sp.1
Familia Facelinidae Bergh, 1889
Phidiana lascrucensis Bertsch & Ferreira, 1974.
Subfamilia Favorininae
Favorinus elenalexiarum García & Troncoso, 2001
Familia Aeolidiidae Orbigny, 1834
Aeolidiella chromosoma (Cockerell en Cockerell & Eliot, 1905)
Aeolidiella alba (Risbec, 1928)
Baeolidia nodosa (Haefelfinger & Stamm, 1958)
Familia Spurillidae Odhner, 1939
Spurilla neapolitana (Delle Chiaje, 1823)
Spurilla major (Eliot, 1903)
Familia Tergipedidae Vayssiere, 1888
Cuthona albocrusta (MacFarland, 1966)
Cuthona sp.1
Phestilla lugubris (Bergh, 1870)
Phestilla melanobranchia (Bergh, 1874)

Durante el desarrollo de este trabajo se determinaron cuatro nuevos registros para el Golfo de California, (*Cadlina flavomaculata*, *Cuthona albocrusta*, *Flabellina vansyoci*, *Phestilla melanobranchia*), un nuevo registro para el Pacífico Americano (*Elysia cornigera*), dos amplitudes de distribución dentro del Golfo de California, de la parte Norte (Puerto Peñasco) (*Doris pickensi* y *Dendrodoris nigromaculata*) (Fig. 3) y diez especies no determinadas (*Elysia* sp. 1, *Elysia* sp.2, *Placida* sp.1, *Chromodoris* sp., *Diriopsis* sp.1, *Doriopsilla* sp.1, *Doto* sp., *Eubbranchus* sp.1, *Flabellina* sp. 1 y *Cuthona* sp. 1)

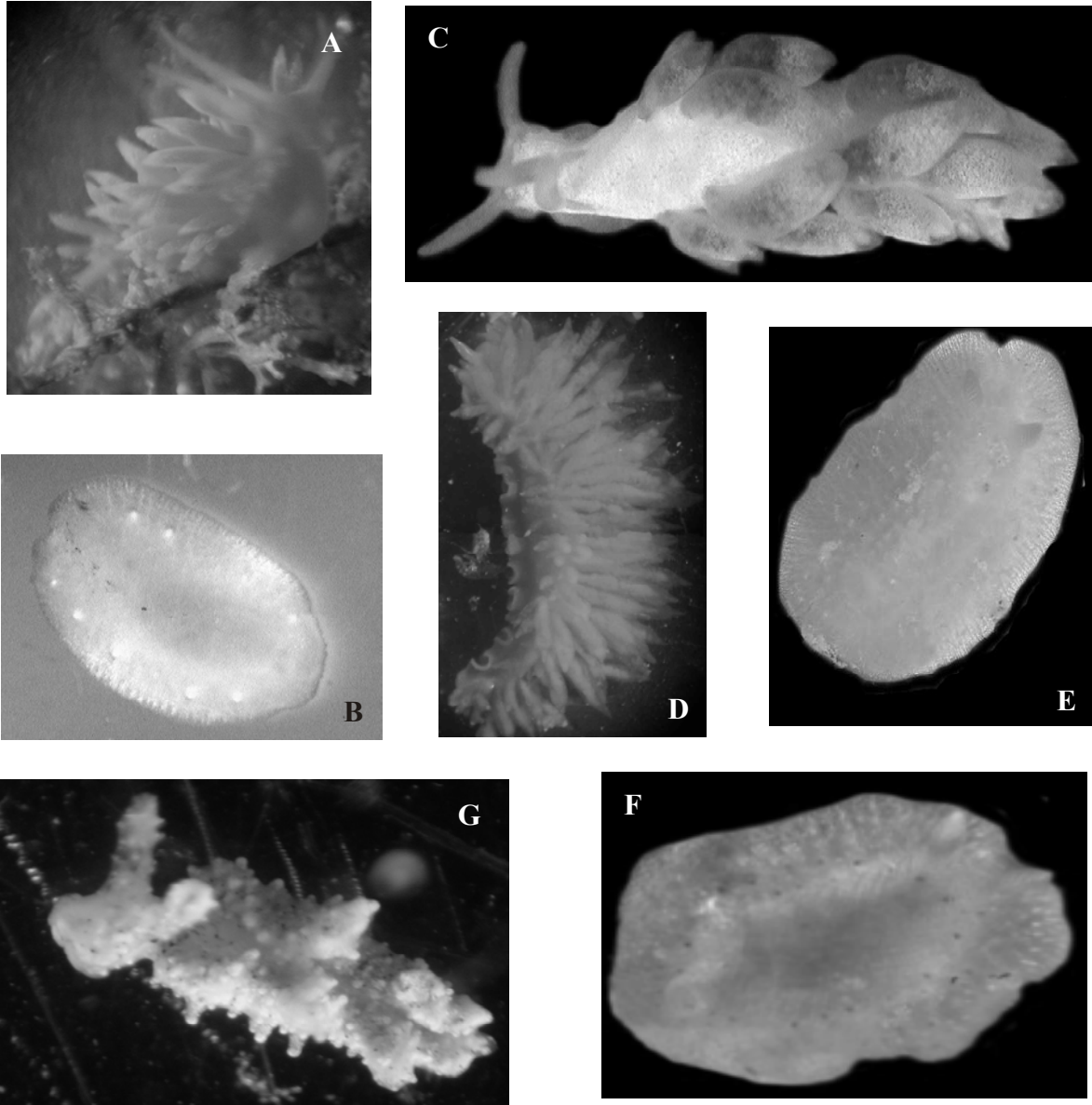


Fig. 3. Amplitudes de distribución para el Golfo de California. A) *Flabellina vansyoci*; B) *Cadlina flavomaculata*; C) *Cuthona albocrusta*; D) *Phestilla melanobranchia*; E) *Doris pickensi*; F) *Dendrodoris nigromaculata*; G) *Elysia cornigera*.

En lo que respecta a la representatividad del número total de especies registradas para la región de estudio (octubre-2000 a octubre-2001), las curvas de rarefacción muestran un aumento casi constante de especies conforme avanzó el muestreo, de 20 especies en el primer muestreo hasta 72 al final de la temporada de estudio. Sin embargo, el número de especies registradas por localidad al inicio del muestreo fue entre cinco y ocho, con incrementos importantes a partir del siguiente muestreo hasta el final del periodo de estudio (Fig. 4).

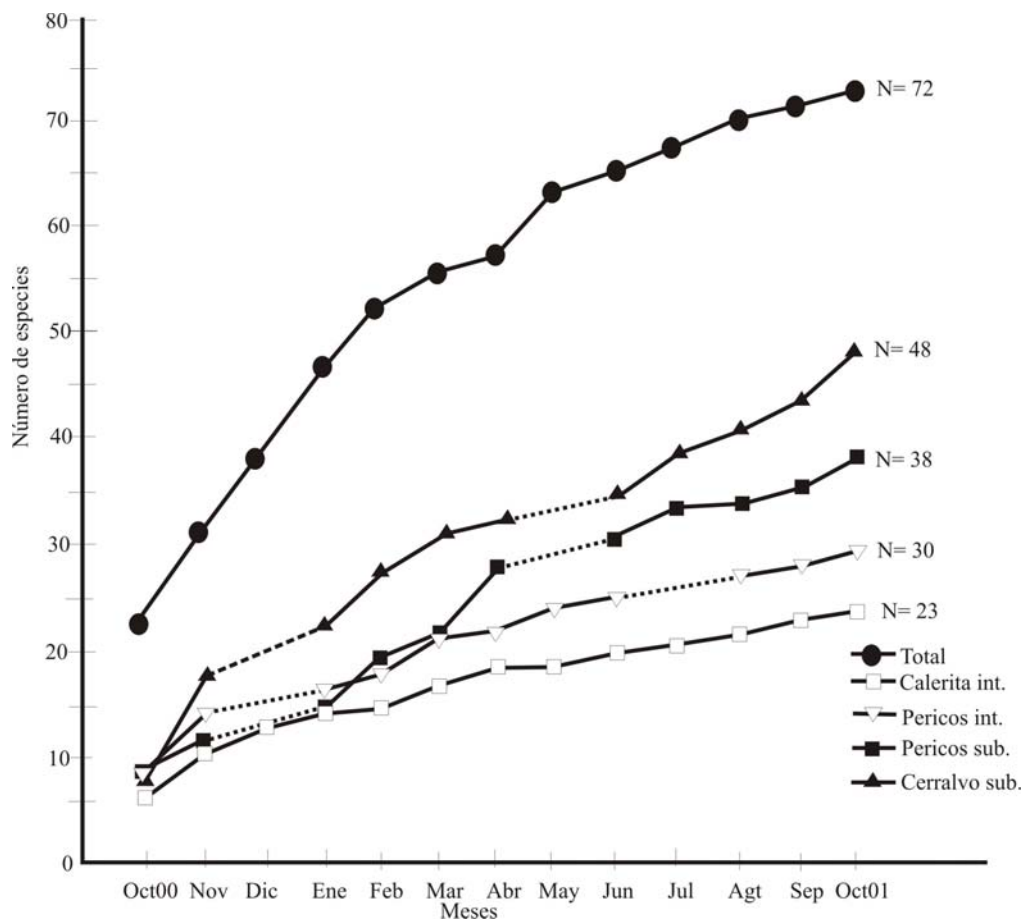


Fig. 4. Curvas de rarefacción de especies para cada una de las localidades y para el total, a lo largo del año de muestreo. La línea punteada denota falta de datos. (N = número de especies).

La distribución de las especies a lo largo del tiempo (Fig. 5), se comportó de una manera relativamente homogénea, excepto en los meses de diciembre y junio.

El menor número de especies se obtuvo en Calerita intermareal (23), mientras que el mayor fue en Cerralvo submareal (48); en tanto, las localidades de Pta. Pericos, intermareal y submareal, tuvieron 30 y 38 especies, respectivamente. Los mayores números de especies se obtuvieron durante los meses de enero (43) y abril (44).

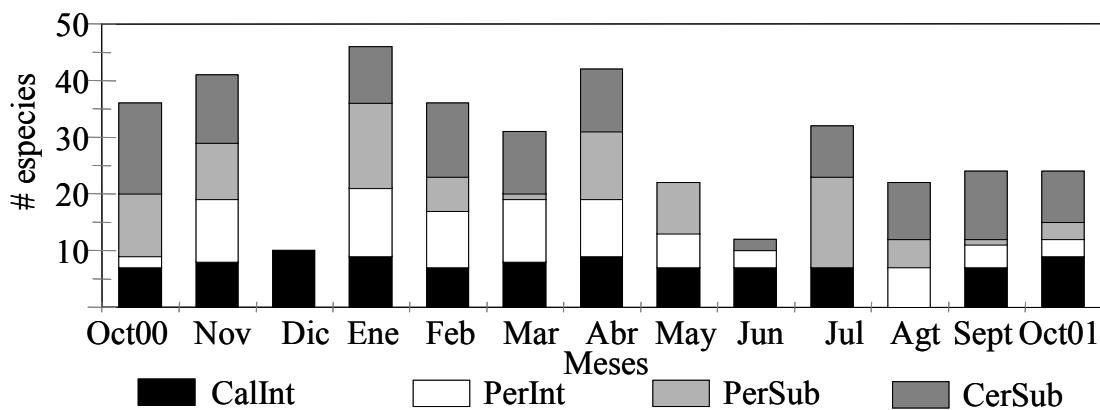


Fig. 5. Distribución de las especies encontradas en cada una de las localidades durante el periodo de muestre.

6.2 DIVERSIDAD

Los valores de diversidad obtenidos a partir del calculo del índice de Shannon se encuentran en la figura 6. De ésta se destaca la ligera variación entre localidades; Calerita y Pta. Pericos intermareal presentaron valores bajos, cercanos a 1; mientras que las localidades Pta. Pericos submareal y Cerralvo submareal presentaron valores de diversidad superiores a 1.

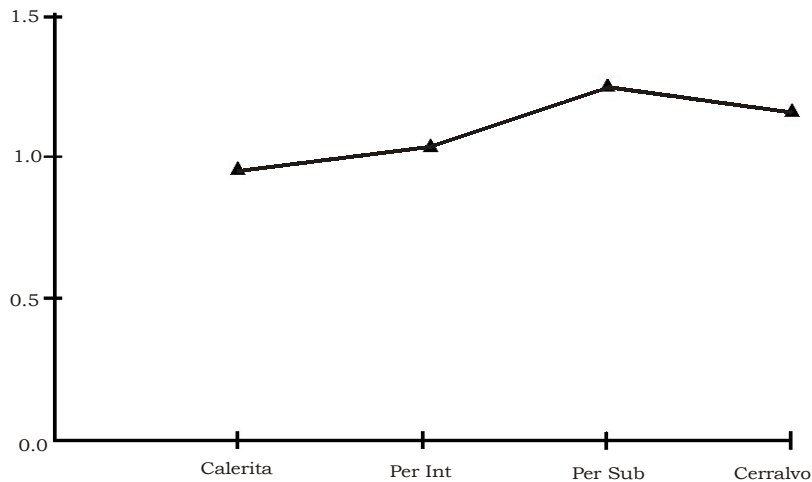


Fig. 6. Valores de diversidad de Shannon para el total de la taxocenosis de opistobranquios en cada una de las localidades.

La diversidad en cada localidad a lo largo de los meses de muestreo presentó tres tipos de variación temporal (Fig. 7). La primera está referida a la localidad de Calerita intermareal (Fig. 7a), en la cual se observaron los valores más altos durante diciembre y enero (2.3 a 2.8 bits/individuo), seguido de un descenso de febrero a septiembre (2.1 a 2.4). La segunda variación resaltó semejanzas en el comportamiento de la diversidad entre las localidades de Pta. Pericos intermareal y Cerralvo submareal (Figs. 7b y 7d), al inicio del período frío se observaron valores de diversidad cercanos a 3 bits/individuos, que se mantienen hasta mayo, seguido de un descenso marcado de la diversidad al inicio de la temporada cálida del año, entre julio y octubre, con valores muy cercanos a 1.0 y valores superiores a mediados de la misma (3.0-2.8), con un descenso marcado al final de esta estación para la localidad de Pta. Pericos intermareal y un aumento moderado de la diversidad para Cerralvo submareal. La tercera variación, se observó en la localidad de Pta. Pericos submareal (Fig. 7c), que reflejó una combinación de las dos anteriores, con valores altos durante la temporada de invierno, seguida de un descenso marcado durante la

primavera, con valores cercanos a 3 bits/individuo durante el verano, y para finales de la misma temporada se presentan valores de diversidad muy bajos, cercanos a 0.1, los más bajos de todas las localidades de estudio.

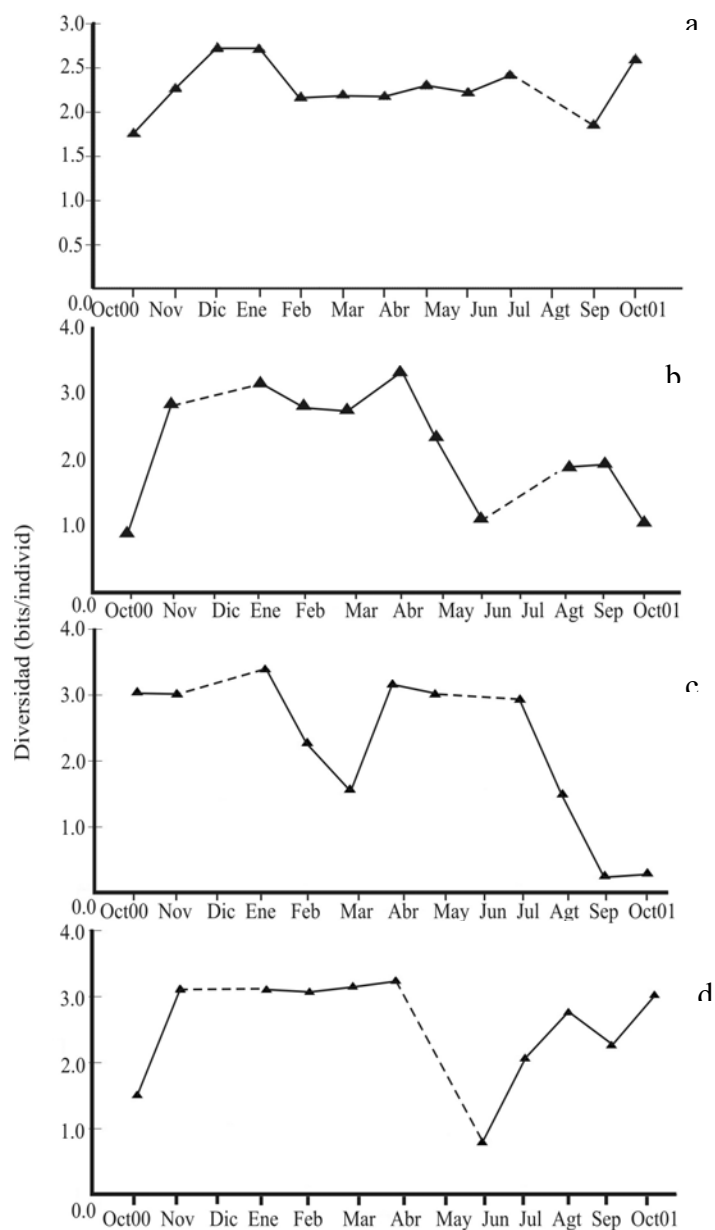


Fig. 7. Valores de diversidad (H') obtenidos para cada una de las localidades. a) Calerita intermareal, b) Pta. Pericos intermareal, c) Pta. Pericos submareal y d) Cerralvo submareal. La línea punteada denota falta de datos.

6.3 ABUNDANCIAS

De un total de 1462 organismos recolectados a lo largo del año (Fig. 8), el grupo más abundante fue Nudibranchia con 567 organismos (38.81%), seguido por el orden Anaspidea con 382 organismos (26.15%); el orden Notaspidea ocupó el tercer lugar con 197 organismos (13.48%), los órdenes Sacoglossa y Cephalaspidea presentaron 148 organismos (12.59%) y 131 organismos (8.97%), respectivamente.

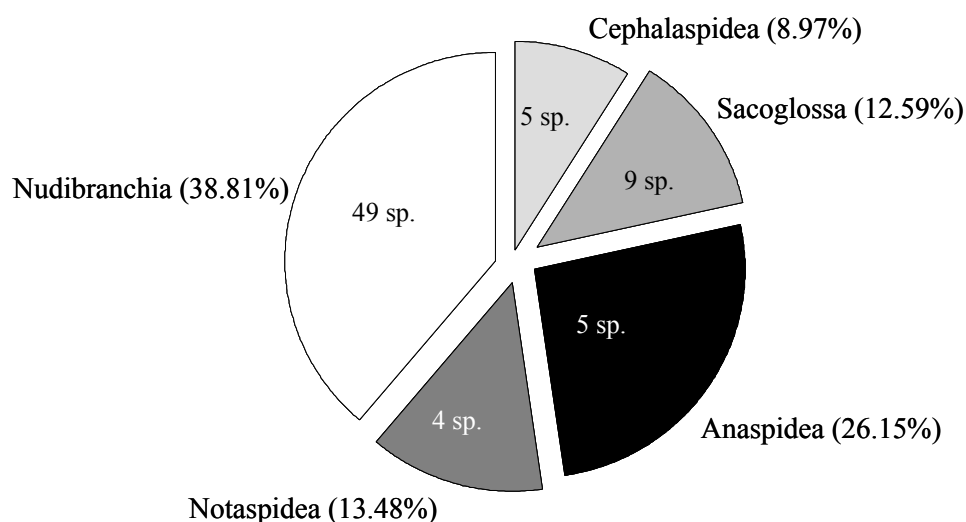


Fig. 8. Distribución porcentual de la abundancia de los opistobranquios agrupados por orden y número de especies.

De la abundancia total, tan sólo nueve especies acumularon el 67.65% de las capturas (Fig. 9); siendo *Stylocheilus striata* la especie dominante (18.06%), seguida por *Berthellina ilisima* (10.81%), *Elysia diomedea* (10.05%), *Conualevia alba* (8.41%), *Dolabella auricularia* (5.61%), *Navanax aenigmaticus* (3.90%), *Navanax inermis* (4.24%), *Glossodoris dalli* (3.56%), *Chromodoris norrisi* (3.01%); el resto de las 63 especies dieron cuenta del 32.25% de la abundancia total.

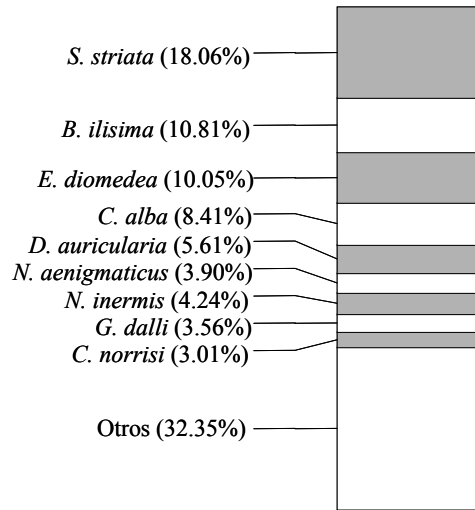


Fig. 9. Abundancia relativa de las especies de los opistobranquios obtenidos de octubre de 2000 a octubre de 2001.

La abundancias por localidades mostraron que, en Calerita intermareal, el grupo más abundante fue el orden Nudibranchia (65.45%); en Pta. Pericos intermareal dominó el orden Cephalaspidea (38.98%), seguido por el Anaspidea (36.42%); para Pta. Pericos submareal y Cerralvo submareal se presentó una distribución relativamente homogénea entre los órdenes, cabe notar que el orden Cephalaspidea no se presentó en estas dos últimas localidades (Fig.10), y apenas en Calerita intermareal

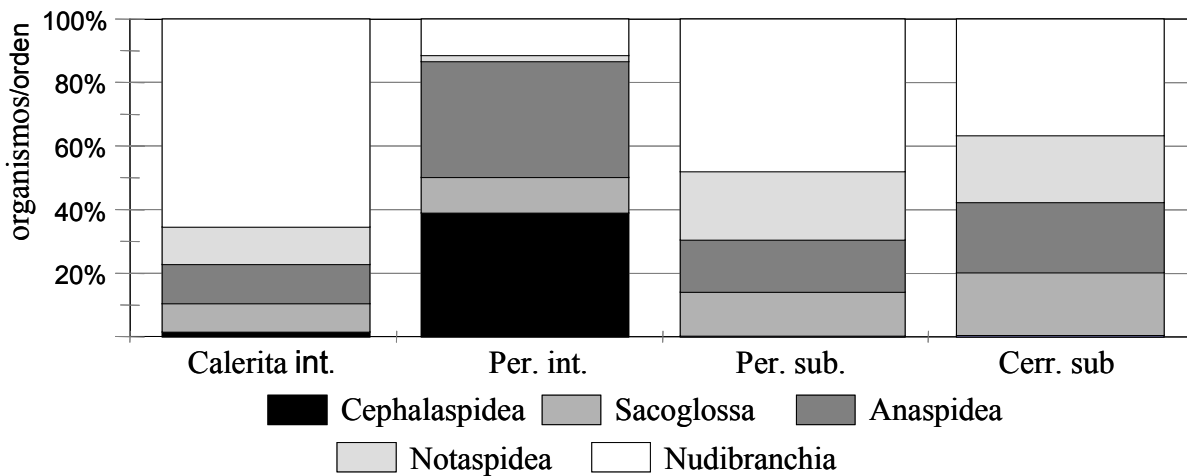


Fig. 10. Abundancia relativa de los órdenes de opistobranquios por localidad de estudio.

La abundancia por localidad muestra a *Conualevia alba* (32.10%) y *Glossodoris dalli* (13.26%) como las especies más abundantes de la zona intermareal de Calerita; en Pta. Pericos Intermareal *Stylocheilus striata* (21.21%) y *Navanax inermis* (20.61%), son las más abundantes; mientras que en Pta. Pericos submareal dominan y *Berthellina ilisima* (17.84%) y *Elysia diomedea* (12.87%) y en Cerralvo submareal *Stylocheilus striata* (30.16%) y *Berthellina ilisima* (13.53%) (Fig. 11).

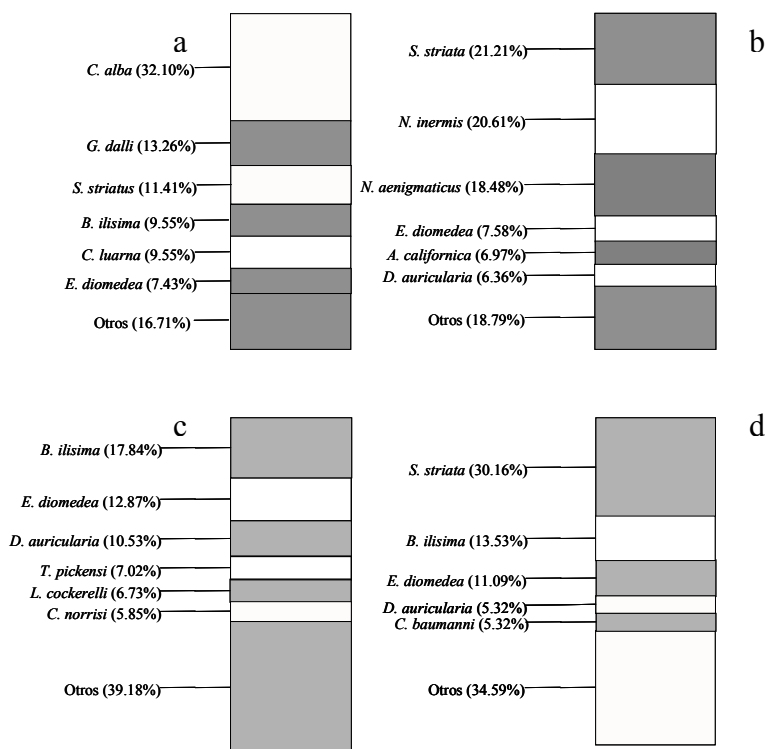


Fig.11. Abundancia relativa de las especies de opisthobranchios en cada una de las localidades de estudio. a) Calerita intermareal, b) Pta. Pericos intermareal, c) Pta. Pericos submareal y d) Cerralvo submareal.

6.4 DISTRIBUCIÓN

A partir de la relación presencia-ausencia de las 72 especies, se determinó que ocho son de amplia distribución, es decir, se encontraron en las cuatro localidades; ocho especies fueron comunes ya que se registraron en tres localidades; otras ocho especies compartidas, es decir que se registraron en dos localidades. Así mismo, se identificaron 3 especies afines a la zona intermareal y 12 especies afines a la zona submareal (Tabla II). Las 33 especies restantes (45%) fueron exclusivas de alguna de las cuatro localidades.

Tabla II. Distribución de taxa (especies) y número de especímenes (individuos) observados por localidad. Calerita intermareal (CalInt), Pta. Pericos intermareal (PerInt), Pta. Pericos submareal (PerSub) y Cerralvo submareal (CerSub).

Especies/Localidad	CalInt	PerInt	PerSub	CerSub	Categoría
<i>Stylocheilus striata</i>	43	70	15	136	8 taxa Amplia distribución
<i>Elysia diomedea</i>	28	25	44	50	
<i>Phidiana lascrucensis</i>	4	1	8	12	
<i>Pleurobranchus aerolatum</i>	2	6	8	15	
<i>Dolabella auricularia</i>	1	21	36	24	
<i>Chromodoris norrisi</i>	3	1	20	20	
<i>Discodoris ketos</i>	5	2	8	8	
<i>Flabellina bertschi</i>	1	1	5	9	
<i>Berthella ilisima</i>	36		61	61	8 taxa comunes
<i>Glossodoris dalli</i>	50		1	1	
<i>Aeolidiella chromosoma</i>	8	7		2	
<i>Aplysia parvula</i>	1	5		1	
<i>Polybranchia viride</i>	5	1		1	
<i>Doris pickensi</i>	7	1		1	
<i>Chromodoris baumanni</i>		1	7	24	
<i>Dendrodoris nigromaculata</i>		3	4	13	
<i>Cadlina luarna</i>	36			1	8 taxa Compartidas
<i>Conualevia alba</i>	121			2	
<i>Berthella stellata</i>	7		1		
<i>Navanax polyalphos</i>		1	1		
<i>Aplysia californica</i>		18	1		
<i>Navanax inermis</i>		56		1	
<i>Navanax aenigmaticus</i>		61		1	
<i>Elysia sp.1</i>		1		3	
<i>Spurilla neapolitana</i>	3	5			3 taxa afinidad intermareal
<i>Oxynoe panamensis</i>	1	8			
<i>Doriopsis viridis</i>	1	6			
<i>Favorinus elenalexiae</i>			3	2	13 taxa afinidad submareal
<i>Limacina cockerelli</i>			18	2	
<i>Hypselodoris ghiselini</i>			12	3	
<i>Hypselodoris californiensis</i>			2	1	
<i>Hypselodoris agassizii</i>			6	8	
<i>Cadlina flavomaculata</i>			3	1	
<i>Doriopsis sp. 1</i>			1	1	
<i>Flabellina telja</i>			2	5	
<i>Doto lancei</i>			2	3	
<i>Flabellina marcusorum</i>			2	1	
<i>Chromodoris sphoni</i>			2	1	
<i>Tylodina fungina</i>			1	7	

Tabla II. continuación.....

Especies/Localidad	CaInt	PerInt	PerSub	CerSub	Categoria
<i>Haminoea vesicula</i>	6				2 taxa exclusivas
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	2				
<i>Aeolidiella alba</i>		4			5 taxa exclusivas
<i>Haminoea virescens</i>		4			
<i>Spurilla major</i>		2			
<i>Cuthona albocrusta</i>		1			
<i>Baeolidia nodosa</i>		1			
<i>Tritonia pickensi</i>			24		10 taxa exclusivas
<i>Flabellina vansyoci</i>			7		
<i>Glossodoris sedna</i>			6		
<i>Aegires albopunctatus</i>			5		
<i>Chromodoris marislae</i>			3		
<i>Tyrinna evelinae</i>			2		
<i>Taringa aivica timia</i>			2		
<i>Flabellina</i> sp. 1			1		
<i>Polycera atra</i>			1		
<i>Phestilla melanobrachia</i>			1		
<i>Placida</i> sp.1				6	16 taxa exclusivas
<i>Placida dendritica</i>				5	
<i>Elysia</i> sp.2				4	
<i>Pesthilla lugubris</i>				2	
<i>Elysia hedgpethi</i>				2	
<i>Doriopsilla janaina</i>				2	
<i>Mexichromis</i> cf. <i>tura</i>				1	
<i>Polycerela alabe</i>				1	
<i>Cuthona</i> sp(blanca)				1	
<i>Elysia cornigera</i>				1	
<i>Doto</i> sp. 1(blanco)				1	
<i>Chromodoris</i> sp.				1	
<i>Roboastra tigris</i>				1	
<i>Doto amyra</i>				1	
<i>Trapania goslineri</i>				1	
<i>Eubbranchus</i> sp.1 (Blanco)				1	

Para describir la variación temporal de la abundancia de las especies de opistobranquios se utilizaron aquellas que acumularon cerca del 60% de la abundancia total de cada localidad.

En las localidades intermareales de Calerita y Pta. Pericos la mayor abundancia de organismos coincidió con el descenso de la temperatura de la temporada fría (noviembre-febrero) y disminuyó en la temporada cálida de verano (Fig. 12).

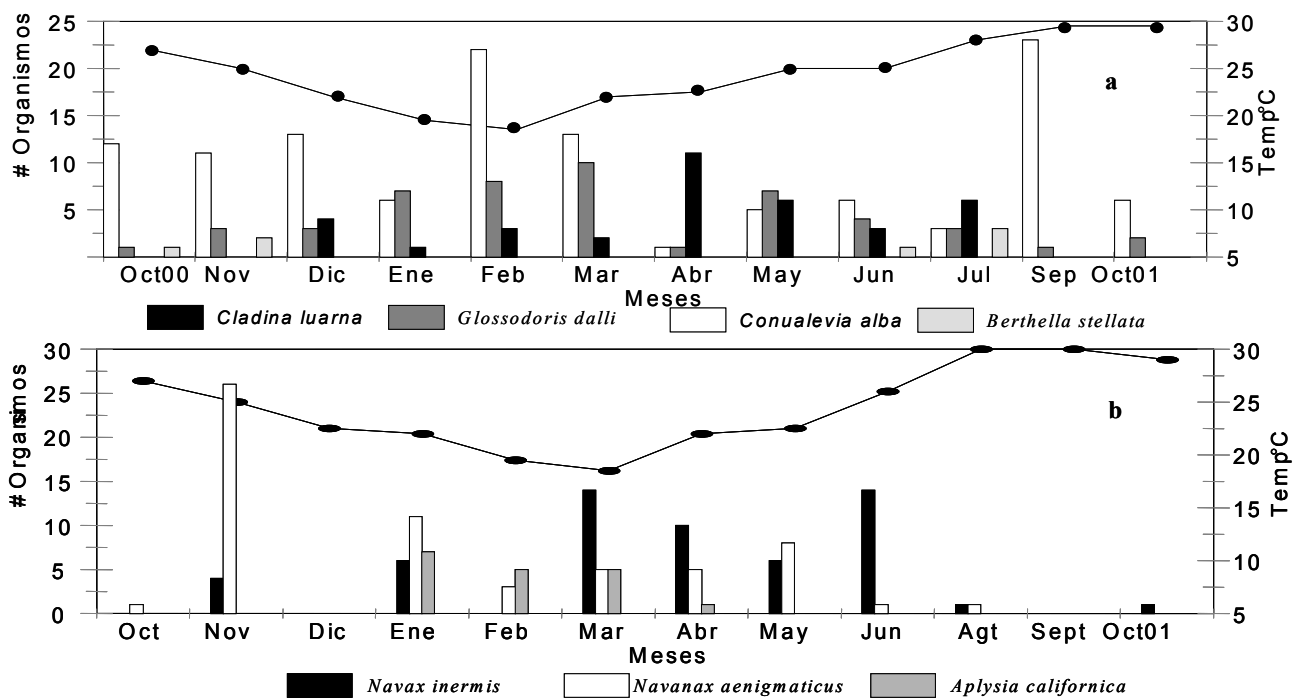


Fig. 12. Variación de la abundancia mensual de las especies de opistobranquios más abundantes con respecto a la temperatura en las localidades intermareales. a) Calerita intermareal, b) Pta. Pericos intermareal.

Para *C. alba* de Calerita intermareal se observan dos picos de abundancia, los cuales se dan al final de las temporadas de invierno y de verano respectivamente. Por lo que respecta a *G. dalli* y *C. luarna*, sus mayores abundancias se dan al final de la temporada de invierno y primavera respectivamente (Fig. 12a). En la localidad de Pta. Pericos intermareal, las abundancias se comportan de forma inversa a la temperatura. Por lo que

respecta a *N. inermis*, esta solo parcialmente se presenta una temporada que va de noviembre a junio, alcanza su máximo en marzo, y volviendo a descender, donde en junio aumenta (15 org.), para luego casi desaparecer en octubre. Para *N. aenigamicus*, cuando la temperatura empieza a descender al inicio del invierno, sus números aumentan mientras que durante el periodo cálido sus concentraciones tienden a reducirse casi al grado de desaparecer al final del verano (Fig. 12b).

En las localidades submareales (Pta. Pericos y Cerralvo), se observó que las abundancias no parecen tener relación con la temperatura (Fig. 13), observándose las mayores abundancias en la temporada cálida; además, se observó que la abundancia disminuye bruscamente a partir del mes de abril, teniendo en junio una mínima, y en julio se incrementa bruscamente, presentándose el mismo comportamiento (en menor proporción) de julio a octubre. Esto podría indicar que en las zonas submareales se presentan dos generaciones o épocas reproductivas. Cabe señalar que dicha variación con los adultos y juveniles, que se evidencia durante las temporadas de reclutamiento, por ende la reproducción o reclutamiento sería inverso, realizándose en al inicio de la temporada cálida.

En la localidad de Pta. Pericos submareal (Fig. 13a), *B. ilisima* y *D. auricularia* presentaron un pico de abundancia, al inicio de verano (julio). A diferencia de *T. pickensi* también presentó un pico de abundancia en el mes de septiembre y *E. diomedea* sobresale del resto de las especies ya que, en el mes de octubre-01, cuando alcanzó su máxima abundancia.

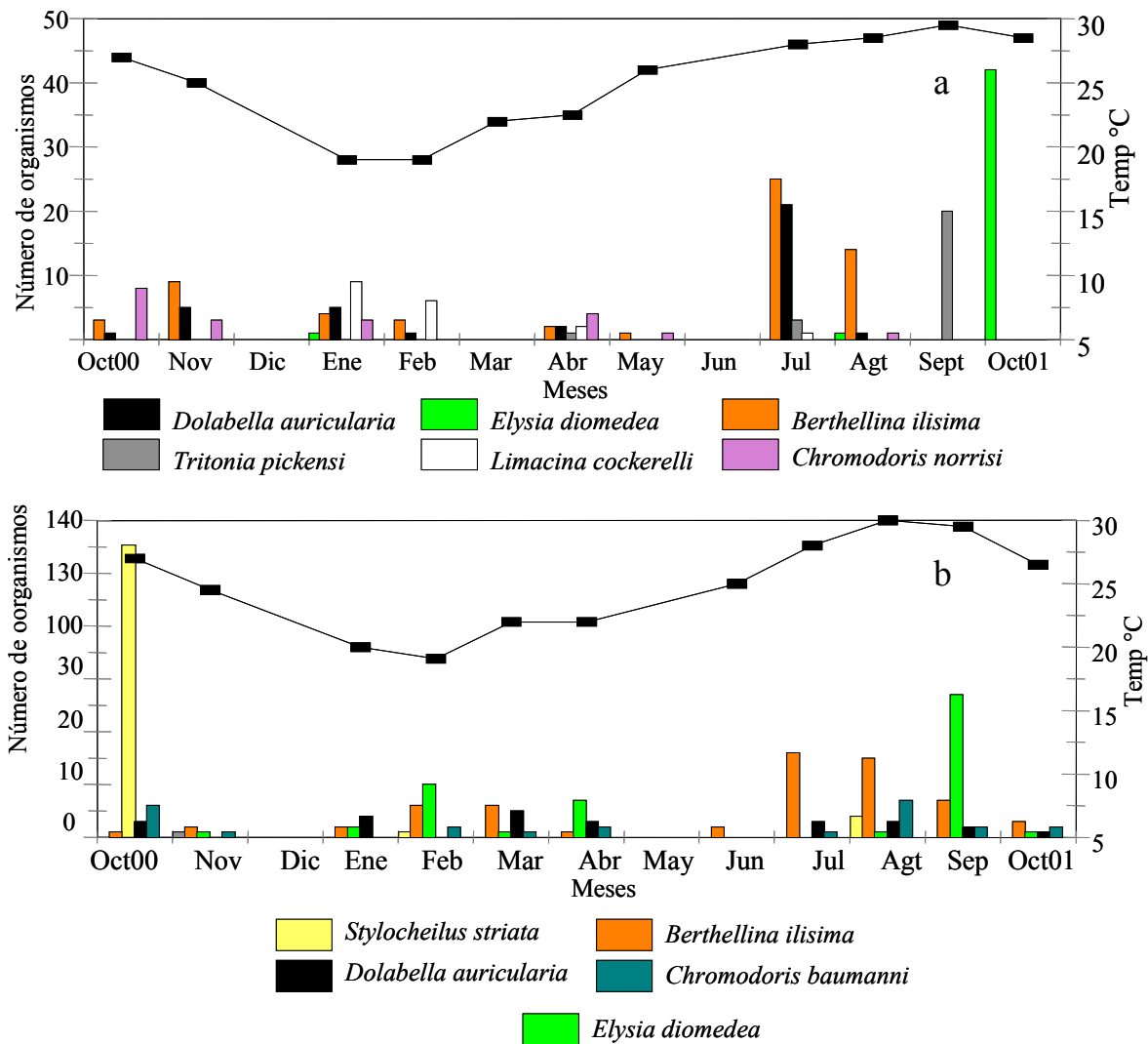


Fig. 13. Variación de la abundancia mensual de las especies de opistobranquios más abundantes con respecto a la temperatura en las localidades submareales. a) Pta. Pericos submareal, b) Cerralvo submareal.

Para Cerralvo submareal (Fig. 13b), el comportamiento de las especies es muy similar al presentado en Pta. Pericos submareal, a excepción de *S. striata* que presentó en octubre la máxima agregación de individuos (136 org.), siendo esta la más alta encontrada para todas las especies de las cuatro localidades a lo largo del periodo de estudio.

6.5 SIMILITUD

El resultado de la prueba de similitud de Bray-Curtis en que se empleó el total de organismos de las cuatro localidades está representado en la figura 14. Las localidades Pta. Pericos submareal y Cerralvo submareal se agrupan al 49 % de similitud, mientras que los ambientes intermareales de las localidades de Calerita y Pta. Pericos son diferentes entre sí y con las submareales, con valores de similitud de 25 % y 40 % respectivamente.

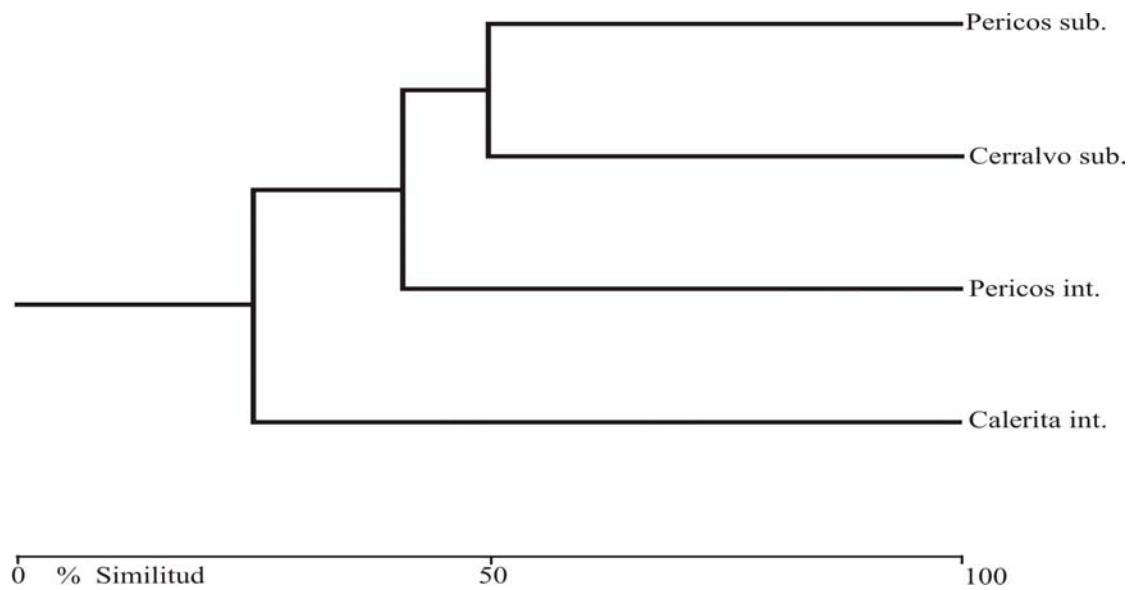


Fig.14 . Dendrograma de agrupamiento según el índice de similitud de Bray-Curtis en modo Q, para los totales del número de organismos por taxa de las cuatro localidades.

El mismo tratamiento fue aplicado al número total de especies de cada muestreo y las cuatro localidades (Fig. 15). Se distinguen las localidades intermareales, que presentan mayor similitud entre ellas; es decir, las muestras mensuales se agrupan por zona (la misma), pero con bajos valores de similitud (inferiores 50%). El grupo Calerita intermareal es la excepción ya que presenta una similitud global mayor al 55%, siendo la que agrupa

todos los muestreos de esta localidad. Las localidades submareales (Pta. Pericos y Cerralvo) se mezclan entre ellas, sin patrón aparente.

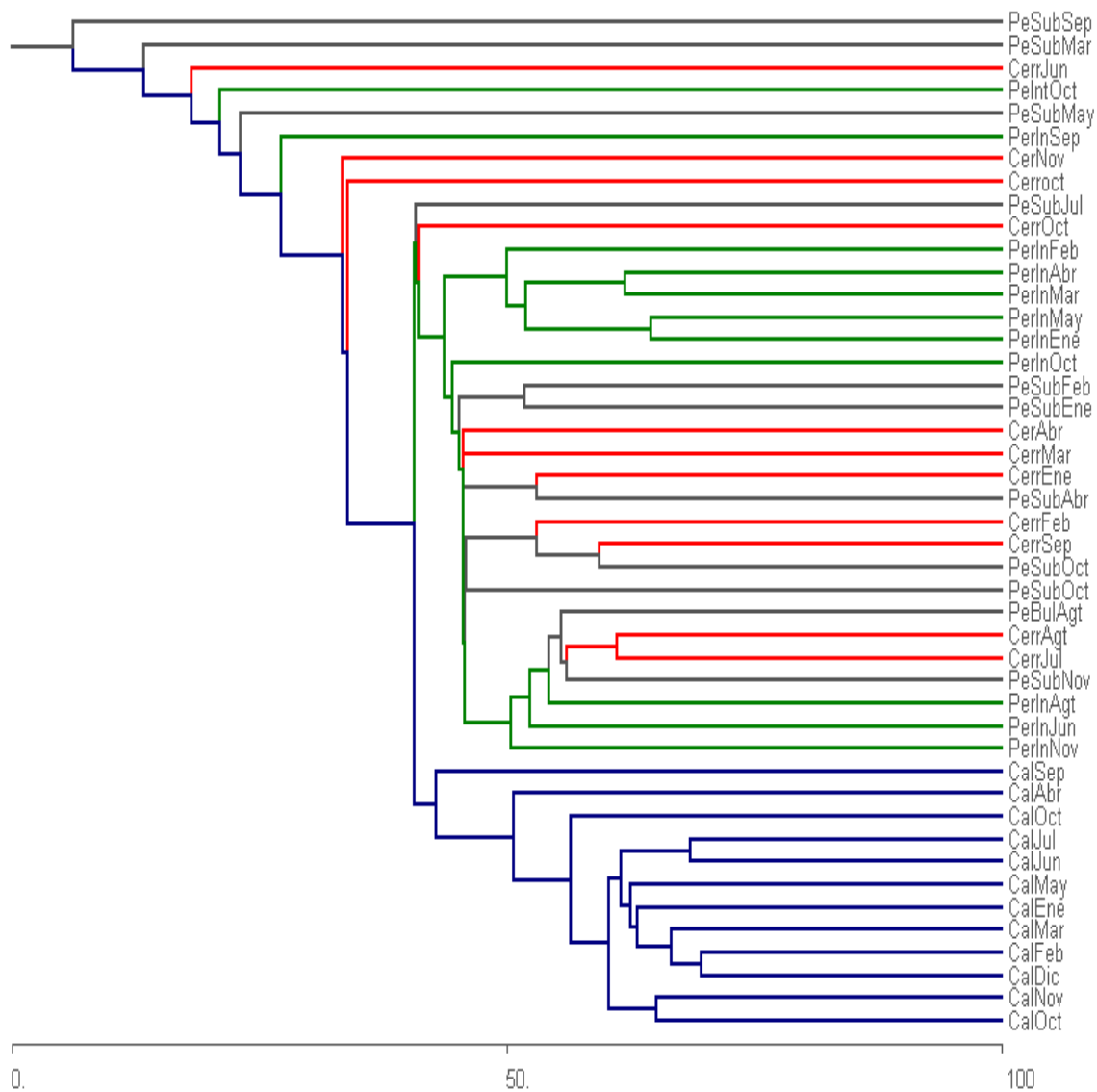


Fig. 15. Tratamiento mensual de agrupamiento según el índice de similitudde Bray-Curtis, para las cuatro localidades.

En un tercer tratamiento del índice de similitud de Bray-Curtis se emplearon 39 especies que presentaron abundancias mayores a uno, en los muestreos de las cuatro localidades (Tabla III).

Tabla III. Especies que presentaron abundancias mayores a 1.

<i>Flabellina telja</i>	<i>Cadlina flavomaculata</i>	<i>Navanax aenigmaticus</i>
<i>Navanax polyalphos</i>	<i>Doriopsis viridis</i>	<i>Flabellina bertschi</i>
<i>Flabellina marcusorum</i>	<i>Berthella stellata</i>	<i>Dendrodiris nigromaculata</i>
<i>Chromodoris sphoni</i>	<i>Hypselodoris agassizii</i>	<i>Discodoris ketos</i>
<i>Doto lancei</i>	<i>Doris pickensi</i>	<i>Conualevia alba</i>
<i>Doriopsilla janaina</i>	<i>Aplysia californica</i>	<i>Phidiana lascrucensis</i>
<i>Doriopsilla</i> sp.	<i>Polybranchia viride</i>	<i>Tritonia pickensi</i>
<i>Favorinus elenalexiae</i>	<i>Aplysia parvula</i>	<i>Chromodoris baumanni</i>
<i>Oxynoe panamensis</i>	<i>Limacina cockerelli</i>	<i>Chromodoris norrisi</i>
<i>Hypselodoris californiensis</i>	<i>Hypselodoris ghiselini</i>	<i>Dolabella auricularia</i>
<i>Spurilla neapolitana</i>	<i>Aeolidiella chromosoma</i>	<i>Berthellina ilisima</i>
<i>Tylodina fungina</i>	<i>Navanax inermis</i>	<i>Elysia diomedea</i>
<i>Elysia</i> sp.1	<i>Cadlina luarna</i>	<i>Stylocheilus striata</i>

Con dichas especies se obtuvo una mejor separación de grupos; es decir, las localidades submareales (Pta. Pericos y Cerralvo) se agruparon entre sí, dejando claramente separadas a cada una de las intermareales (Calerita y Pta. Pericos). El grupo de Pta. Pericos intermareal presentó una similitud global no mayor al 13%, lo cual indica que ésta es completamente diferente al resto de las localidades; Calerita intermareal no presentó diferencias con respecto al tratamiento anterior, mostrando el mismo comportamiento (véase Fig. 15), así, se mantiene o conserva su integridad de grupo único en el nuevo tratamiento (Fig. 16).

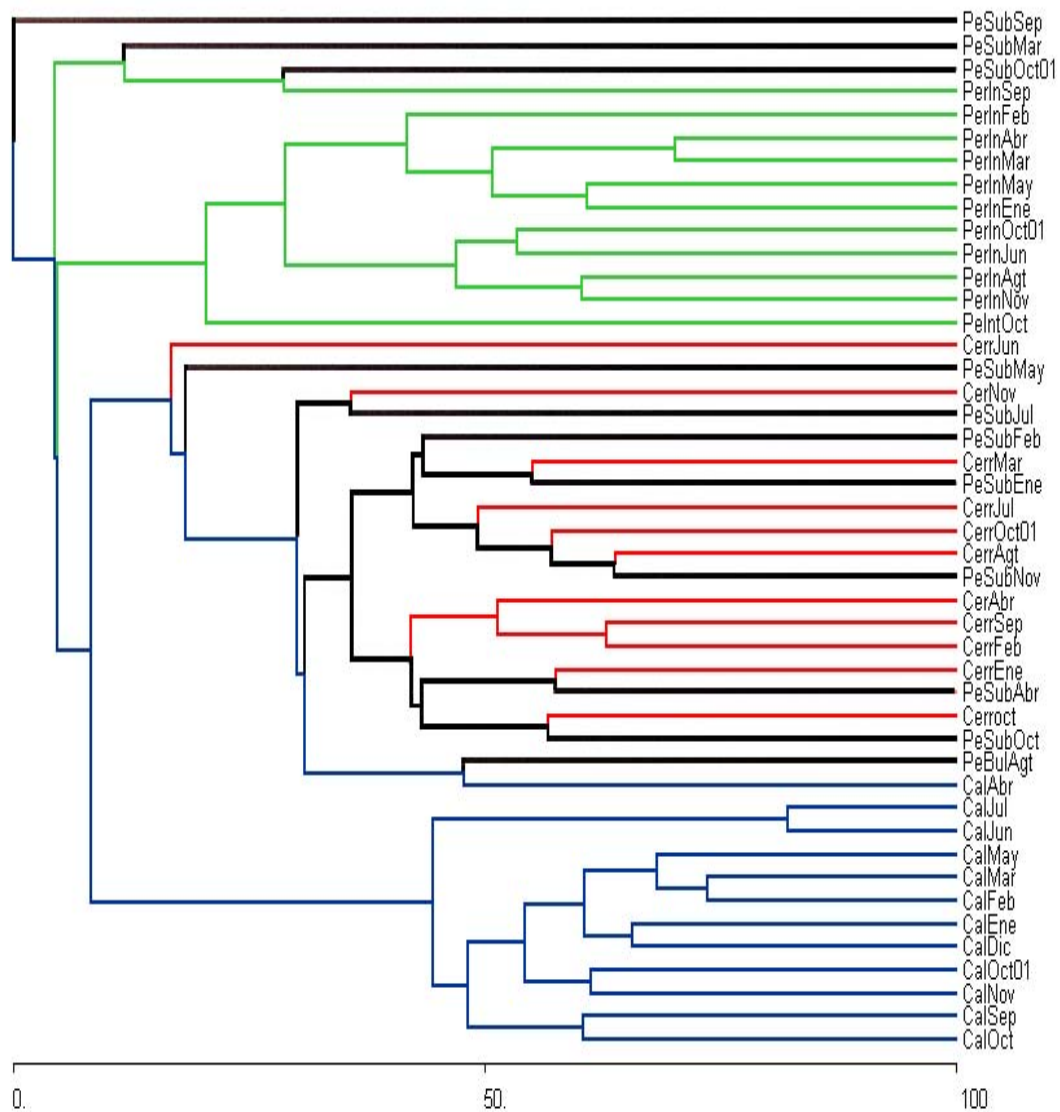


Fig. 16. Análisis mensual de agrupamiento del índice de similitud de Bray-Curtis para las cuatro localidades, con las 39 especies más importantes de los muestreos.

Posteriormente se aplicó el tratamiento de Componentes Principales con las variables de número de organismos por mes de cada localidad (Factor 1) y el número de especies por localidad (Factor 2). La varianza explicada por el modelo fue del 50 %, y se apreció una clara separación de la localidad de Calerita intermareal. El resto de las

localidades se mezclan forman dos grupos, uno conformado por Cerralvo y el segundo comprendiendo las localidades de Pta. Pericos intermareal y submareal. (Fig.17).

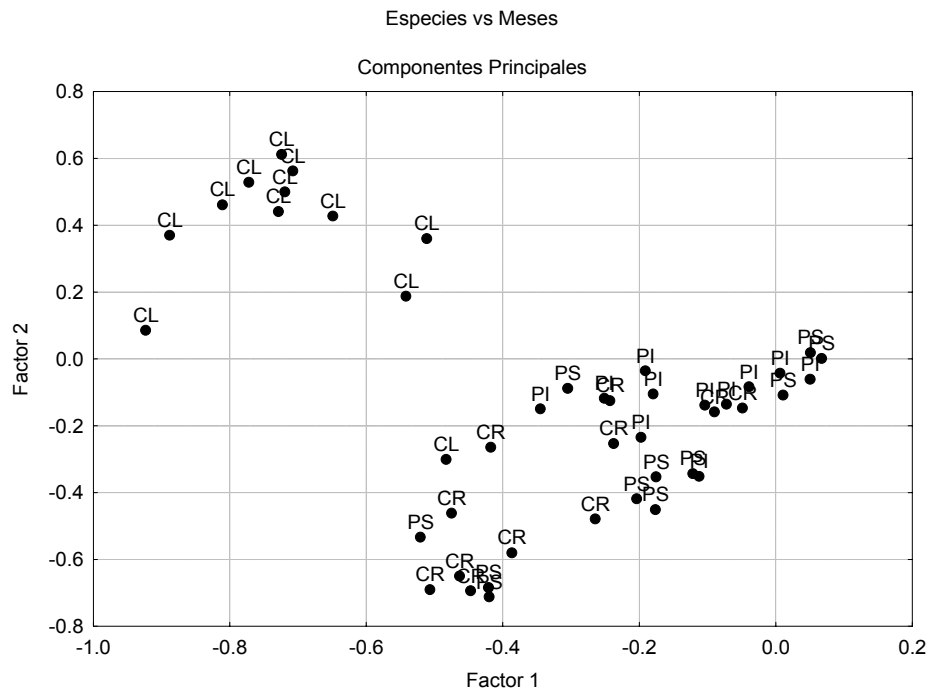


Fig. 17. Análisis de componentes principales, especies vs meses. CL=Calerita, PI=Pta. Pericos intermareal, PS= Pta. Pericos submareal y CR= Cerralvo.

Con la finalidad de obtener una mejor explicación sobre la similitud entre las localidades, se aplicó el mismo tipo de tratamiento utilizando las variables especie vs. localidad vs. sustrato. Se caracterizaron 12 sustratos, asignándoles un valor arbitrario a cada uno de ellos (Tabla IV, Fig. 18).

Tabla IV. Valores arbitrarios asignados a los tipos de sustratos caracterizados.

Sustrato	Valor	Sustrato	Valor
Alga	1	Coral	7
Alga calcárea	2	Esponja/Roca	8
Bajo piedra	3	Arena/Roca	9
Briozoo	4	Roca	10
Esponja	5	Huevos	11
Gorgonia	6	Alga Roca	12

Los valores obtenidos del tratamiento de componentes principales explican más del 90% de la varianza total del sistema, se confirmó a Calerita intermareal como un grupo claramente distinto. Pta. Pericos intermareal también se distingue como grupo, mientras que las localidades submareales se mezclan entre si, dado por la diferencia entre el tipo de hábitat entre las localidades (Fig. 18).

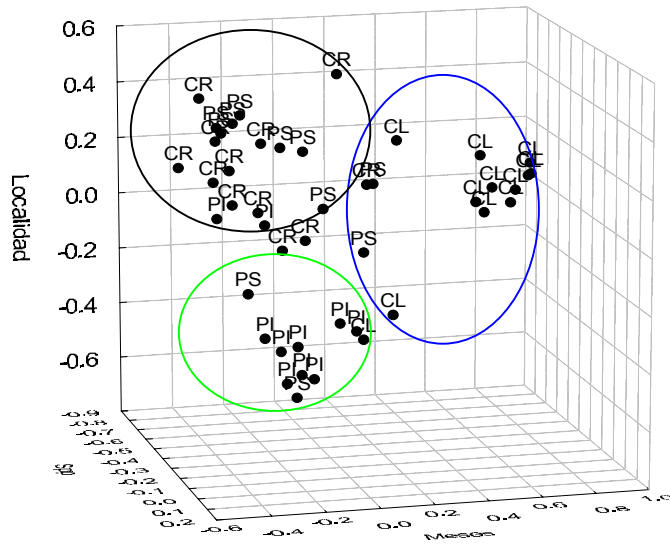


Fig. 18. Representación gráfica del tratamiento de Componentes Principales, con las variables localidad vs sustrato vs especie. CL=Calerita intermareal, PI=Pta. Pericos intermareal, PS= Pta. Pericos submareal y CR= Cerralvo submareal.

A partir de los grupos formados en el tratamiento anterior se realizó un análisis de correspondencias, para determinar qué especies conforman grupos en cada localidad. Se obtuvieron a partir de la abundancia y frecuencia de aparición de las especies tres grupos: uno que identifica a Calerita intermareal, conformado por cinco especies; el segundo grupo identifica a Pta. Pericos intermareal, conformado por tres especies; y un tercer grupo submareal (Pta. Pericos-Cerralvo submareal), constituido por 30 especies (Fig. 19).

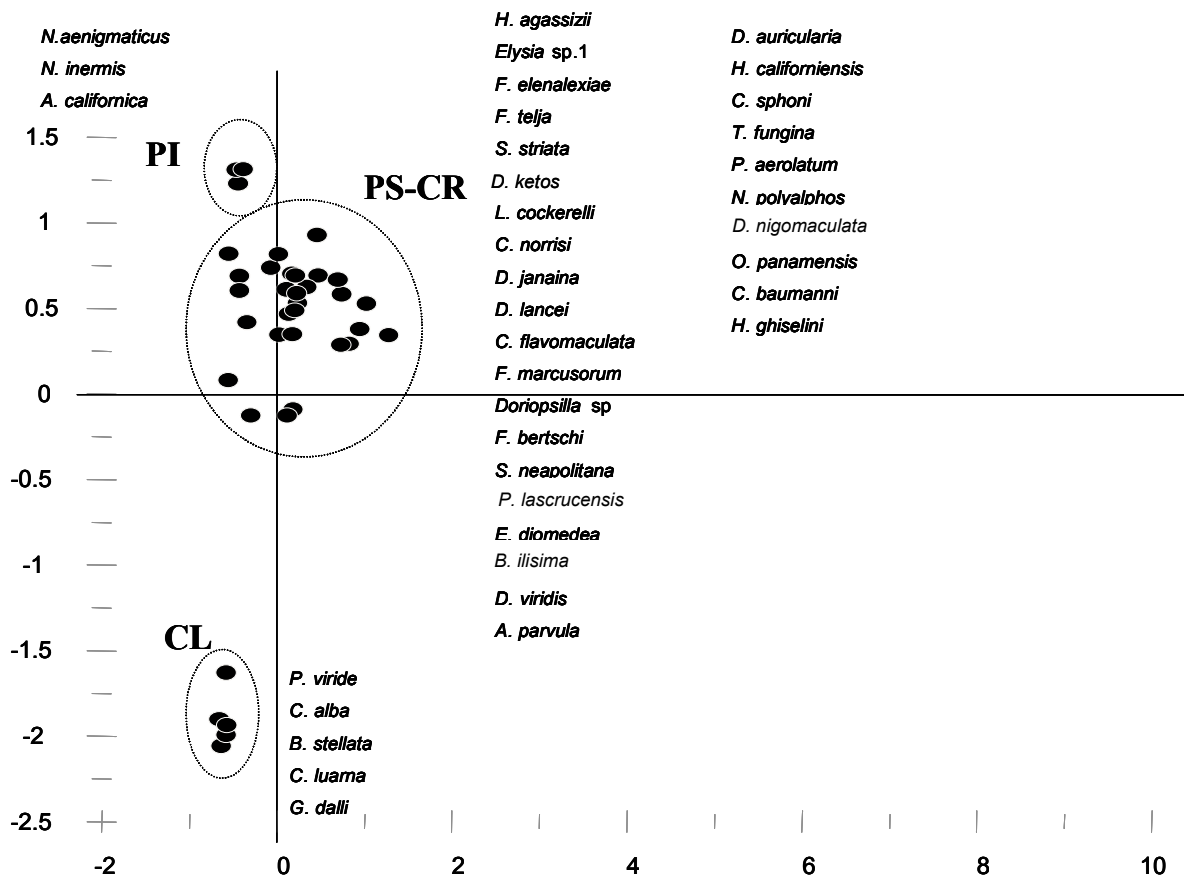


Fig. 19. Representación gráfica del tratamiento de Correspondencia. PI=Grupo Pericos intermareal, CL=Grupo Calerita intermareal y PS-CR=Grupo submareal.

7. DISCUSIÓN



En su revisión bibliográfica de la fauna de gasterópodos presente en la Provincia Panámica Skoglund (2002), muestra datos de las 199 especies de opistobranquios presentes en el Golfo de California. De ellas sólo 98 habían sido registradas en la región sur del Golfo de California. Al agregar los siete nuevos registros encontrados en este trabajo, el número total de especies registradas para la región sur del Golfo de California incrementó a 105. Las especies registradas en el presente trabajo equivalen al 73.2% del total en la región sur, e indican el alto valor de riqueza que se presentó en la zona de investigación.

Los valores de riqueza son altos, a diferencia de los presentados por Bertsch *et al.* (1972), quienes realizaron un estudio de cinco años en seis localidades de la comunidad intermareal de San Mateo, California, registraron un total de 478 organismos agrupados en 32 especies. Por su parte Nybakken (1978), en su estudio de cuatro años realizado en la comunidad intermareal de Asilomar, California, registró un total de 4,162 organismos repartidos en 31 especies. Por último, Bertsch (1995), en la comunidad submareal de opistobranquios en Bahía de Los Angeles obtuvo en un periodo de tres años un total de 3056 especímenes agrupados en 62 especies.

El alto número de especies encontrado en la región se debe principalmente a la sistematización del esfuerzo realizado durante el estudio, efectuando censos mensuales por un periodo de un año en cuatro ambientes (dos intermareales y dos submareales). Ello permitió tener una mejor representatividad de las especies, ya que su presencia varía a lo largo del año debido a los distintos ciclos de vida que presentan. Esto se refuerza al comparar los resultados obtenidos por Bertsch *et al.* (1972) y Nybakken (1978). Sin embargo, el trabajar en los ambientes intermareales y submareales, distribuidos en cuatro localidades (Calerita intermareal, Pta. Pericos intermareal y submareal, y Cerralvo submareal), propicio la recolecta de un número importante de especies, debido a que en cada uno de dichos ambientes las características geomorfológicas son diferentes, dando lugar a diferentes sustratos y diferentes especies de opistobranquios en cada comunidad.

La variabilidad de los sustratos se reflejó en el orden Nudibranchia que, además de ser el más abundante, tuvo los mayores valores de diversidad, lo que concuerda con los trabajos de Bertsch (1993), Gosliner (1992) y Rudman & William (1998). Estos valores de diversidad y abundancia están relacionados con el tipo de sustrato y hábitos alimenticios de las especies que conforman este orden.

Los nudibranchios han podido establecerse en distintos ambientes (tanto intermareales como submareales) ya que sus fuentes de alimento son muy variadas. Pueden ser espongiívoros, herbívoros, hidrozoiívoros y omnívoros (Nybakken, 1974; Todd, 1981). Por el contrario, los miembros de los órdenes Cephalaspidea y Sacoglossa tienen dietas alimenticias más específicas. Los cefalaspideos son principalmente carnívoros, en particular las especies del género *Navanax*, que se alimentan de otros opistobranquios, como *Bulla*, *Haminoea* (Blear & Seapy, 1972) también de anaspideos como *Stylocheilus* e incluso de sus congéneres (obs. pers.). Por su parte los sacoglosos son herbívoros que se alimentan principalmente de algas verdes (*Codium* spp. y *Caulerpa* spp.) (Trowbridge, 1993).

En lo que respecta a los valores de diversidad y abundancia por localidad, el orden Nudibranchia dominó en tres localidades (Calerita intermareal, Pta. Pericos submareal y Cerralvo submareal). Sin embargo, los órdenes Cephalaspidea y Anaspidea tuvieron valores mayores de diversidad y abundancia en la localidad de Pta. Pericos intermareal. Esta localidad presentó un sustrato homogéneo (planchas de roca) cubierto por una fina capa de algas. Éstas proporcionan una fuente de alimento constante para los miembros del orden Anaspidea, que en su mayoría son herbívoros al igual que los sacoglosos. A su vez permite que los cefalaspideos, carnívoros, obtengan su alimento (Bertsch, 1993). Esto sugiere que el ambiente intermareal de Pta. Pericos es lo suficientemente particular como para que los individuos del orden Cephalaspidea proliferen; de hecho aparecen casi exclusivamente en esa localidad.

Las fluctuaciones de los valores de diversidad en cada localidad fueron de diferente magnitud. La localidad que presentó mayor estabilidad con respecto a las restantes fue Calerita intermareal. Los cambios se deben a la variación en el número de especies entre meses en cada localidad. Calerita intermareal presentó una baja variación, de seis a nueve, en el número de especies. En contraste, el número de especies en Pta. Pericos intermareal varió de dos a trece. Pta. Pericos submareal varió de una a dieciséis especies y Cerralvo submareal de dos a diecisiete especies a lo largo de los meses muestreados, lo que nos muestra la estabilidad de Calerita en cuanto al número de especies en comparación de el resto de las localidades.

Además, el número de especies que se encontraron en una sola ocasión también fue muy distinto en cada localidad: en Calerita intermareal siete especies, en Pta. Pericos intermareal 10, en Pta. Pericos submareal 21 y en Cerralvo submareal 31.

Estas variaciones en el número de especies en cada localidad se deben, presumiblemente, a la posición geográfica, a la variación de alimentación así como de la temperatura registrada en cada una de las zonas donde se realizó el estudio.

Las zonas intermareales (Calerita y Pta. Pericos) son ambientes más dinámicos, más cambiantes, que los submareales (Pta. Pericos y Cerralvo), debido más al cambio de marea que por el efecto de las corrientes (Ricketts & Calvin, 1957). Aun así el flujo de agua en los ambientes intermareales es menor, ya que el intercambio de agua se suspende durante los periodos de marea baja, que es cuando se forman las pozas. Durante los periodos de marea alta, estos ambientes son cubiertos por agua (de 6 a 12 horas), que es cuando el oleaje juega un papel importante (Trowbridge, 1994). En contraste, en los ambientes submareales (Pta. Pericos y Cerralvo), el flujo de agua es constante, por las corrientes, y el efecto por el oleaje es mucho menor.

Existe una aparente relación entre el oleaje y el período larval de los opistobranquios. Éste puede durar de unos cuantos minutos a varios días (aproximadamente 22), presentando tres fases generales. Primero las larvas, tras eclosionar del huevo, nadan cerca de la superficie, después nadan hacia el fondo, esta fase se denomina “período de búsqueda”; y, finalmente, se lleva a cabo la metamorfosis y el subsiguiente asentamiento y/o colonización en el fondo (Hadfield & Switzer-Dunlap, 1984).

La primera fase del desarrollo larvario en los ambientes intermareales es muy importante, ya que, el oleaje es un factor limitante para el asentamiento (Nybakken, 1978; Zacharias *et al.* 2001), ya que al permanecer en la columna de agua pueden ser aventadas contra las rocas o arrastrada a la orilla. Esto lleva a suponer que las especies afines a las zonas intermareales presentan períodos larvarios cortos que posiblemente estén relacionados con el cambio de mareas (Todd, 1984). Durante la marea baja, cuando se forman las pozas y el efecto ocasionado por el oleaje es mínimo es cuando aparecen las larvas y se asientan subsiguientemente. Este proceso ayuda a explicar la presencia de *Cladina luarna* y *Conualevia alba* en Calerita intermareal, al igual que *Navanax inermis* y

N. aenigmaticus que se encontraron en Pta. Pericos intermareal. También las larvas pueden encontrar otros medios de transportación, tales como algas (*Sargassum* sp. y *Codium* sp.).

En contraste, en los ambientes submareales (Pta. Pericos y Cerralvo), el efecto ocasionado por el oleaje es mucho menor. Lo que permite que las larvas, al dirigirse hacia la superficie, es muy posible que encuentren algún tipo de flujo horizontal en la columna de agua y sean transportadas lejos de su lugar de nacimiento para colonizar otros lugares (Edmunds, 1977; Hadfield & Switzer-Dunlap, 1984; Todd, 1984; Scheltema *et al.*, 1997).

Esta “deriva” larval, y el siguiente proceso de metamorfosis y el éxito del asentamiento puede ser el reflejo del número de especies que se encontraron en una sola ocasión en las localidades submareales. Cerralvo, en particular, presentó el mayor número de especies únicas (63.58 %), lo cual se puede atribuir a las características oceanográficas de la zona, ya que, al estar situada en una isla, la localidad se encuentra influenciada por corrientes provenientes del canal de Cerralvo entre la Isla Cerralvo y la península, así como la región oceánica adyacente de la parte sur y norte del golfo. De ahí, que esta localidad sea la más dinámica con respecto a Calerita intermareal, Pta. Pericos intermareal y submareal. Scheltema *et al.* (1997) y Vitousek (2002) mencionan que las islas funcionan como centros de acopio y dispersión, debido a las corrientes que transportan los estadios larvarios, que en un momento dado convergen en este tipo de zonas (islas). Las larvas al encontrar un medio adecuado, como puede ser el alimento, se asientan, desarrollan hasta ser organismos sexualmente maduros, que lleguen a reproducirse, liberan al medio sus larvas que se asentarán en otros lugares. Ello explicaría el alto número de especies exclusivas encontrado en la localidad insular.

Aunado a lo anterior tenemos que la temperatura es un elemento importante ya que, de acuerdo con Todd & Doyle (1981), puede ser determinante en los ciclos de vida de los opistobranquios. Esto concuerda con el descenso de los valores de diversidad registrados en el mes de abril en las localidades de Pta. Pericos intermareal, Pta. Pericos submareal y Cerralvo submareal, al final de la temporada fría del año, que es la época en la cual los adultos se reproducen y mueren, dejando los simientes de nuevas generaciones.

Las especies más abundantes, con fluctuaciones de abundancia a lo largo del tiempo, fueron: en Calerita intermareal *Conualevia alba*, *Glossodoris dalli* y *Cadlina luarna*; en Pta. Pericos intermareal *Navanax inermis* y *Stylocheilus striatus*; en Pta. Pericos

submareal *Elysia diomedea* y *Berthellina ilisima*; y en Cerralvo submareal *Berthellina ilisima* y *Stylocheilus striatus*.

En localidades intermareales (Calerita y Pta. Pericos) las variaciones en la riqueza se encuentran relacionadas con la temperatura. Así, se observó que las especies *G. dalli* y *C. luarna*, presentaron una relación inversa entre su abundancia y la temperatura, ya que los mayores valores de abundancia ocurrieron en los meses de febrero y marzo, cuando se registraron los valores más bajos de temperatura (19 °C).

Para la especie *C. alba* se observó otra relación de su abundancia con la temperatura, ya que presentó dos picos, uno en la temporada invernal y otro en la temporada cálida. Este comportamiento corresponde a las especies denominadas “K” o subanuales (Todd, 1981). Estos organismos se caracterizan por presentar dos o más generaciones en un año, ya que se alimentan de fuentes estables como las esponjas que en la localidad de Calerita intermareal es un recurso característico.

En la localidad de Pta. Pericos intermareal las especies *N. inermis* y *A. californica* fueron las que presentaron los valores más altos de abundancia, su relación con la temperatura fue similar a la encontrada en Calerita intermareal, en el sentido de que presentaron las mayores abundancias en la temporada fría.

En el caso de *N. aenigmaticus*, los valores de abundancia presentaron una relación directa con la temperatura, estos aumentaron y descendieron conforme a la temperatura, haciéndose notar que durante la temporada de verano sus valores fueron mínimos. Se puede observar que existe cierta relación entre *N. aenigmaticus* y *N. inermis*, pues al aumentar el número de individuos de una de ellas la otra consecuentemente disminuye, lo cual puede ser atribuido a procesos de competencia o depredación, ya que ambas especies son carnívoras. Así, este desfase indica un proceso de regulación intraespecífica.

Bertsch *et al.* (1999), en la comunidad intermareal de Bahía Tortugas, encontraron a *B. stellata* durante los meses de diciembre, febrero y junio (con 55, 36 y 15 individuos, respectivamente). El descenso que presentó hacia la temporada cálida concuerda con la tendencia encontrada durante el presente estudio. En contraste, la presencia de *C. alba* en Bahía Tortugas fue mínima (17 organismos), lo que contrasta con la abundancia y presencia obtenidos a lo largo del periodo de estudio en Calerita intermareal.

Los ambientes intermareales de Calerita y Pta. Pericos pueden ser caracterizados por siete especies dominantes (cuatro y tres respectivamente), con variaciones temporales de su abundancia, ya que el descenso en la abundancia de alguna de ellas es compensado por el incremento en la abundancia de otras.

Las variaciones encontradas en esta zona a lo largo del tiempo difieren de las registradas por Bertsch *et al.* (1972) en San Mateo, California, USA. Dichos autores no hacen referencia alguna sobre la existencia de fluctuaciones temporales de la abundancia de los opistobranquios en esa zona, aunque encontraron que las mayores abundancias se presentaron en verano. Nybakken (1978) no encuentra relación alguna entre la temperatura y la estacionalidad de los opistobranquios. Los autores anteriores concuerdan en que, independientemente de la variación total de la composición faunística de las especies de opistobranquios, sólo cierto número de especies (las dominantes) es el que determina la composición faunística de la zona, y aquellas especies que son efímeras, raras o transitorias no tienen ningún peso en esta composición “típica”.

Lo encontrado en este estudio muestra diferencias importantes con los resultados presentados por Bertsch *et al.* (1972) y Nybakken (1978) con respecto a la relación de la temperatura y la abundancia de las especies y de la estacionalidad. Dichas diferencias se deben a dos factores principales. El primero radica en que el esfuerzo realizado por Bertsch *et al.* (1972) fue muy variable en cuanto a los tiempos de muestreo, así como de localidad y área. En contraste, el esfuerzo de Nybakken (1978) fue sistemático (misma localidad, misma área), pero sólo fue enfocado a un grupo (Nudibranchia), excluyendo al resto (Cephalaspidea, Notaspidea, Sacoglossa y Anaspidea). El segundo factor radica en la variación de la temperatura debida a la latitud, ya que en las zonas donde realizaron ambos estudios la variación de temperatura a lo largo del año es menor (~ 6 °C) que la encontrada en el presente estudio (~ 11 °C) (NOAA)*.

En las zonas submareales (Pta. Pericos y Cerralvo) las especies presentaron una relación directa entre la temperatura y la abundancia. Las especies *Berthellina ilisima*, *Dolabella auricularia* y *Elysia diomedea*, registradas en ambas localidades, presentaron bajas abundancias en la temporada de primavera (abril, mayo y junio); en cambio, sus valores más elevados se encontraron durante la temporada cálida (julio a octubre). Estos

* Según datos históricos de las fluctuaciones de la temperatura de la NOAA. [www.http//ncd.noaa.gov](http://ncd.noaa.gov)

cambios de la abundancia se encuentran relacionados con los ciclos de vida de dichas especies, ya que en la mayoría de ellas el ciclo inicia a principios de julio y termina a finales de la primavera (Bertsch *et al.*, 1998). Los bruscos decrementos en la abundancia de las especies encontrados en julio, se deben a la mortalidad de los adultos después del proceso de reproducción, dejando así a los nuevos reclutas, que se encontraban en etapa larval o eran muy pequeños para ser vistos.

En este contexto, Bertsch (com. pers.*) (Anexo I) encontró un comportamiento distinto al hallado en el presente estudio, en el ambiente submareal de Bahía de Los Ángeles. El comportamiento que presentan los organismos en la zona submareal es inverso a la temperatura, teniendo que las mayores abundancias se encontraron en la temporada fría (enero-abril) y las más bajas durante la temporada cálida (julio-octubre). Este comportamiento se encuentra relacionado con la disponibilidad de sustrato y alimento. Durante la temporada fría ocurren afloramientos de diferentes tipos de algas, como *Sargassum* sp., *Padina* sp. y *Colpomenia* sp. que terminan su ciclo al inicio de la temporada cálida (Bertsch *et al.*, 1998).

Un claro ejemplo de este tipo de comportamiento es el registrado por Bertsch (2000) en Bahía de Los Ángeles en el nudibranquio *Doriopsilla gemela*, que presenta un ciclo anual, y tuvo los valores más bajos de abundancia en septiembre y los máximos en junio. Bertsch (2000) menciona que esta especie es especialista, y sólo se encuentra en la esponja rosa *Pseudosuberites pseudos*, de la cual se alimenta. Pero esta especie deposita sus huevos en las algas de los géneros *Colpomenia* o *Padina* que se desprenden en junio y que son transportadas por las corrientes, lo que favorece la dispersión de los juveniles.

A diferencia de Bahía de Los Ángeles, en los ambientes submareales de Pta Pericos y Cerralvo no se presentaron cambios tan abruptos en la composición estacional de las algas. Sólo en el mes de octubre de 2001 se presentaron afloramientos de *Codium* sp., lo cual indica que la comunidad submareal de Pta. Pericos y Cerralvo se alimenta de fuentes más estables de alimento (tunicados, briozoarios, esponjas y gorgonias). Esto se observó particularmente en la especie *Tritonia pickensi*, la cual sólo se alimenta de los pólipos de la gorgonia *Lophogorgia* sp.

* Dr. H. Bertsch; 192 Imperial Beach Blvd., Imperial Beach, CA, 91932-2543; correo electrónico: hansmarvida@cox.net; julio de 2003.

En el caso particular del anaspideo *S. striatus* se observó un pico de abundancia en el mes de octubre de 2000 que, de acuerdo con Hadfield & Switzer-Dunlap (1984), es debido a que dicha especie presenta agregaciones muy numerosas asociadas a la reproducción, de hecho realizan puestas de huevos en cualquier tipo de sustrato e inmediatamente después mueren. Debido a ello, después del pico de abundancia la aparición de estos organismos disminuye hasta ser sólo del orden de un organismo por muestreo por un lapso de hasta cuatro meses.

Si bien hemos hablado de cómo se comportan las especies por localidad, cómo fluctúan en cada una de ellas, ahora corresponde analizar cómo se reflejan estos comportamientos en cada una de las localidades.

Con el primer tratamiento de similitud (Bray-Curtis), realizado con los datos de abundancia exclusivamente, se obtuvo la separación de Calerita intermareal del resto de las localidades. Esta primera separación se atribuye a la estabilidad del número de especies encontradas en aquella localidad a lo largo del año de muestreo. En el segundo tratamiento se retiraron aquellas especies que solo se registraron una vez con un solo individuo, debido a la variabilidad que ocasionaban lo que provocaba dificultad en la separación entre las localidades así como su caracterización. Así se obtuvo la clara separación de las localidades intermareales (Calerita y Pta. Pericos), la primera de las cuales se confirmó como singularmente distinta, y la consolidación del “grupo submareal” (Pta. Pericos-Cerralvo).

Estos tratamientos nos permitieron separar las localidades a partir de las fluctuaciones de especies. Posteriormente, en los tratamientos multivariados en los que se integró la temperatura como variable explicativa de las fluctuaciones de especies en cada localidad, se constata la continua separación de Calerita intermareal y una mezcla de las localidades restantes (Pta Pericos intermareal, Pta. Pericos submareal y Cerralvo submareal). Esta mezcla se da porque la temperatura no ayuda a la separación dado que es genérica; es decir, es la temperatura superficial general del mar y no la encontrada junto a los organismos. Por tanto, los datos obtenidos se deben a las variaciones que presentaron los organismos a lo largo del tiempo.

En el siguiente tratamiento multivariado se emplearon tres ejes o variables. Aquí se incluyó el tipo de sustrato en que se encontraban los organismos en el momento de su captura. Los resultados de este análisis son coherentes con los obtenidos en los análisis de

similitud, ya que el tipo de sustrato permitió una clara separación entre las localidades. Esta separación se puede explicar dadas las diferencias entre las localidades, tanto en los tipos de sustratos como en la morfología general de cada una de ellas.

En el último tratamiento multivariado se obtuvieron tres grupos de especies. El primer grupo corresponde a la localidad de Calerita intermareal; el segundo a Pta. Pericos intermareal y el tercero, conjunta individuos de las localidades submareales (Pta. Pericos y Cerralvo). En Pta. Pericos intermareal las tres especies que la caracterizan indican su especificidad a dicho ambiente en función de su geomorfología y variables ambientales particulares (pozas de marea = microhabitats) . Así como en Calerita intermareal las cinco especies indicadores también dan una idea de su especificidad al lugar. En contraste, ambas zonas submareales se caracterizan por un número elevado de especies (treinta); ello indica la poca especificidad a ese ambiente, lo que a su vez nos indica su pobre caracterización.

Los organismos en la zona intermareal se encuentran expuestos a distintos rigores, en cuanto a temperatura, desecación y depredación, que los submareales o cuando menos de distinta intensidad (Trowbridge, 1994). El rigor ambiental en la zona intermareal es mayor que en la submareal, por lo cual los organismos toman comportamientos distintos en sus ciclos de vida, que son cortos (estrategas “R”)(Todd, 1981).

La separación de las localidades de Calerita y Pta. Pericos intermareal como entidades independientes se debe a que son ambientes bien delimitados (pozas de marea). Además ambas localidades se encuentran rodeadas por arena, lo cual funciona como barrera (Reid, 2002). Todd (1984), señala que los cambios y fluctuaciones de los opistobranquios en la zona intermareal, menciona la posible existencia de migraciones a entre ambientes (del intermareal al submareal). Esto ayudaría, en cierta medida, a explicar las bajas abundancias encontradas en la temporada cálida; sin embargo, el mismo autor menciona que esto no ha sido comprobado y que las fluctuaciones se deben, más probablemente, a los ciclos de vida propios de cada especie.

La diferencia en la composición faunística entre las localidades intermareales (Calerita y Pta. Pericos) se relaciona más con el tipo de sustrato que con factores físicos (temperatura y salinidad). Calerita intermareal, dada su fisiografía con gran número de rocas de diferentes tamaños que funcionan como refugios, presenta pozas de marea que aún durante las mareas más bajas (diciembre-enero) no se desecan y los organismos no quedan

expuestos. En estas rocas se fijan organismos incrustantes, como corales, esponjas, briozoarios que funcionan como fuentes de alimento permanentes. Por su parte, Pta. Pericos intermareal, al estar conformado por plataformas, presenta pocas grietas, oquedades o rocas sueltas que durante la bajamar pudiesen ser utilizadas como refugio. Así, durante las mareas bajas los organismos quedan más expuestos a la desecación. Por tanto, la principal fuente de alimento se encuentra compuesta por algas y la presencia de otras fuentes de alimento más estables (esponjas y briozoarios) sea mínima en comparación con Calerita intermareal.

Las rocas en Calerita intermareal, además de funcionar como refugio o sustrato del alimento, funcionan como barrera ante el oleaje. En la porción exterior de Calerita, las rocas disminuyen la fuerza de las olas a medida que avanzan sobre la zona. Por contra, en Pta. Pericos las olas no encuentran ningún tipo de resistencia cuando la marea es alta y rompen directamente sobre la carpeta de algas, provocando en algunas ocasiones el desprendimiento de parches de algas o, en ocasiones, el arrastre de las pocas rocas sueltas presentes en el área.

En contraste con los ambientes intermareales, donde la temperatura y el sustrato son factores limitantes, en los submareales (Pta. Pericos y Cerralvo) la variabilidad ambiental es de menor magnitud (mareas, oxígeno disuelto, salinidad, temperatura, desecación y fuentes de alimento). A pesar de que hay mayor disponibilidad de sustratos también es una mayor área, y al haber un mayor sustrato hay mayor posibilidad de que se asienten más organismos, lo que explicaría por qué se encontraron más especies exclusivas (más del 40%) en las localidades submareales comparadas con las localidades intermareales.

Entonces, los ambientes intermareales (Calerita y Pta. Pericos) al estar bien delimitados, permiten un asentamiento más restringido de las especies, en el sentido de que sólo aquellas que sean capaces de soportar los cambios de temperatura, así como de marea (desecación), serán las que se desarrollen y podrán reproducirse; en cambio, aquellas que no soporten estos cambios morirán. En contraste, en los ambientes submareales (Pta. Pericos y Cerralvo), al ser más homogéneos, permiten un asentamiento de más especies. Pero este mayor asentamiento no significa que permanezcan en él, ya que al haber mayor área dificulta la posibilidad de poder encontrar un compañero con el cual reproducirse e incluso de encontrar otra fuente de alimento, lo que coincide con lo observado en el campo

ya que en repetidas ocasiones sólo se encontró un representante de una especie durante todo el período de muestreo.

Así, podemos observar que la composición faunística entre los ambientes intermareales y submareales es diferente debido al rigor ambiental y la fisiografía en cada una de las localidades, ya que estos son factores que juegan un papel importante en los aspectos de diversidad, abundancia y estacionalidad de los opistobranquios.

8. CONCLUSIONES



- El grado de diversidad de los opistobranquios es alto en el área de estudio tomando en consideración la pequeña área geográfica estudiada.
- Las tres localidades se caracterizaron por igual número de grupos de especies: Calerita intermareal: *C. alba*, *Cadlina luarna*, *Glossodoris dalli* y *Berthellina ilisima*; en Pta. Pericos intermareal: *Navanax inermis*, *Navanax aenigmaticus* y *Aplysia californica*; en Pta. Pericos subamareal: *Dolabella auricularia*, *Elysia diomedea*, *Berthellina ilisima*, *Tritonia pickensi*, *Limacina cockerelli* y *Chromodoris norrisi* y en Cerralvo subamareal: *Stylocheilus striata*, *Berthellina ilisima*, *Dolabella auricularia* y *Chromodoris baumanni*.
- Las localidades intermareales presentan una mayor inestabilidad ambiental, pero mayor estabilidad faunística; en contraste las localidades submareales presentan una mayor estabilidad ambiental, pero una menor estabilidad faunística.
- La distribución y abundancia de las especies de opistobranquios se encuentra influenciada por la disponibilidad del sustrato, así como de la temperatura.
- La periodicidad de los muestreos no fue la más adecuada, debido a los cortos periodos de vida de algunas especies.

9. RECOMENDACIONES



- Continuar con la revisión taxonómica y sistemática del grupo, para poder tener un mayor conocimiento de las especies que se encuentran en el área de interés.
- Desarrollar un monitoreo a largo plazo, para poder establecer patrones en la distribución y abundancia de los opistobranquios.
- Implementar monitoreos intensivos, complementados con observaciones dirigidas al estudio de los opistobranquios, así como su relación con el sustrato y/o alimento.
- Medir variables ambientales más precisas, como la temperatura alrededor de cada organismo, con el objeto de identificar microhabitats, así como una mejor caracterización de la fisiografía del lugar, es decir, rugosidad, tipo de roca y la fauna asociada a la misma.

10. LITERATURA CITADA

- Aladro, L., E. Murillo & L. Galera. 1992. **Guía de prácticas de campo**. Ed. AGT S.S. México, D.F., 101 pp.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. Pp. 427-449 *En*: Ketchum, B. (ed), **Estuaries and enclosed seas**. Elsevier Scientific Pub. Co. U.S.A.
- Angulo, O. 2000. **Moluscos Opisthobranquios (Mollusca:Opisthobranchiata) de Baja California Sur, México**. Tesis de Licenciatura, Dpto. de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, 176 pp.
- Avila, C. 1995. Natural products of opisthobranch molluscs: A biological review. **Oceanography and Marine Biology Annual Review** 33: 487-559.
- Behrens, D. 1991. **Pacific coast nudibranchs, a guide to the opisthobranchs of the northeastern Pacific**. Sea Challengers, California, U.S.A. 112 pp.
- Bertsch, H. 1970. Opisthobranchs from Isla San Francisco, Gulf of California, with the description of a new species. **Contributions in Science** 2:16 pp.
- Bertsch, H. 1982. Estudios de ecosistemas bentónicos a lo largo de la costa noroccidental de Baja California, México: distribución y presa de varios invertebrados marinos. **Ciencias Marinas** 8(2):91-122.
- Bertsch, H. 1989. Opisthobranchia. Pp. 54-68. *En*: Kerstitch, A. **Sea of Cortez marine Invertebrates: a guide for the Pacific coast, Mexico to Ecuador**. Sea Challengers, California, U.S.A.
- Bertsch, H. 1991a. Biodiversity of the Dorid Nudibranch (Mollusca: Opisthobranchia) fauna of the pacific coast of the three Californias: Systematic and Zoogeographic comments. Pp. 107-115. *En*: Dailez M. & H. Bertsch (eds.), **Proceedings of the VIII Internarional Symposium of Marine Biology, Ensenada, Baja California, México**.

-
- Bertsch, H. 1991b. Seasonal, geographic and bathymetric distribution of opisthobranchs at bahía de Los Angeles, Baja California, México. **Western Society of Malacology Annual Repeport** 23:18.
- Bertsch, H. 1993. Opistobranquios (Mollusca) de la costa occidental de México. Pp. 253-270. *En*: Salazar Vallejo, S. & N. E. Gonzalez (eds), **Biodiversidad marina y Costera de México**. CONABIO y CIQRO, México.
- Bertsch, H. 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, 76th Ann. Meet.** 14(1):34.
- Bertsch, H. 1997. La historia natural de los opistobranquios en Bahía de Los Angeles, Baja California, México. Pp. 34. **III Congreso Latinoamericano de Malacología, Resúmenes**.
- Bertsch, H. & A. Smith. 1973. Distributional and natural history of opisthobranch gastropods from Las Cruces, Baja California del Sur, México. **The Veliger** 16(1):105-111.
- Bertsch, H. & S. Johnson. 1982. Zoogeografía comparativa de los opistobranquios (Mollusca: Gastropoda) con énfasis en la cuenca pacífica (Hawaii y California): composición faunal, afinidades provinciales y densidad submareal. **Ciencias Marinas** 8(2): 125-159.
- Bertsch, H., M. Miller & A. Grant. 1998. Notes on opisthobranch community structures at Bahía de Los Angeles, Baja California, México. **Opisthobranch Newsletter** 24(8): 35-36.

-
- Bertsch, H., T. Gosliner, R. Wharton & G. Williams. 1972. Natural history and occurrence of opisthobranch gastropods from the open coast of San Mateo County, California. *The Veliger* 14: 302-311.
- Blair, G. & R. Seapy. 1972. Selective predation and prey location in the sea slug *Navanax inermis*. *The Veliger* 15(2): 119-124.
- Bray, J. & J. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Bray, N. & J. Robles. 1991. Physical Oceanography of the Gulf of California. *The Gulf and peninsular province of the Californias* 25:511-553.
- Brusca, R. & G. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Sinauer. E.U.A. 920 pp.
- Clark, K.B. 1975. Nudibranch life cycles in the Northwest Atlantic and their relationship to the ecology of fouling communities. *Helgoländer wiss. Meeresunters* 27: 28-69.
- Clark, K.B. 1992. Plant-like animals and animal-like plants: symbiotic co-evolution of ascoglossan (sacoglossan) molluscs, their algal prey, and algal plastids. Pp. 515-530 *En: Reisser, W. (ed.), Algae and symbioses: plants, animals, fungi, viruses, interactions explored*. Biopress, U.K.
- Crisci, J. & M. López. 1988. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. Sría. Gral. OEA, Washington, D.C. 128 pp.
- Edmunds, M. 1977. Larval development, oceanic currents, and origins of the opisthobranch fauna of Ghana. *Journal of Molluscan Studies* 43:301-308.
- Farmer, W. 1970. Swimming gastropods (opisthobranchia and prosobranchia). *The Veliger* 13(1): 73-86.

-
- Ferreira, A. & H. Bertsch. 1975. Anatomical and distributional observations of some opisthobranchs from the Panamic faunal province. **The Veliger** 17(4): 323-330.
- Gavagnin, M, A. Marin, F. Castelluccio, G. Villani & G. Cimino. 1994. Defensive relationships between *Caulerpa prolifera* and its shelled sacoglossan predators. **Journal of Experimental Marine Biology Ecology** 175:197-210.
- Gosliner, T. 1987. **Nudibranchs of Southern Africa. A guide to Opisthobranch Molluscs of Southern Africa.** Sea Challengers, California, E.U.A. 163 pp.
- Gosliner, T. 1992. Biodiversity of tropical opisthobranch gastropod faunas. **Proceedings of the seventh international coral reef symposium** 2:702-709.
- Gosliner, T. 1994. **Gastropoda:Opisthobranchia.** Pp. 253-355. *En:* Microscopic Anatomy of Invertebrates. Vol. 5: Mollusca I, Wiley-Liss, Inc.
- Gosliner, T. & D. Behrens. 1989. Special Resemblance, Aposematic coloration and mimicry in Opisthobranch Gastropods. Pp. 127-138. *En.* M. Wicksten (ed): **Symposium on the Adaptive Coloration in Invertebrates.** College Station, TX: Texas A. & M. University Press.
- Gosliner, T. & R. Draheim. 1996. Indo-Pacific opisthobranch gastropod biogeography: how do we know what we don't know?. **American Malacological Bulletin** 12(1/2):37-43.
- Greene, R. 1967. The egg masses and veliger of southern Californian sacoglossan opisthobranchs. **The Veliger** 11(2):100-104.
- Hadfield, M. 1963. The biology of nudibranch larvae. **OIKOS** 14(1):85-95.
- Hadfield, M. & Switzer-Dunlap, M. 1984. Opisthobranchs. Pp. 209-350 *En:* Wilbur, K.M (ed.) **The Mollusca Vol. 7. Reproduction.** Academic Press:London.
- Hadfield, M. & S. Miller. 1987. On developmental patterns of opisthobranchs. **American Malacological Bulletin** 5(2):197-214.

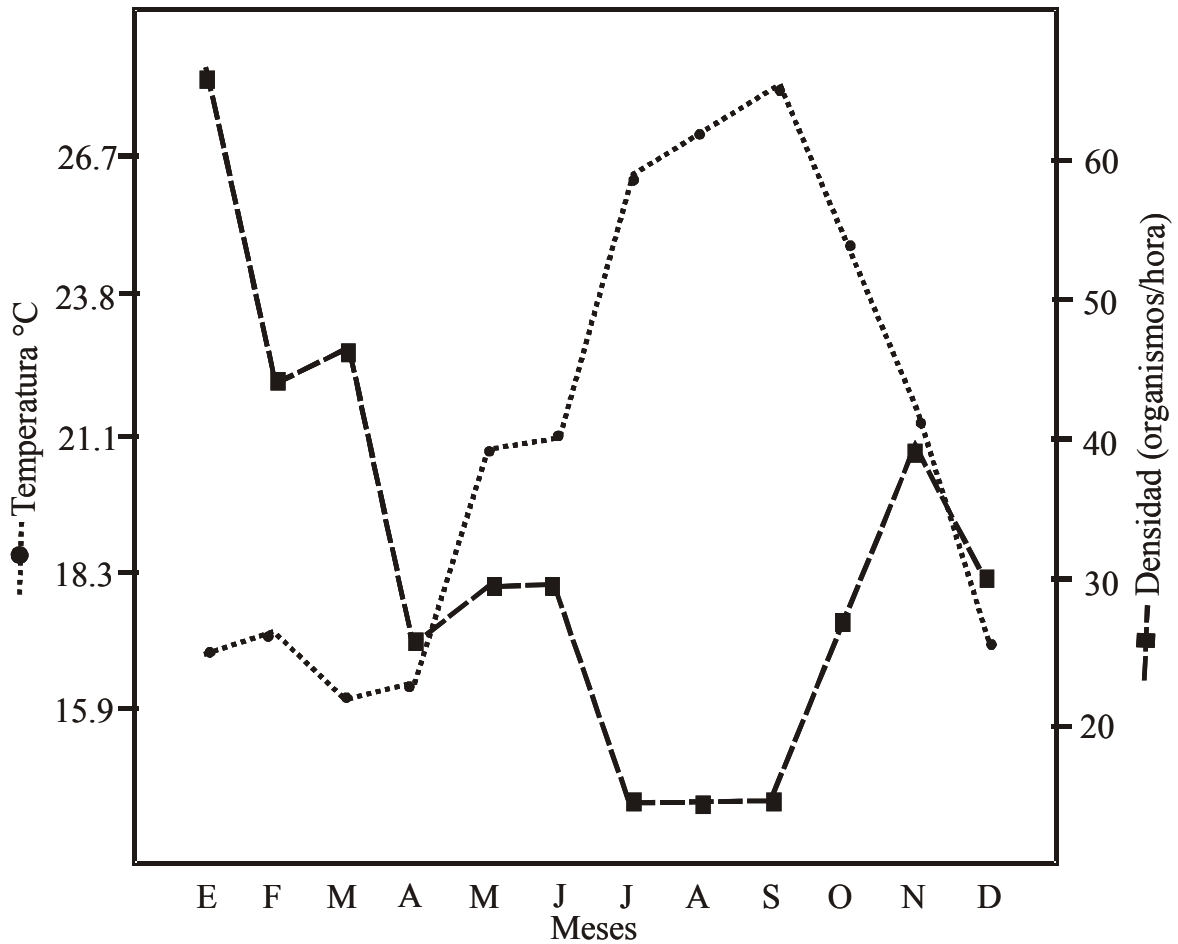
-
- Hurst, A. 1967. The egg masses and veligers of thirty northeast pacific opisthobranch. **The Veliger** 9(3):255-287.
- Jensen, K. 1981. Observations on feeding methods in some Florida ascoglossans. **Journal of Molluscan Studies** 47:190-199.
- Johson, S. 1983. Distribution of two nudibranch species on subtidal reef on the western shore of Oahu, Hawaii. **The Veliger** 25(4):356-364.
- Keen, M. 1971. **Sea Shells of tropical west America**: marine mollusks from Baja California to Peru, Edition 2. Stanford University Press, xiv + 1064, 22 pls.
- MacFarland, M. 1966. Studies of the opisthobranchiate mollusks of the Pacific coast of North America. **Memoirs of the California Academy of Sciences** 6:1-546, pls. 1-72.
- Marcus, Er. 1961. Opisthobranchs mollusks from California. **The Veliger** 3(Suppl):1-85.
- Marcus, Er. & Ev. Marcus. 1967. American opisthobranch mollusks Part I, tropical American opisthobranchs. Part II, Opisthobranchs from the Gulf of California. **Studies in Tropical Oceanography**, 6(1-2):1-256.
- McDonald, G. & J. Nybakken. 1999. A worldwide review of the food of nudibranch mollusks. Part I. The Introduction and the suborder Arminacea. **The Veliger** 40(2):157-159.
- McDonald, G. & J. Nybakken. 1999. A worldwide review of the food of nudibranch mollusks. Part II. The suborder Dendronotacea. **The Veliger** 42(1):62-66.
- Medina, M. & P. Walsh. 2000. Molecular systematics of the order Anaspidea based on mitochondrial DNA sequence (12s, 16s, and COI). **Molecular Phylogenetics and Evolution** 15(1):41-58.

-
- Mozqueira, A. 1985. **Los Opistobranquios de la Bahía de Ensenada, B. C., México. (Mollusca:Gasteropoda): Catálogo y Observaciones bioecológicas.** Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, 290pp.
- Nybakken, J. 1974. A phenology of the smaller Dendronotacea, Arminacean and Aeolidacean Nudibranchs at Asilomar State Beach over a twenty-seven month period. **The Veliger** 16(4):370-373.
- Nybakken, J. 1978. Abundance, diversity and temporal variability in a California intertidal nudibranch assemblage. **Marine Biology** 45(2): 129-146.
- Ricketts, E.F. & J. Calvin. 1957. **Between Pacific Tides.** Stanford University Press, Stanford California, third edition, 502 pp.
- Ried, D. 2002. The genus *Nodilittorina* von Martens, 1897 (Gastropoda:Littorinidae) in eastern pacific ocean, with a discussion of biogeographic provinces of the rocky-shore fauna. **The Veliger.** 45(2):85-170.
- Rodríguez Moralez, E. & D. Siqueiros Beltrones 1999. Time variations in a subtropical macroalgal assemblage from the Mexican Pacific. **Oceanides** 13(2):11-24.
- Roden, G. 1964. Ocenographic aspects of the Gulf of California. **Geology of the Gulf of California** 3:30-58.
- Rudman, W. & R. William. 1998. Opisthobranchia Introduction. Pp. 915-942 *En*: Beesley, P.L., Ross, G.J.B. & Wells, A. (eds) **Mollusca:The Southern Synthesis. Fauna of Australia.** Vol. 5. CSIRO Publishing: Melbourne, Part B viii 565-1234 pp.
- Sánchez-Tocino, L; A. Ocaña & F.J. Garcia. 2000. Contribución al conocimiento de Moluscos Opistobranquios de la costa de Granada (Sureste de la Península Ibérica). **Iberus** 18(1):1-14.

-
- Scheltema, R. , I. P. Williams & P.S. 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.
- Schulte, G. & P. Scheuer. 1982. Defence allemones of some marine mollusks. **Tetrahedron** 38(13):1857-1863.
- Smith, A. & J. Carlton, 1975. **Light's manual: intertidal invertebrates of the central california coast**. University of California Press, Berkeley, California. Tercera edición, xvii+716pp; 156 pls.
- Thompson, T. 1976. **Biology of Opisthobranch Molluscs. Vol. I**. The Ray Society: London. 206pp.
- Thompson, T. & G. Brown. 1984. **Biology of Opisthobranch Molluscs. Vol. II**. The Ray Society: London. 229pp.
- Todd, C. 1981. The Ecology of Nudibranch Molluscs. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review** 19:141-234.
- Todd, C. 1983. Reproductive and Trophic Ecology on Nudibranch Molluscs Chapter 5. Pp. 225-255. *En*: **The Mollusca. Ecology. Vol. 6**. Academic Press. E.U.A.
- Todd, C. & R. Doyle. 1981. Reproductive strategies of marine benthic invertebrates: a settlement-timing hypothesis. **Marine Ecology Progress Series** 4:75-83.
- Trowbridge, C. 1993. Feeding ecology of the ascoglossan opisthobranch *Aplysiopsis enteromorphae* (Cockerell & Elliot): patterns of distribution and impact on tidepool-dwelling green algae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 169: 233-257.

-
- Trowbridge, C. 1994. Life at the edge: populations dynamics and salinity tolerance of a high intertidal, pool-dwelling ascoglossan opisthobranch on New Zealand rocky shores. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 182:49-64.
- Vitousek, P. 2002. Oceanic islands as model systems for ecological studies. **Journal of Biogeography**. 29:573-582.
- Zacharias, M. & J. Roff. 2002. Explanations of patterns of intertidal diversity at regional scales. **Journal of Biogeography**. 28:471-483.
- Zar, J.H. 1999. **Bioestatistical Análisis**. Prentice Hall, N.Y. 718pp.

ANEXO



Anexo I. Densidad acumulativa de todos los opistobranquios encontrados en la zona submareal de Punta Gringa, Bahía de Los Angeles, B.C., de 1992 a 1995.