



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Composición, abundancia y distribución de la
comunidad de medusas (Cnidaria) en la Bahía de
Banderas, Nayarit-Jalisco, México en marzo de
2005.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A

Sandra Angélica Zedillo Avelleyra



DIRECTORA DE TESIS
Dra. María Ana Fernández Álamo

2015

Ciudad Universitaria, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de datos del jurado

Datos del alumno (a)

Zedillo

Avelleyra

Sandra Angélica

56320553

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

307131814

Datos del tutor

Dra.

María Ana

Fernández

Álamo

Datos del sinodal 1

Dr.

César Eduardo

Flores

Coto

Datos del sinodal 2

Dra.

Laura Elena

Sanvicente

Añorve

Datos del sinodal 3

Dra.

María de la Luz

Espinosa

Fuentes

Datos del sinodal 4

Dr.

Gerardo

Rivas

Lechuga

Datos del trabajo escrito

Composición, abundancia y distribución de la comunidad de medusas (Cnidaria) en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México en marzo de 2005.

92 pp

2015

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
HIPÓTESIS	5
OBJETIVOS	6
General	6
Particulares	6
ÁREA DE ESTUDIO	6
Circulación superficial	8
El Niño	12
MATERIAL Y MÉTODO	14
Trabajo de campo	14
Trabajo de laboratorio	16
Trabajo de gabinete	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
Hidrología	19
Composición específica durante marzo de 2005	23
Distribución y abundancia de las especies dominantes en marzo de 2005	27
<i>Obelia</i> sp. Péron y Lesueur, 1810	27
<i>Aglaura hemistoma</i> Péron y Lesueur, 1810	29
<i>Amphinema dinema</i> Péron y Lesueur, 1810	30
<i>Clytia hemisphaerica</i> Linneaus, 1767	30
<i>Rhopalonema velatum</i> Gegenbaur, 1857	32
<i>Liriope tetraphylla</i> Chamisso y Eysenhardt, 1821	32
Caracterización ecológica de la comunidad de medusas en marzo de 2005	33
Cambios temporales de la comunidad de medusas en Bahía de Banderas	37
Distribución y abundancia de las medusas en la Bahía de Banderas durante seis periodos	44
Asociaciones de las comunidades de medusas	55
Relación de la comunidad de medusas con parámetros ambientales	60
CONCLUSIONES	67
LITERATURA CITADA	68
ANEXO 1. Distribución de las medusas en la Bahía de Banderas en marzo, 2005.	80
ANEXO 2. Fotografías de las medusas de la Bahía de Banderas en marzo, 2005.	90

RESUMEN

Este trabajo tuvo como finalidad analizar la estructura de la comunidad de medusas en la Bahía de Banderas en el mes de marzo de 2005 y retomar cinco estudios previos (Aranda-Rodríguez, 2008; Roa-Venicio, 2011; Argudín-Violante, 2012; Fernández-Álamo *et al.*, 2013) para determinar los principales factores que afectan dicha comunidad en tiempo y espacio. Las muestras de zooplancton fueron obtenidas por medio de arrastres con una red de plancton de 0.5 m de diámetro y 1.5 m de largo, con apertura de malla de 505 μm en 18 estaciones en la Bahía de Banderas y las aguas adyacentes, las muestras se fijaron en formaldehído al 4%. En cada estación se registró la temperatura del mar ($^{\circ}\text{C}$). La comunidad de medusas fue descrita conforme a su composición específica, densidad ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$), frecuencia de aparición, riqueza, diversidad, dominancia y equitatividad. Se llevó a cabo el cálculo de distancias euclídeanas para identificar posibles grupos de asociación en cuanto a la composición y densidad de medusas. Además se realizaron pruebas de correlación de Spearman con el fin de reconocer los factores determinantes en la distribución de las medusas. La temperatura superficial del mar (TSM) durante marzo de 2005 osciló entre 23 $^{\circ}\text{C}$ (al oeste de la Bahía) y 25.5 $^{\circ}\text{C}$ (al norte). El promedio de TSM para el mismo periodo en la base de datos COBE SST (23.06 $^{\circ}\text{C}$) mostró que fue un mes más frío de lo normal, en contraste con los demás periodos analizados (ene-03, mar-03, jul-03, oct-03 y oct-04), en los que se registraron valores de temperatura por encima de sus promedios. La comunidad de medusas estuvo formada por cuatro órdenes, 16 familias, 21 géneros y 19 especies. Los seis taxones dominantes según la asociación de Olmstead-Tukey fueron *Obelia* sp., *Aglaura hemistoma*, *Amphinema dinema*, *Clytia hemisphaerica*, *Rhopalonema velatum* y *Liriope tetraphylla*, éstos suman más del 90% de la abundancia total. La mayor densidad de medusas se registró en una estación costera cercana a la boca de la laguna El Quelele, mientras que la mayor riqueza se presentó en una estación nerítica cerca de las islas Marietas. Tomando en cuenta los seis periodos se obtuvieron tres grupos de asociación de estaciones en la Bahía: 1.- Costero, caracterizado por las mayores densidades y la abundancia de *L. tetraphylla*, 2.- Boca, en donde *A. hemistoma* fue la especie dominante y 3.- Central, que parece ser la intersección entre los dos anteriores por su composición. El periodo de mayor densidad fue enero de 2003, lo cual coincide con un fuerte fenómeno de El Niño. En cuanto a los factores físicos y su relación con la comunidad de medusas en la Bahía de Banderas, la distancia a la costa es el principal agente que la afecta, ya que en las estaciones cercanas a la costa se encontró la mayor riqueza y diversidad de medusas.

INTRODUCCIÓN

El phylum cnidaria cuenta con alrededor de 11 000 especies (Brusca y Brusca, 2003) de gran diversidad morfológica que incluye a las medusas, los sifonóforos, las anémonas y los corales. Tradicionalmente, se divide en cuatro clases: Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa y Anthozoa. Aunque por medio de estudios morfológicos y moleculares (Bridge *et al.*, 1995), estructura de su genoma (Bridge *et al.*, 1992) y secuencias de DNA (Collins, 2002) se ha apoyado la distinción entre Medusozoa (Hydrozoa, Scyphozoa y Cubozoa) y Anthozoa como grupos monofiléticos dentro del phylum.

La principal diferencia entre antozoos y medusozoos es que estos últimos presentan un estadio de medusa planctónica en su ciclo de vida, mientras que los antozoos permanecen como pólipos, en el bentos. Sin embargo, en ambos grupos se mantiene el mismo plan corporal básico. Son metazoos acelomados con simetría radial o birradial a partir de un eje oral-aboral. Poseen sólo dos capas celulares, la epidermis de origen ectodérmico y la gastrodermis de origen endodérmico, con una matriz extracelular gelatinosa entre ellas: la mesoglea. Cuentan con un sistema nervioso reticulado y en su única cavidad corporal, llamada gastrovascular, se llevan a cabo la digestión, la expulsión de desechos y el intercambio gaseoso, por lo que la única abertura funciona como boca y ano, y está rodeada por un número variable de tentáculos.

En los tentáculos es donde se encuentran las estructuras que le dan nombre al phylum: los cnidocistos. Éstos son estructuras subcelulares con función adhesiva o urticante, existen tres tipos: los nematocistos, los espirocistos y los pitocistos (Cairns y Fautin, 2009). Los únicos que se presentan en todo el phylum son los nematocistos, cuya función es urticante, ya que cuentan con un filamento proyectable perforante que inyecta una toxina para inmovilizar a su presa o como defensa (Segura-Puertas y Rodríguez-Martínez, 2007).

Este trabajo se enfoca particularmente en la fase planctónica de los cnidarios: las medusas. Pertenecen al plancton ya que viven en la columna de agua y sus movimientos horizontales dependen mayormente del movimiento de las masas de agua o corrientes (Castro y Huber, 2008). Las medusas poseen ciclos de vida que dan lugar

a grandes florecimientos temporales, debido a que la mayoría cuenta con un pólipo béntico capaz de reproducirse de manera asexual en condiciones favorables.

Las medusas son ecológicamente importantes debido a que se alimentan de diversos grupos de zooplancton, mayormente de crustáceos, como copépodos, cladóceros, anfípodos y larvas de decápodos, aunque también se han reportado otras presas como quetognatos, apendicularias, rotíferos, protozoos, larvas de moluscos, ascidias, poliquetos, huevos de invertebrados e ictioplancton (huevos y larvas de peces) (Sullivan y Kremer, 2011). A su vez, las medusas son presas de crustáceos, calamares y vertebrados como peces, tortugas, aves y mamíferos (Ates, 1988, 1991; Purcell, 1997; Arai, 2005).

En los últimos años se han detectado aumentos poblacionales de medusas que afectan distintas actividades humanas. En la pesca, las poblaciones de peces pueden ser afectadas directamente por medusas capaces de alimentarse de ictioplancton (huevos y larvas de peces) y peces juveniles (Purcell, 1985; Purcell y Arai, 2001), causando pérdidas económicas (Lynam *et al.*, 2006). Además, los grandes grupos de medusas pueden romper o atascar las redes de pesca estropeando la calidad de la captura (Uye y Ueta, 2004; Uye, 2008). También producen daños en los cultivos de peces, cuando se instalan jaulas en el mar o en estuarios, las aberturas de las jaulas permiten la entrada de pequeñas medusas o los tentáculos de las medusas grandes, las cuales causan heridas en las branquias de los peces, provocándoles la muerte por asfixia (Baxter *et al.*, 2011). El turismo es otro sector afectado debido a las molestias o heridas que causan las picaduras de medusas en los nadadores de los mares cálidos alrededor del mundo (Fenner y Williamson, 1996; Burnett, 2001). En las plantas de desalinización e hidroeléctricas, las entradas del agua son bloqueadas por grandes cantidades de medusas causando daños económicos por mantenimiento y falta de productividad (Kaneda *et al.*, 2007).

Se han observado diversos factores que se relacionan con aumentos de los florecimientos de medusas. Altas abundancias de algunas medusas en zonas templadas se han asociado con elevaciones en la temperatura (Purcell, 2005). La eutroficación, debido a las grandes cantidades de nutrientes genera mayores concentraciones de biomasa que favorecen la reproducción tanto de los pólipos como

de las medusas (Lucas, 2001; Stibor y Tokle, 2003), además, los sistemas costeros eutrofizados con altos niveles de nitrógeno y fósforo propician comunidades dominadas por flagelados y medusas (Nagai, 2003). La pesca también favorece a las poblaciones de medusas, eliminando tanto especies depredadoras (Arai, 2005) como competidoras (Purcell y Sturdevant, 2001), ya que la dieta de las medusas es muy similar a la de las larvas de peces e incluso a la de algunos peces adultos.

Existe poca información con respecto a las medusas del Pacífico central mexicano, por lo que estudiar a estos organismos en un sistema como la Bahía de Banderas, en donde confluyen diversas corrientes y masas de agua, además de contar con una topografía que genera una gran variedad de ambientes puede aportar datos importantes para entender los factores que determinan su presencia. Por ello, en el presente trabajo se continúa con el análisis de una serie de muestreos llevados a cabo en distintos periodos en el área de Bahía de Banderas desde 1989.

ANTECEDENTES

Existen trabajos referentes a las medusas desde el siglo XIX, en el que se llevaron a cabo grandes expediciones oceanográficas. Agassiz (1862) publicó los primeros estudios sobre medusas recolectadas dentro de aguas mexicanas (costa occidental) a bordo del *Albatross*. Posteriormente, Agassiz y Mayer (1902) recolectaron y determinaron las hidromedusas en el Pacífico oriental tropical. A estas publicaciones les siguieron importantes trabajos sobre sistemática y distribución geográfica de Bigelow (1909 y 1940), Mayer (1910) y Kramp (1928, 1953, 1961, 1965 y 1968). La variación del zooplancton gelatinoso en el Pacífico oriental tropical ha sido estudiada principalmente por Alvaríño (1965, 1969, 1975 y 1977), Segura-Puertas (1980, 1984, 1991) y Rodríguez-Sáenz *et al.* (2012), en dichas publicaciones destacan la distribución geográfica y batimétrica, confluencias faunísticas, abundancias estacionales, la relación de la distribución con las masas de agua, surgencias, lluvias, concentración de oxígeno, temperatura y aportes terrígenos de nutrientes.

En el Pacífico mexicano se cuenta con los trabajos de Álvarez-León (1978), Fernández-Álvarez (1981), Fernández-Álamo (1989, 1998), Lavaniegos *et al.* (2010) y Segura-Puertas *et al.* (2010), en los cuales se menciona la relación entre la abundancia

y composición del zooplancton gelatinoso con las lluvias, contaminantes, surgencias, patrones de circulación y profundidad. Aunque, al parecer la profundidad en zonas costeras del Pacífico mexicano no es un factor importante para la distribución de las medusas, probablemente debido a que la plataforma continental es demasiado estrecha (Segura-Puertas *et al.*, 2010). En 2003, Segura-Puertas *et al.* realizaron un inventario de las especies de medusas en México, el cual constaba hasta ese año de un total de 161 especies, de las cuales 86 se registraron en el Pacífico. Posteriormente, Gasca y Loman-Ramos (2014) actualizaron la información de los medusozoos en México, cuyo número total de especies llegó a 289, 183 medusas y 106 sifonóforos. A pesar de la escasez de estudios en el Pacífico mexicano, éste cuenta con 98 especies de medusas.

Franco-Gordo (2009), llevó a cabo un proyecto en el que se determinó la abundancia, composición específica y distribución de distintos grupos de zooplancton recolectados en cinco áreas marinas prioritarias en los estados de Jalisco y Colima: Bahía Banderas, Mismaloya-Punta Soledad, Chamela-El Palmito, Punta Graham-El carrizal y Cuyutlán-Chupadero. Se obtuvieron cuatro bases de datos: crustáceos, medusas, larvas de peces y quetognatos. En cuanto a las medusas, se identificaron 23 especies, siendo las más abundantes *Aglaura hemistoma*, *Solmundella bitentaculata*, *Liriope tetraphylla*, *Pelagia noctiluca* y *Rhopalonema velatum*, además se observó que existen mayores abundancias cerca de las desembocaduras de los principales ríos.

Particularmente, en la Bahía de Banderas se han realizado diversos estudios referentes al zooplancton, se cuenta con los trabajos de Lora-Jaimes (1998), Fernández-Álamo (2000) en los que se analiza de manera general la distribución y abundancia del zooplancton, Fernández-Álamo identificó 28 especies de medusas en la Bahía. Los trabajos enfocados sólo a las medusas vinieron años después con la tesis de Aranda-Rodríguez (2008), quien registra la abundancia y distribución de 27 especies de medusas en la Bahía de Banderas, en el mes de enero de 2003. Las especies dominantes fueron *A. hemistoma*, *L. tetraphylla*, *S. bitentaculata* y *R. velatum* y hubo cinco nuevos registros para el Pacífico mexicano (*Amphinema dinema*, *Clytia hemisphaerica*, *Kantiella enigmatica*, *Porpita porpita* y *Vannuccia forbesii*). Además, se

encontró mayor riqueza en las zonas menos profundas de la Bahía, mientras que la mayor abundancia fue en el área más profunda.

Roa-Venicio (2011) igualmente analizó la abundancia y distribución de las medusas en Bahía de Banderas, comparando dos periodos: marzo y octubre de 2003. En marzo encontró mayor riqueza, mientras que octubre presentó mayor diversidad. Determinó 20 nuevos registros para la Bahía de Banderas y cuatro para el Océano Pacífico (*Hidractinia tournieri*, *Lizzia blondina*, *Tamnostoma tenellum* y *Octophialucium funerarium*). Detectó que de manera general, existen mayores abundancias en zonas someras cercanas a la costa, islotes y esteros.

Finalmente, Argudín-Violante (2012) completa la información de la variación estacional de las medusas en la Bahía de Banderas durante el ciclo anual de 2003, analizando muestras de julio de 2003. Determinó 21 especies, de las cuales seis fueron nuevos registros: *Octophialucium haeckeli* para el Océano Pacífico, *Stauridiosarsia producta* y *Eutima mira* para el Pacífico mexicano, y *Lizzia gracilis*, *Ectopleura dumortierii* y *Proboscidactyla ornata* para Bahía de Banderas. Observó que la densidad de organismos más alta ocurrió en enero, seguido de octubre, marzo y julio, en ese orden. Además, encuentra más riqueza hacia zonas costeras de la Bahía, al igual que Aranda-Rodríguez (2008). La mayor abundancia también se presentó en estaciones costeras como menciona Roa-Venicio (2011).

HIPÓTESIS

Si la comunidad de medusas en el área de Bahía de Banderas, México responde en términos de su riqueza, abundancia y/o distribución a los cambios en la temperatura superficial del mar, la distancia de la costa o la estacionalidad, entonces será posible detectar patrones de distribución espacio-temporales para este grupo de cnidarios en dicha área.

OBJETIVOS

General

Determinar la composición, abundancia y distribución de la comunidad de medusas en la Bahía de Banderas Nayarit-Jalisco, México en marzo de 2005 y comparar dicha comunidad con cinco periodos previos.

Particulares

1. Calcular la diversidad, equitatividad y dominancia de la comunidad de medusas de la Bahía de Banderas en marzo de 2005.
2. Analizar la relación de la composición y la abundancia de las medusas encontradas en seis periodos con variables como: la temperatura superficial del mar, la distancia de la costa y la temporada de muestreo.
3. Identificar si existe algún patrón de distribución espacio-temporal en la comunidad de medusas del área de Bahía de Banderas utilizando datos de seis periodos muestreados.

ÁREA DE ESTUDIO

Bahía de Banderas se localiza entre las coordenadas geográficas 20° 15'-20° 47' N y 105° 15'-105° 42' O, en la parte centro-oeste de México y pertenece a la provincia oceanográfica "Entrada del Golfo de California" delimitada desde Cabo San Lucas hasta Cabo Corrientes (Fig. 1) (Cano y Tovilla, 1991). Esto la ubica justo al límite sur del sistema que conforma al Golfo de California, el cual se caracteriza por sus altos niveles de nutrientes, aguas poco profundas y fuertes corrientes que convergen al norte del Golfo, haciéndolo una de las regiones marinas con mayor productividad en el mundo (Brusca *et al.*, 2005).

La boca de la Bahía va desde Punta de Mita, al norte, hasta Cabo Corrientes, al sur, siendo la distancia entre ambos puntos cerca de 44 km (Fig. 2). Su jurisdicción es compartida por los municipios de Bahía de Banderas, en Nayarit y, Cabo Corrientes y Puerto Vallarta, en Jalisco. Es la tercera bahía natural más grande del país con una superficie de alrededor de 987 km² y una línea costera de aproximadamente 115 km (Ramírez y Cupul-Magaña, 1999). Constituye una zona prioritaria, ya que desde el

norte y a lo largo de la boca de la bahía se extiende el Parque Nacional Archipiélago de las Marietas, conformado por dos islas y varios islotes (Comisión Nacional de Áreas Protegidas, 2007).

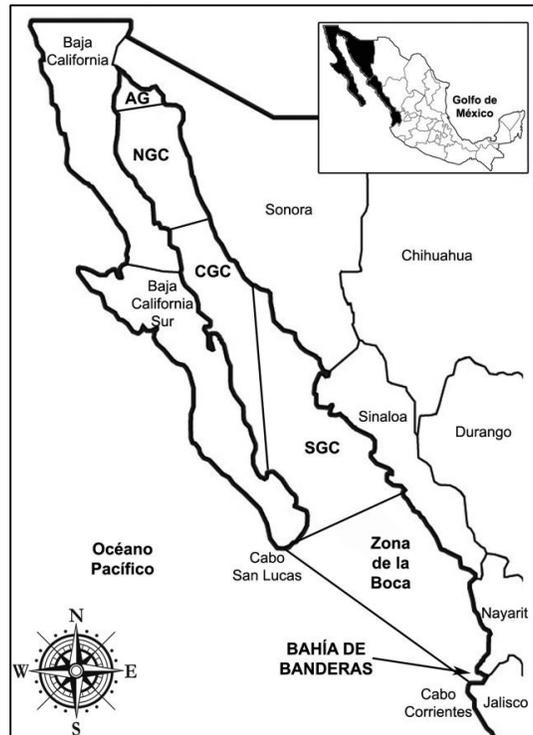


Figura 1. Regiones faunísticas del Golfo de California. (AG) Reserva de la biósfera, alto Golfo de California, (NGC) norte del Golfo de California, (CGC) centro del Golfo de California y (SGC) sur del Golfo de California. Modificado de Brusca *et al.* (2005).

El clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano (SEDESOL, 2009). La costa sur de la Bahía, cerca de Cabo Corrientes es acantilada y más al sur se encuentran montañas de hasta 1000 m de altura, lo cual genera cierta variación en la precipitación total anual (1000-2000 mm), que es mayor en las zonas montañosas. La temperatura media anual es mayor en la zona norte (26-28 °C) que hacia el sur (24-26 °C) (Pompa-Mansilla, 2007).

En Bahía de Banderas desembocan ríos como Ameca (en la división entre Nayarit y Jalisco), Cuale, Quimixto, Yelapa y Mismaloya, entre otros. La Bahía posee una batimetría particular ya que cuenta con un área somera (<200 m) al norte y con una estructura profunda, identificada como un cañón en la zona sur, frente a las costas de Quimixto y Yelapa, cuya fosa rebasa los 1400 m de profundidad (Fig. 2) (Álvarez, 2007).

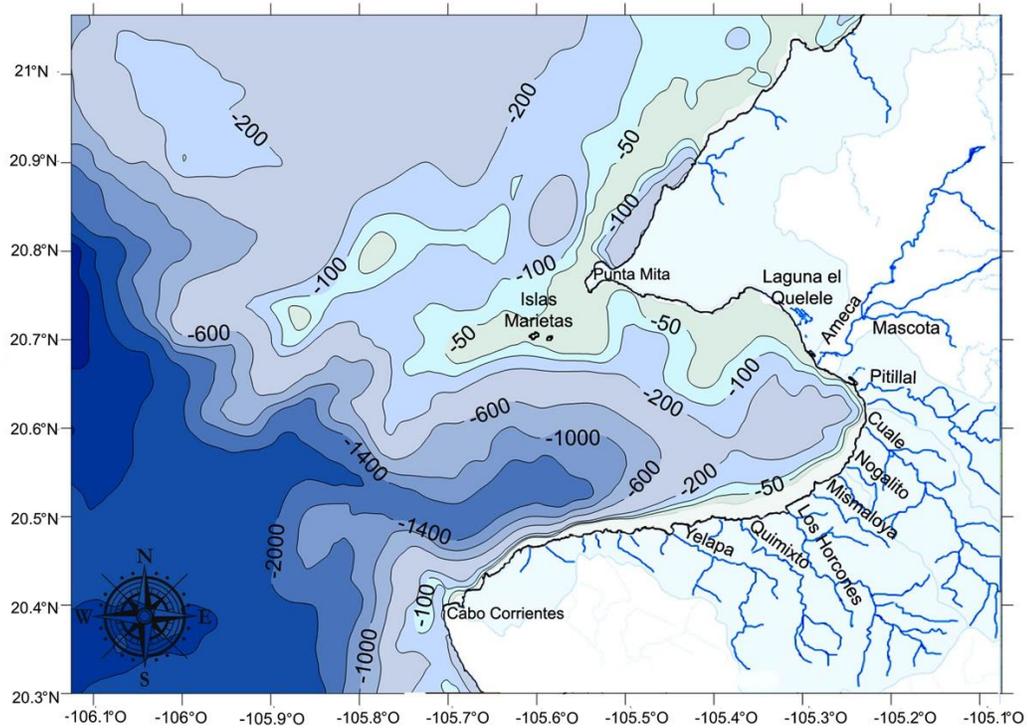


Figura 2. Hidrografía y batimetría de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México.

Circulación superficial

La zona de estudio pertenece al Pacífico Nororiental Tropical, cuya circulación superficial cambia de manera estacional con los vientos. Los vientos predominantes durante invierno y primavera provienen del norte, lo cual genera que la Corriente de California (CC) alcance su máxima fuerza. La CC fluye hacia el sur por la costa de Norteamérica hasta Baja California, en donde gran parte del flujo gira hacia el oeste y la parte restante continúa hacia el sureste por la costa mexicana, aunque de enero a abril, es capaz de penetrar hasta el trópico (Fig. 3). Mientras que en verano y otoño, de junio a diciembre, los vientos cambian de dirección hacia el norte. La CC pierde fuerza y se forma la Contracorriente Norecuatorial (CCNE) en dirección al este hacia la costa de Centroamérica, en donde comienza la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) la cual fluye hacia el norte hasta el Golfo de Tehuantepec. Frente a la costa de Oaxaca, surge como un flujo subsuperficial hacia el polo, la Corriente Costera Mexicana (CCM) la cual toma fuerza, alcanza la superficie y recorre la costa mexicana hasta la entrada del Golfo de California (Kessler, 2006). En verano y durante eventos El Niño es cuando la

CCM alcanza su mayor velocidad y transporta agua de tipo superficial ecuatorial al Golfo de California (Lavín *et al.*, 2006).

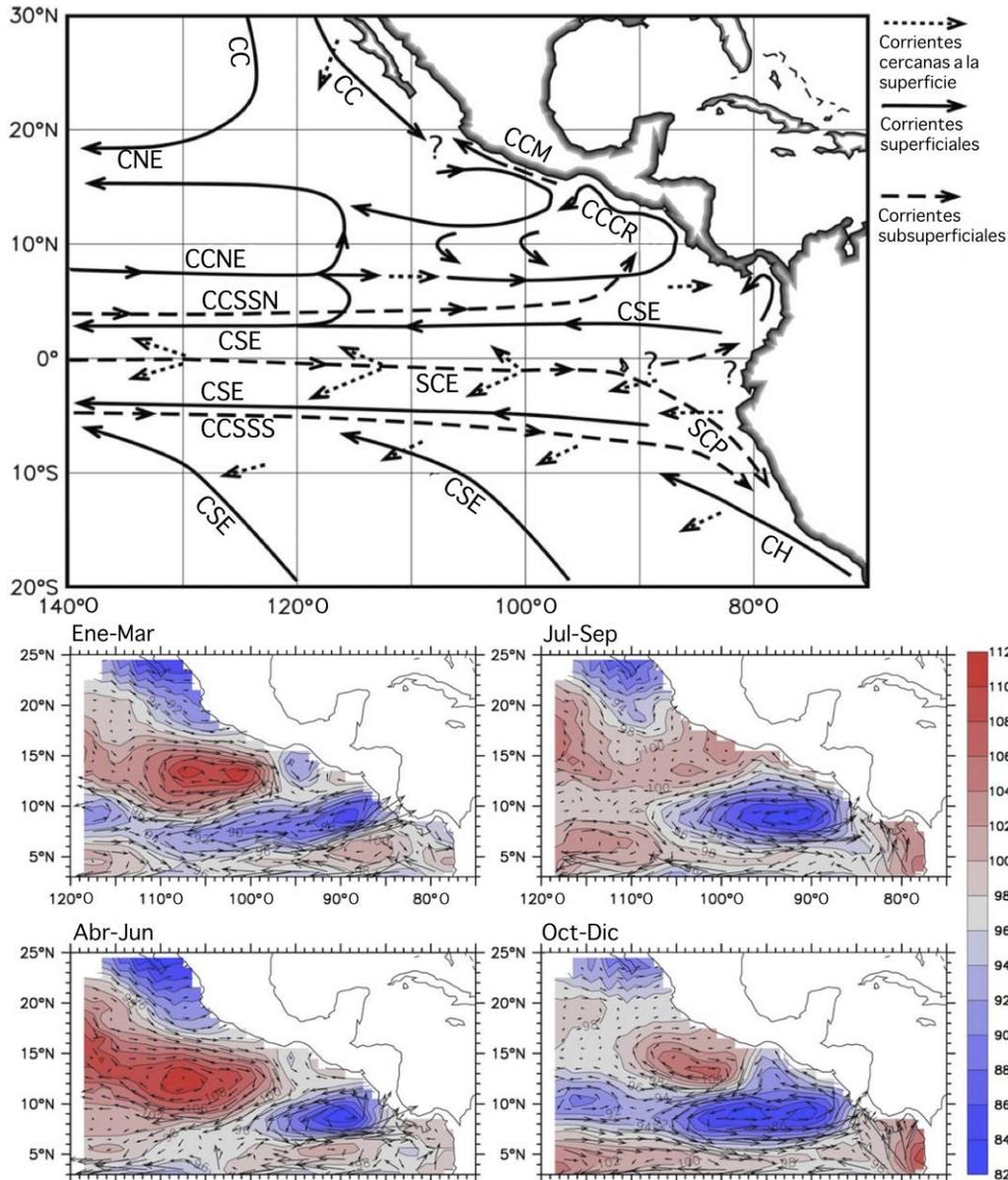


Figura 3. Patrón de circulación general en el Pacífico oriental tropical (arriba). CC= Corriente de California, CNE= Corriente Norecuatorial, CCNE= Contracorriente Norecuatorial, CSE= Corriente Surecuatorial, CCCR= Corriente Costera de Costa Rica, CH= Corriente de Humboldt, SCE= Subcorriente Ecuatorial, CCSSN/S= Contracorriente Subsuperficial del Norte y Sur, CCM= Corriente Costera Mexicana, SCP= Subcorriente Peruana. (abajo) Ciclo anual de corrientes superficiales y alturas dinámicas. Tomado de Kessler (2006).

La Bahía de Banderas forma parte del Pacífico Central Mexicano (PCM), considerado por Pantoja *et al.* (2012) como la zona alrededor de la entrada al Golfo de California, entre Cabo Corrientes y Cabo San Lucas (15-25° N). Esta área se encuentra bajo la influencia de la CC, la CCM y la Corriente del Golfo de California (CGC). Dichas corrientes generan la convergencia de aguas de origen subártico de la CC, superficiales ecuatoriales (CCM) y la masa de agua con alta salinidad del Golfo de California. La confluencia de estas masas de agua propicia la formación de remolinos (Lavín *et al.*, 2006). Pantoja *et al.* (2012) describen un ciclo semianual completo de la circulación en el PCM en verano. En dicho ciclo es posible observar que la CC y CCM, al encontrarse generan un remolino ciclónico, pero cuando se presenta el flujo hacia el sur de la CGC y la CCM se encuentra más lejos de la costa, se genera un remolino anticiclónico (Fig. 4). Godínez *et al.* (2010) observaron que la presencia de El Niño genera un remolino anticiclónico en el área, además de un flujo hacia el norte por la costa occidental de la península de Baja California.

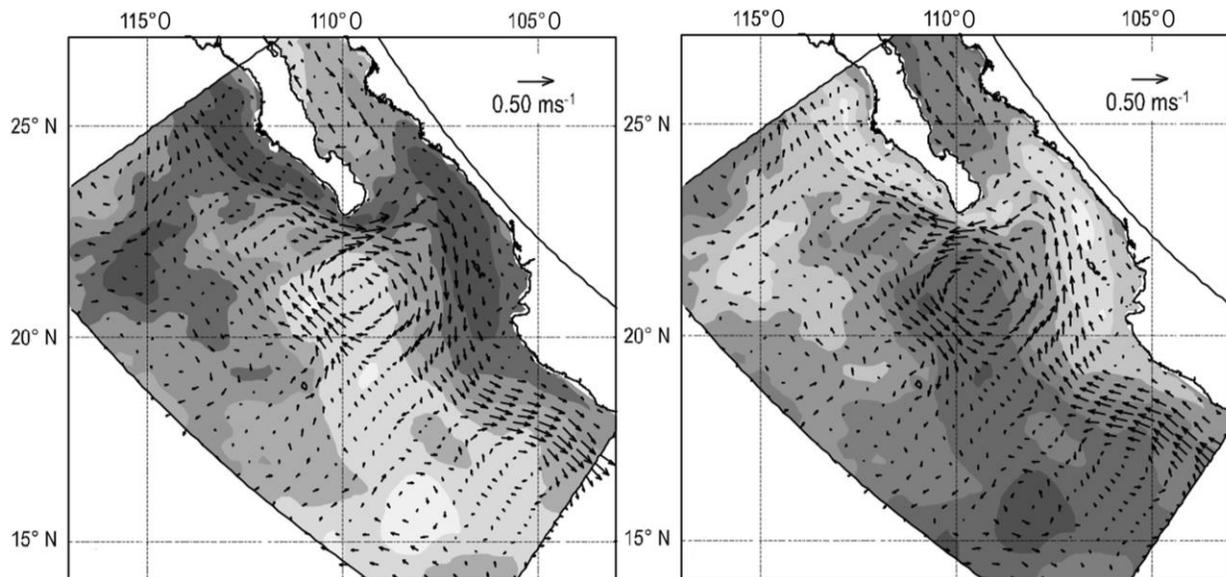


Figura 4. Anomalías de TSM y campos de velocidad observados en el remolino ciclónico (izq.) y anticiclónico (der.) en la entrada del Golfo de California. Tomado de Pantoja *et al.* (2012).

Particularmente, los patrones de circulación dentro de la Bahía de Banderas fueron descritos por Salas-Pérez y Cupul-Magaña (2005) con base en medidas indirectas tomadas durante aproximadamente cinco años (verano de 1997- invierno de 2002) con los cuales concluyen que existen dos patrones a lo largo del año en el área:

el primero (febrero-julio) presenta una entrada de agua en la parte norte que viaja hacia el sur siguiendo un patrón anticiclónico y la salida se da en la parte sur de la boca, el segundo (agosto-diciembre) es en reversa, es decir, el flujo entrante ocurre al sur y recorre la Bahía con un giro ciclónico para salir en la parte norte de ésta.

Por otro lado, Plata *et al.* (2006) obtuvieron un patrón totalmente distinto por medio de lances de CTD ondulante en abril de 2001, ya que detectaron que la circulación en primavera consiste en un flujo de agua oceánica que entra a la bahía por Cabo Corrientes, se desplaza hacia el este y se divide en dos a 10 km de la boca. La primera división fluye hacia el norte y presenta un giro ciclónico al sur de las islas Marietas para salir de la bahía. La segunda corriente que se forma es más fuerte y continúa hacia el este, más allá del punto de divergencia, fluye por la costa este y norte de la bahía, pasa entre Punta Mita y las islas Marietas para finalmente salir a mar abierto (Fig. 5).

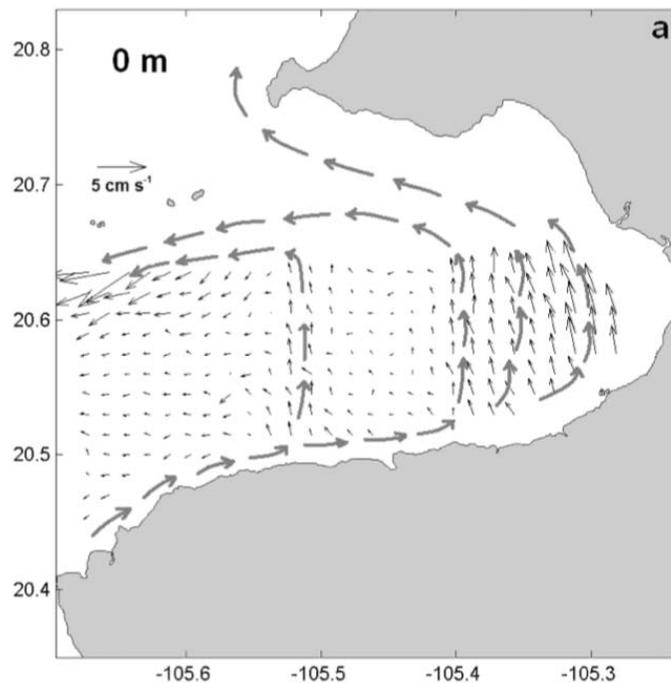


Figura 5. Patrón general de circulación superficial en Bahía de Banderas en primavera. Tomado de Plata *et al.* 2006.

El Niño

En condiciones “normales”, el Pacífico Tropical cuenta con la influencia de los vientos alisios, en dirección oeste, que transportan el agua tropical de mayor temperatura hacia la zona oeste del Pacífico, en donde el aire caliente propicia la formación de nubes y por tanto grandes precipitaciones. Mientras tanto, en el este, cuyas temperaturas son menores, las masas de agua caliente y fría se mezclan produciendo surgencias y con ellas, gran productividad frente a las costas de Perú (Webster, 1994). No obstante, cuando los vientos alisios se debilitan, el agua caliente del Pacífico Tropical se dispersa en el Ecuador, lo cual propicia la formación de nubes que generan grandes precipitaciones en la región, en donde normalmente llueve poco (Perú, Ecuador) y viceversa, en donde llueve frecuentemente, se presentan sequías (Indonesia, norte de Australia) (Magaña y Morales, 2004).

Los efectos de El Niño se presentan en diversos países y México no es la excepción, ya que en años de El Niño, prácticamente desaparece la influencia del agua fría de la Corriente de California y a la vez, crece la alberca cálida que se presenta frente a las costas de Guerrero y Michoacán (Fig. 6). Particularmente, en la entrada del Golfo de California la señal de El Niño es clara, ya que en invierno (diciembre-marzo) las isothermas se presentan casi paralelas al Ecuador, en primavera (abril-junio) se intensifica el frente entre las aguas tropicales y las de la Corriente de California, para que finalmente en verano (julio-octubre) las isothermas queden alineadas meridionalmente con temperaturas superiores a 25 °C. Sin embargo, en un año de El Niño (1992) se presentaron anomalías en la temperatura superficial de hasta 4 °C, lo cual resultó en afectaciones en la productividad de la región por cambios en las poblaciones de especies comerciales en términos de su abundancia y distribución (Trasviña *et al.*, 2004).

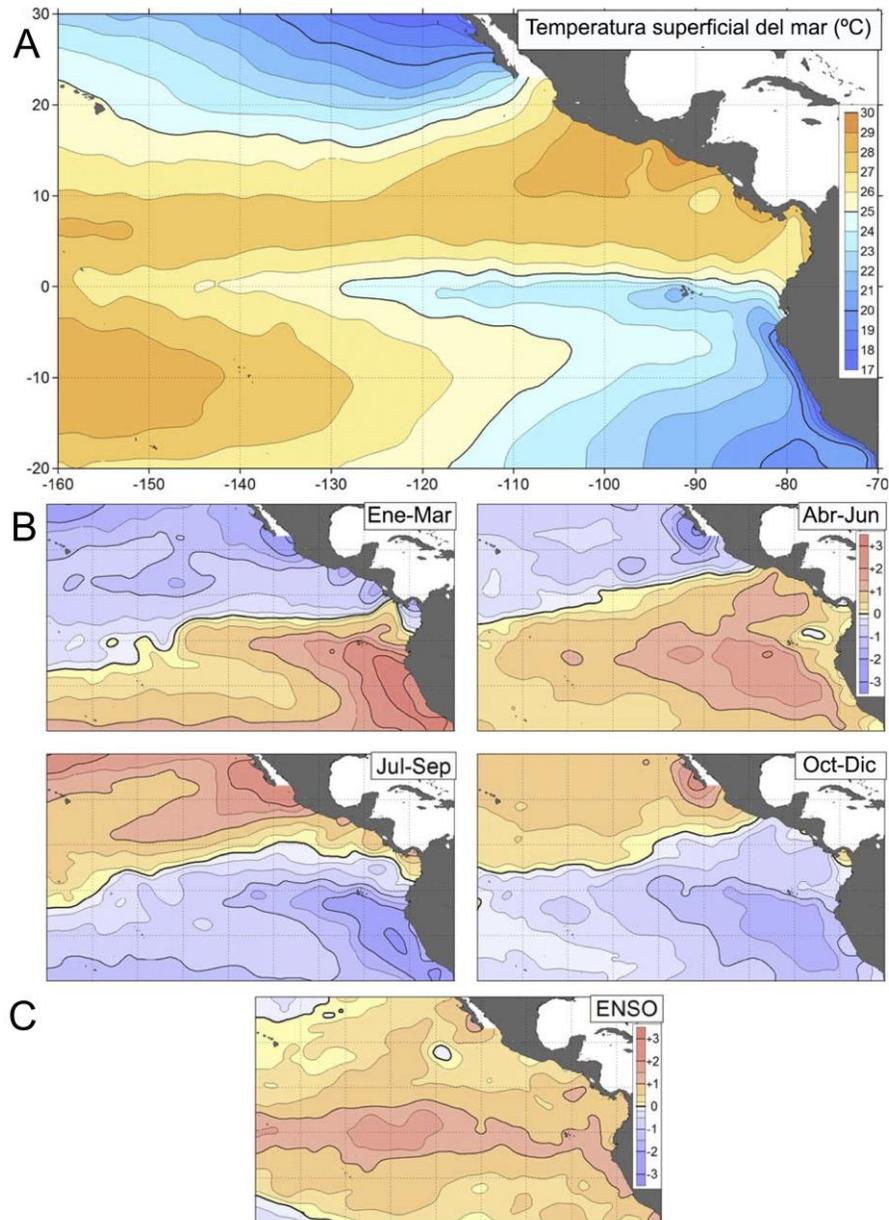


Figura 6. Variaciones interanuales en el Pacífico Oriental Tropical. A) Media de la temperatura superficial del mar (°C). B) Anomalías promedio de la TSM (°C). C) Anomalía de TSM (°C) durante un evento El Niño. Tomado de Fiedler y Talley (2006).

También conocido como ENSO (por sus siglas en inglés El Niño/Southern Oscillation), El Niño es el fenómeno atmosférico-oceánico más importante, debido a su impacto en la variación climática global en escalas de tiempo intra e interanual (Wolter y Timlin, 2011). Se le conoce como “El Niño” debido a que comúnmente se presenta en las costas peruanas después de Navidad, llevando lluvias a lugares desérticos y los

años en que ocurría eran conocidos como años de abundancia. Y “*Southern Oscillation*” se refiere a las fluctuaciones de presión entre el Océano Índico y el Pacífico Oriental Tropical, ya que cuando la presión es alta en el Pacífico, ésta tiende a bajar en el Océano Índico. Walker y Bliss (1937) describen la Oscilación del Sur como un fenómeno multivariado, considerando la temperatura del aire, precipitación y la presión a nivel del mar. Sin embargo, se han creado distintos índices basados en una sola variable para medir la ocurrencia de este fenómeno, como el Índice de la Oscilación del Sur (SOI) definido por Troup (1965) como una diferencia de presión a nivel del mar entre Tahití y Darwin o el de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 (Barnston *et al.*, 1997).

Por otro lado, encontramos el Índice Multivariado del Niño (MEI) que fue definido por Wolter y Timlin (1993, 1998), retomando algunas de las variables consideradas anteriormente por Walker, pero en un solo componente. Los autores consideraron los siguientes campos de observación: presión a nivel del mar, vientos zonales y meridionales, temperatura superficial del mar, temperatura del aire cerca de la superficie y nubosidad. Obtuvieron los datos del COADS (Worley *et al.*, 2005) para el periodo base de 1950-1993.

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

La obtención de las muestras se realizó en el área de Bahía de Banderas. Se ubicaron 18 estaciones (Tabla 1) tanto al interior como en aguas adyacentes a la Bahía (Fig. 7). En cada estación se llevó a cabo un arrastre superficial en círculo durante 20 minutos a una velocidad promedio de 5 nudos con una red estándar, de 1.5 m de largo, boca de 0.5 m de diámetro y abertura de malla de 505 μm . Se midió la temperatura superficial del mar con un multisensor YSI Modelo 63. Las muestras obtenidas fueron fijadas en formaldehído al 4%, neutralizado con borato de sodio y finalmente fueron depositadas en la colección del Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.

Estación	Latitud N	Longitud O
1	20° 24.820	105° 42.257
2	20° 29.440	105° 43.504
3	20° 32.972	105° 43.109
4	20° 33.380	105° 43.001
5	20° 38.471	105° 41.000
6	20° 44.509	105° 36.503
7	20° 45.900	105° 30.300
8	20° 43.000	105° 33.200
9	20° 38.600	105° 32.200
10	20° 34.500	105° 34.300
11	20° 34.162	105° 25.388
12	20° 32.536	105° 21.466
13	20° 37.338	105° 14.320
14	20° 39.954	105° 16.209
15	20° 44.496	105° 21.507
16	20° 44.492	105° 46.491
17	20° 43.763	105° 50.493
18	20° 53.432	105° 28.434

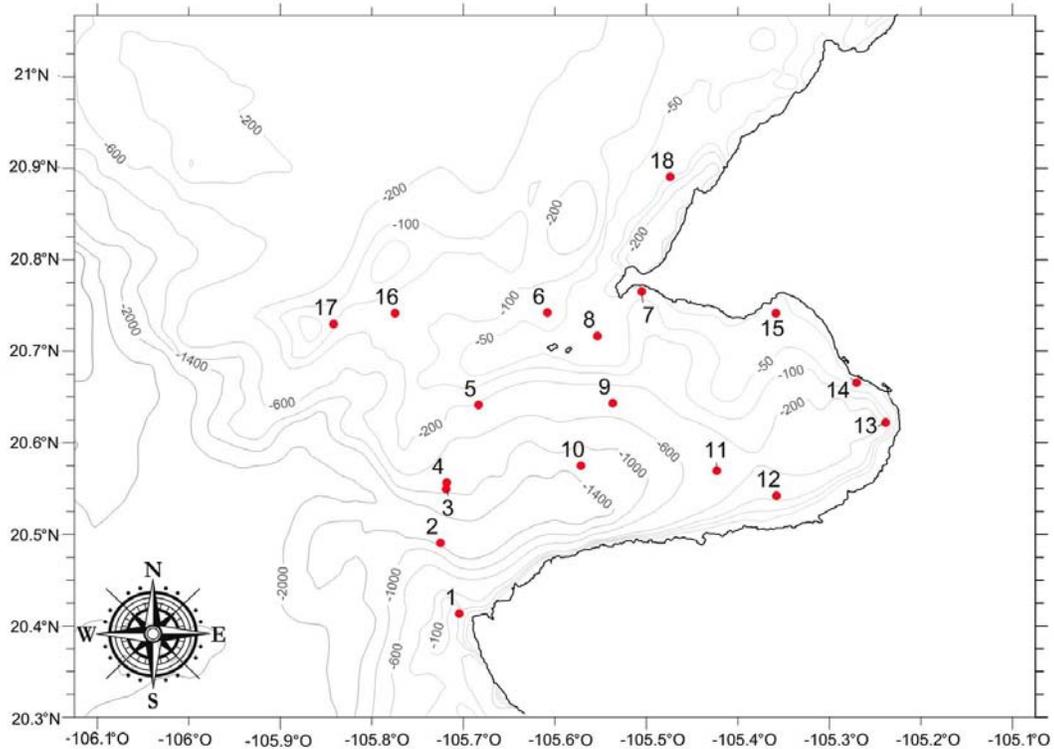


Figura 7. Ubicación de las 18 estaciones de muestreo. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México.

Trabajo de laboratorio

Se llevó a cabo la separación y el conteo de las medusas del total de la muestra. La identificación taxonómica se fundamentó en los trabajos de Russell (1953), Segura-Puertas (1984), Bouillon (1999) y Bouillon y Boero (2000). Posteriormente, se tomaron fotografías en el Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad del Instituto de Biología de la UNAM y en el Laboratorio de Interacción Planta-Animal del Instituto de Ecología de la UNAM.

Trabajo de gabinete

Se utilizaron datos de temperatura superficial del mar (TSM) tomada *in situ* durante seis periodos en la Bahía de Banderas (enero, marzo, julio y octubre de 2003, octubre de 2004 y marzo de 2005). Para complementar los datos históricos de TSM del área, se obtuvieron datos mensuales de la base de datos global COBE SST (NOAA, 2014). En el programa SPSS v.20 se compararon ambas bases de datos con una prueba de *t* de Student. Posteriormente, con los datos de COBE se realizó un análisis de correlación de Spearman y una prueba de regresión lineal para observar alguna tendencia de la TSM a través del tiempo.

Se utilizaron las bases de datos de medusas de la Bahía de Banderas del Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Los datos corresponden a cinco periodos estudiados previamente: enero de 2003 (Aranda-Rodríguez, 2008), marzo y octubre de 2003 (Roa-Venicio, 2011), julio de 2003 (Argudín-Violante, 2012) y octubre de 2004 (Fernández-Álamo *et al.*, 2013). En los seis periodos, incluyendo marzo de 2005, se muestrearon las mismas estaciones con el mismo método.

Se estandarizó la abundancia para cada uno de los periodos como densidad de individuos en 1000 m³ de agua filtrada, por medio de las siguientes fórmulas:

$$d = \bar{v}t$$
$$V = (\pi r^2) d$$
$$D = \frac{A}{V} \times 1000$$

Donde:

d = distancia recorrida

\bar{v} = velocidad promedio

t = tiempo

V = volúmen filtrado

r = radio de la boca de la red

D = densidad de individuos

A = abundancia de individuos

Se calculó la densidad promedio y frecuencia de aparición para cada especie o género determinado en los seis periodos. Se realizó un análisis de Olmstead-Tukey utilizando la densidad (ind/1000 m³) y la frecuencia de aparición (%) de cada especie para cada periodo. También se calcularon los índices ecológicos de diversidad, equitatividad y dominancia (Ec. 1, 2 y 3) para cada estación en los seis periodos. Luego, éstos fueron comparados por medio de un Análisis de Varianza (ANOVA).

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\ln p_i)$$

Ecuación 1. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (Brower y Zar, 1984)

donde:

H' = Diversidad de Shannon-Wiener (enits/ind)

S = número total de especies en la estación

p_i = proporción de la especie i en la estación ($p_i = n_i/N$)

n_i = abundancia de la i -ésima especie en una estación

N = número total de individuos en la estación

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

Ecuación 2. Índice de Pielou (Pielou, 1975)

donde:

J = índice de equitatividad

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener

$H'_{max} = \ln(S)$

$$\lambda = \sum_{i=1}^{ni} (p_i)^2$$

Ecuación 3. Índice de Simpson (Simpson, 1949)

donde:

λ = índice de dominancia de Simpson

p_i = proporción de la abundancia de la especie i

n_i = número de individuos de la especie i

Una vez obtenidos los datos de riqueza (S), densidad (ind/1000 m³) y diversidad de Shannon-Wiener (enits/ind) se realizaron pruebas de correlación de Spearman para determinar la existencia de alguna relación de la comunidad de medusas en la Bahía de Banderas con la TSM (°C), la distancia a la costa (km), la precipitación (mm), las surgencias costeras y/o El Niño. En los casos en los que se obtuvieron correlaciones significativas se llevaron a cabo las regresiones lineales correspondientes en el programa SPSS v.20

La precipitación media (mm) de los 30 días previos a los muestreos fue obtenida de la base de datos climatológica nacional CLICOM (Servicio Meteorológico Nacional, 2013). Los datos empleados corresponden a las dos estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio (San José Valle, Nayarit y El Tuito, Jalisco).

Se utilizó el promedio mensual correspondiente a cada periodo del Índice de Surgencias Costeras (CUI) correspondiente a las coordenadas 21° N 107° O, punto localizado a 150 km al noroeste de la Bahía de Banderas. Los datos fueron obtenidos de la NOAA (PFEL, 2015).

En el caso del Índice Multivariado de El Niño (MEI), se cuenta con datos globales en línea (ESRL, 2015), de los cuales, únicamente se extrajeron las medias mensuales de los seis periodos considerados.

Con el fin de identificar asociaciones entre las estaciones por su composición biológica, se calcularon las distancias euclidianas² entre éstas con el programa Past v.3. Los datos utilizados fueron las densidades promedio de cada especie (ind/1000 m³) en las 18 estaciones a lo largo de los seis periodos muestreados. Con la matriz resultante se generó un dendrograma en el que se agruparon las estaciones de acuerdo a su afinidad.

Los mapas del área de estudio se realizaron en el programa Surfer v.8 con datos batimétricos provistos por la NOAA (Amante y Eakins, 2009), los ríos y cuerpos de agua de la Bahía fueron obtenidos del Mapa Digital de México (INEGI, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hidrología

Temperatura in situ

La TSM *in situ* correspondiente a cada uno de los periodos analizados en la Bahía de Banderas, en general, posee mayores valores al interior de la Bahía, excepto en los meses de enero de 2003 y marzo de 2005 (Fig. 8). En enero el gradiente térmico va de mayor temperatura fuera de la Bahía (27.4 °C) hacia menores temperaturas al interior en la zona norte (26.6 °C). Por otro lado, la TSM en marzo de 2005 tuvo mayores valores en el área norte externa a la Bahía (25.0 °C) y los más bajos se presentaron al sur y la zona oeste (24.2 °C). Sin embargo, se debe tomar con reservas la distribución de esta variable en área, ya que en algunos mapas se sustituyeron los valores perdidos por el promedio, principalmente en marzo de 2005 y octubre de 2004.

La variación de la TSM observada en los seis periodos en la Bahía de Banderas coincide con los vientos estacionales que causan cambios en la circulación superficial del mar. En invierno y a inicios de primavera el viento proviene del noroeste, provocando un flujo de las aguas frías de la Corriente de California hacia el sur (Wyrski, 1966). En consecuencia, los meses de menor TSM en la Bahía fueron marzo y enero, en ese orden. Por otro lado, en verano y principios de otoño, los vientos dominantes provenientes del sur llevan agua tropical de la Corriente Costera Mexicana hasta la entrada del Golfo de California (Kessler, 2006). Debido a esto es que se detecta un aumento de la TSM en julio y octubre en el área de estudio.

Las temperaturas registradas en los periodos revisados en este trabajo se encuentran por encima de los promedios asentados para Bahía de Banderas por la Secretaría de Marina en el periodo 1901-1974 (1976) y por Salinas-Zacarías y Bourillón-Moreno 1984-1988 (1988). De igual forma, los datos de Ladrón de Guevara-Porras (2001) cuentan con temperaturas menores a las nuestras en marzo de 1993 y 1995 de 21.5 y 21.7 °C, respectivamente. En cuanto al promedio de TSM en enero de

2003, éste es consistentemente mayor a los datos obtenidos por Grivel y Grivel (1991) de 1984-1991, lo cual coincide con un fuerte fenómeno de El Niño registrado desde mayo de 2002 hasta marzo de 2003.

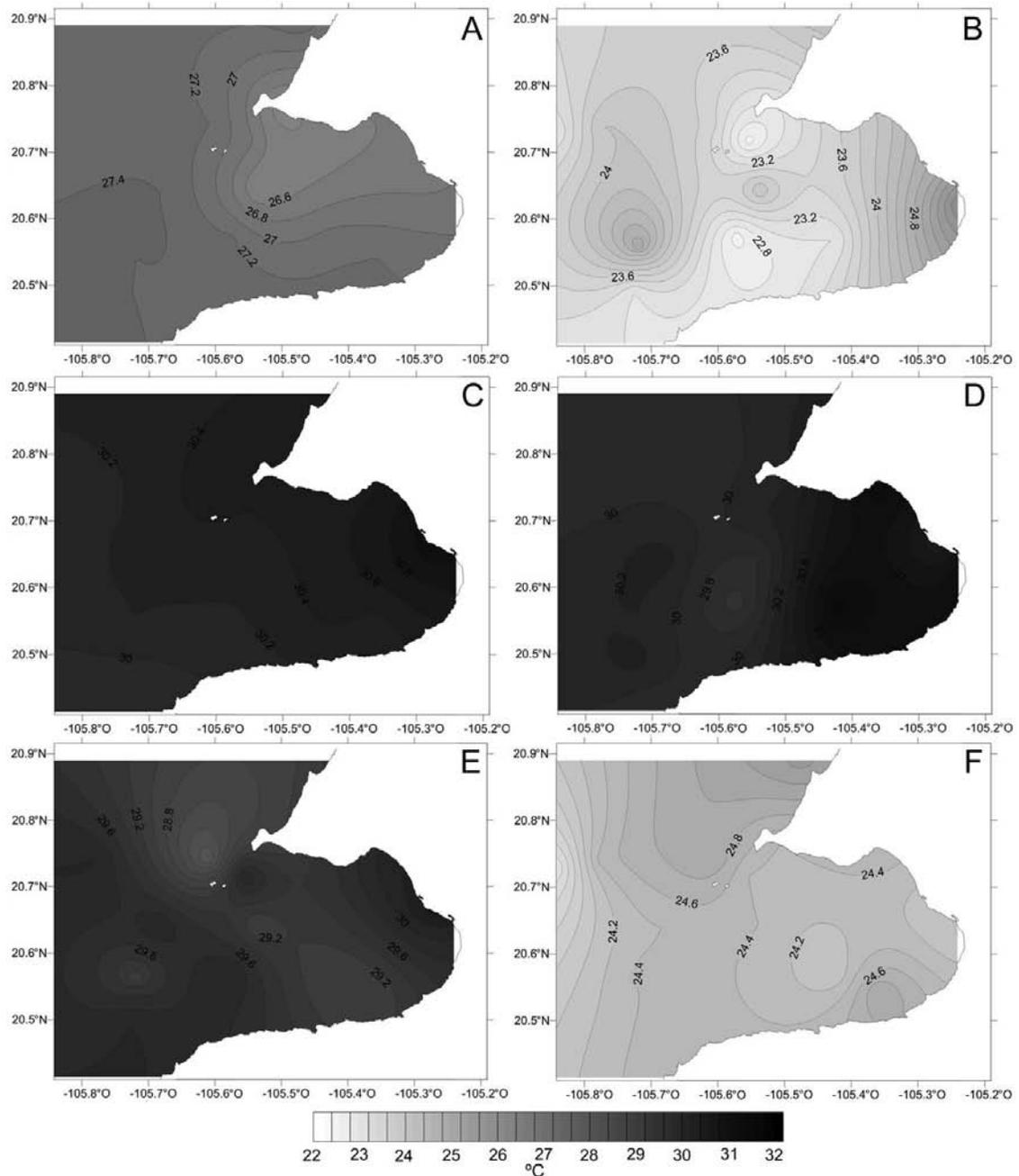


Figura 8. Temperatura superficial del mar medida *in situ* en la Bahía de Banderas durante los periodos de A) enero, B) marzo, C) julio y D) octubre de 2003, E) octubre de 2004 y F) marzo de 2005.

Temperatura promedio (COBE SST)

A partir de la base de datos COBE SST se obtuvieron valores históricos de TSM en Bahía de Banderas (1891-2014) (Fig. 9). Los datos muestran un patrón anual en el que los valores mínimos se encuentran en marzo (23.4 °C) y los máximos en agosto (29.3 °C), con un promedio total anual de 26.4 °C (Fig. 9B). También es posible observar una tendencia al aumento de la TSM hacia 1990, ya que, a partir de dicha década existe mayor número de anomalías positivas (Fig. 9C), es decir, que las medias anuales se encuentran por encima de la media total. Dicha tendencia fue comprobada por medio de un análisis de correlación de Spearman y una regresión lineal (Fig. 10) cuyos resultados fueron significativos ($p < 0.05$) con un valor de $\rho_s = 0.367$ y $r^2 = 0.135$, respectivamente.

La tendencia positiva que muestra la TSM en el área de estudio (Figs. 9 y 10), coincide con el calentamiento del mar registrado a nivel global (Hartmann *et al.*, 2013). No obstante, puede ser que al tratarse de una zona tropical, dicho aumento de temperatura no es tan evidente sino a partir de la década de 1990, mientras en otras latitudes se detecta desde los 70 o incluso antes (Rhein *et al.*, 2013).

Al comparar, con una prueba de *t* de Student, los dos tipos de datos: TSM *in situ* y los promedios mensuales de COBE, se detectó que la TSM *in situ* es significativamente mayor que los promedios mensuales de la base COBE SST, aunque ambas bases de datos poseen sus valores mínimos en marzo y los máximos entre julio y octubre. Dicha diferencia se atribuye a que los datos *in situ* constan de un solo dato por estación, es decir, mediciones únicas en distintos días y horas del día. Por esta razón se calcularon las anomalías de TSM utilizando los datos de COBE SST, ya que se trata de datos promedio mensuales y así se elimina el sesgo. Con dichos datos fue posible detectar que las medias mensuales de TSM correspondientes a cinco de los seis meses de muestreo constituyen anomalías positivas: ene-03 (25.7 °C), mar-03 (23.5 °C), jul-03 (28.5 °C), oct-03 (29.3 °C) y oct-04 (29.5 °C). Incluso, ene-03 y oct-04 presentaron valores mayores a +1DE. El único periodo con anomalía negativa fue mar-05 (23.1 °C).

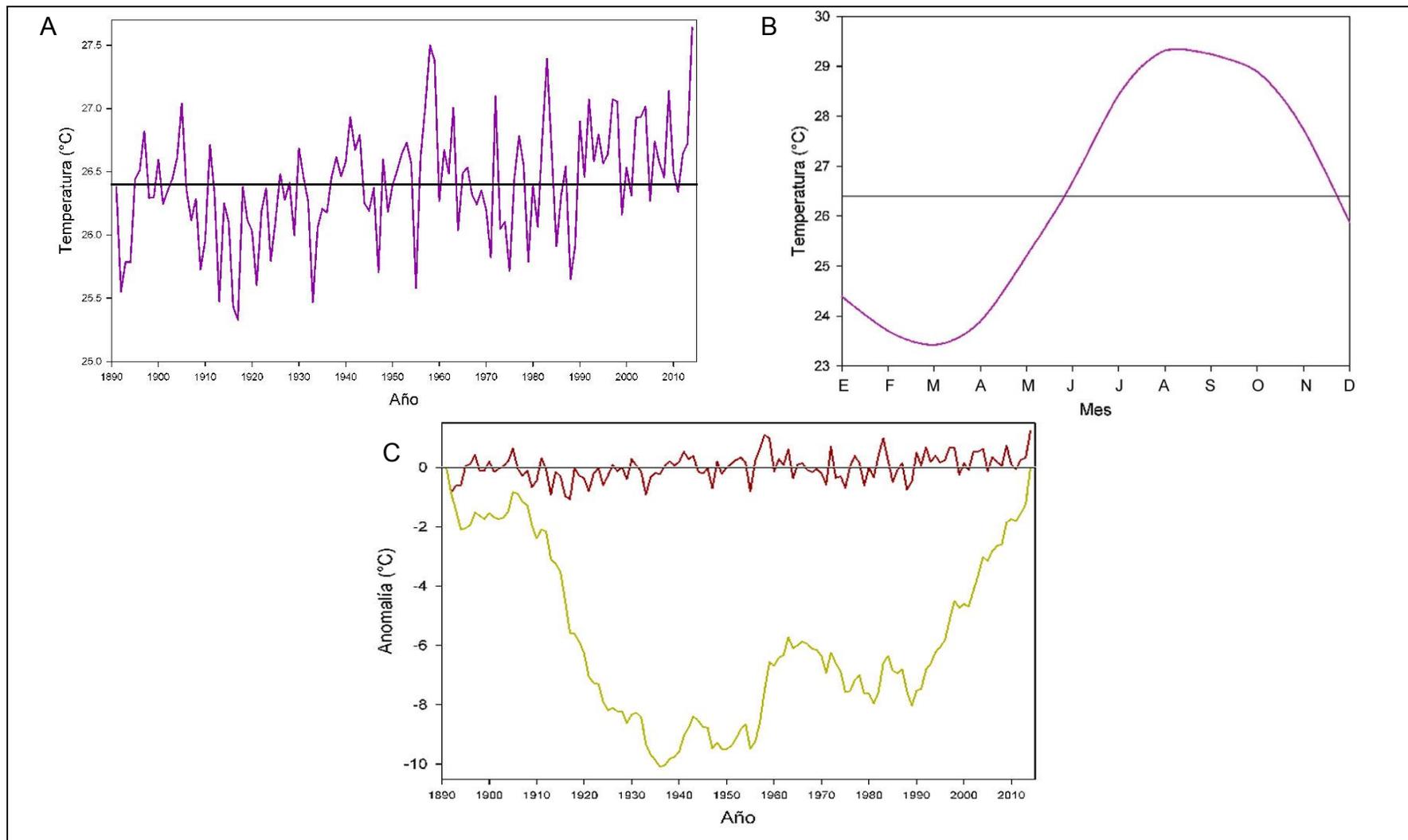


Figura 9. TSM en la Bahía de Banderas, México en el periodo 1891-2014. A) Promedio anual y B) promedio mensual, la línea de referencia marca la media total. C) Anomalías anuales en rojo y su suma parcial en verde. Datos de la base COBE SST (NOAA, 2014).

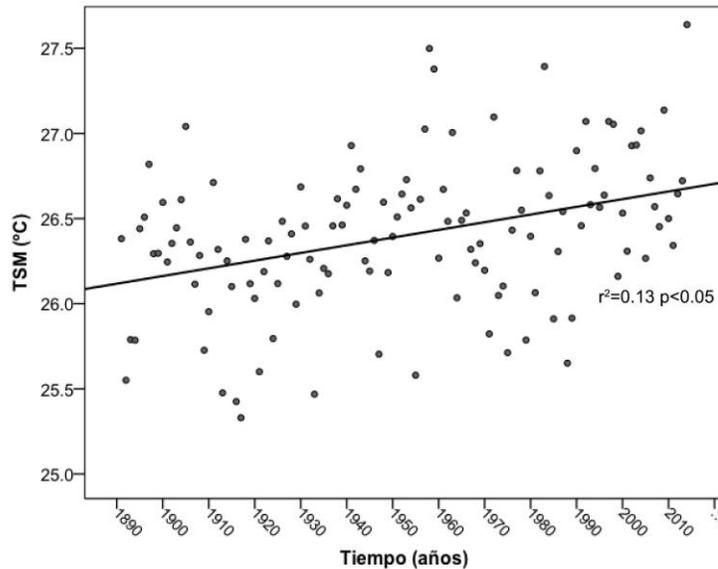


Figura 10. TSM (°C) obtenida de COBE SST para Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. La línea representa el modelo lineal al que se ajustan los datos (Ec. $y = 0.005x + 17.585$)

La información con respecto a la variación de TSM es relevante debido a que es una de las variables ambientales más importantes para el ecosistema pelágico. Puede determinar atributos de las comunidades planctónicas, como la abundancia y la composición (Rutherford *et al.*, 1999; Richardson y Schoeman, 2004; Edwards y Richardson, 2004; Ayón *et al.*, 2004). Finalmente, los cambios en niveles tróficos basales tienen efecto en los niveles superiores, afectando el equilibrio ecosistémico general y con ello también a las pesquerías.

Composición específica durante marzo de 2005

Se separó un total de 514 medusas pertenecientes a la clase Hydrozoa. Se identificó el 66.1% a nivel de especie, 33.8% hasta género y únicamente el 0.4% fue imposible de identificar. Los casos en los que no se identificó la especie fue debido al mal estado de preservación y/o a la falta de estructuras de importancia taxonómica, aunque en el caso del género *Obelia* no es posible identificarlo a nivel de especie, debido a que los caracteres de las especies se encuentran sólo en la fase de pólipo (Bouillon y Boero, 2000).

Las medusas identificadas pertenecen a cuatro órdenes, 16 familias, 21 géneros y 19 especies, las cuales constituyen el 10.8% del total de especies registradas en el Pacífico Mexicano (Gasca y Loman-Ramos, 2014). El orden mejor representado fue Anthoathecata con nueve géneros y siete especies, seguido de Leptothecata (siete géneros, seis especies), Trachymedusae (cuatro especies) y Narcomedusae (tres géneros, una especie), en ese orden. Las familias con mayor importancia por su riqueza, fueron Corynidae y Rhopalonematidae, que presentaron tres géneros cada una, y *Clytia* fue el género con mayor número de especies (Tabla 2). La mayor representación de Anthoathecata puede deberse a que es el orden más diverso a nivel mundial (Russell, 1953; Bouillon y Boero, 2000), aunque no es el grupo de mayor abundancia.

En cuanto a la abundancia, las medusas del orden Leptothecata abarcaron el 44.7% del total, mientras que las traquimedusas constituyeron el 37.9%, las Anthoathecata el 15.9% y las narcomedusas fueron sólo el 1.4% de la abundancia total. En la Bahía de Banderas, así como en otras localidades se observa que las medusas Anthoathecata no se encuentran en grandes concentraciones (Puente-Tapia, 2012) como posible resultado de tener un ciclo de vida meroplanctónico, ya que requieren un sustrato para sus fases bénticas y además existen diversos factores que determinan la liberación de las medusas de las distintas especies (Boero y Bouillon, 1993).

Todas las especies encontradas en marzo de 2005 han sido encontradas previamente en la Bahía de Banderas, con excepción de *Amphogona apsteini*, sin embargo, sólo se encontró un ejemplar en malas condiciones (Anexo 2 Fig. A) por lo que es recomendable revisar más material para asegurar su determinación. Es una especie común en el Pacífico Tropical Occidental y el Océano Índico, aunque cuenta con registros en algunas localidades en el Pacífico Tropical Oriental (Segura-Puertas, 1984) y para el Pacífico Mexicano (Bigelow, 1909; Mayer, 1910; Foerster, 1923).

Tabla 2. Listado taxonómico de medusas de Bahía de Banderas en marzo de 2005. Arreglo sistemático basado en Schuchert (2014).

Phylum **Cnidaria** Verrill, 1865

Subphylum **Medusozoa** Petersen, 1979

Clase **Hydrozoa** Owen, 1843

Subclase **Hydroidolina** Collins y Marques, 2004

Orden **Anthoathecata** Cornelius, 1992

Suborden **Aplanulata** Collins, Winkelman, Hadrys y Schierwater, 2005

Familia **Tubulariidae** Goldfuss, 1818

Género ***Ectopleura*** L. Agassiz, 1862

Ectopleura dumortierii Van Beneden, 1844

Suborden **Capitata** Kühn, 1913

Familia **Corynidae** Johnston, 1836

Género ***Sarsia*** Lesson, 1843

Sarsia sp.

Género ***Slabberia*** Forbes, 1846

Slabberia sp.

Género ***Stauridiosarsia*** Mayer, 1910

Stauridiosarsia ophiogaster Haeckel, 1879

Familia **Porpitidae** Goldfuss, 1818

Género ***Porpita*** Lamarck, 1801

Porpita porpita Linnaeus, 1758

Familia **Sphaerocorynidae** Prévot, 1959

Género ***Sphaerocoryne*** Pictet, 1893

Sphaerocoryne cocometra Bigelow, 1909

Suborden **Filifera** Kühn, 1913

Familia **Bougainvillidae** Lütken, 1850

Género ***Bougainvillia*** Lesson, 1830

Bougainvillia muscus Allman, 1863

Familia **Cytaeididae** L. Agassiz, 1862

Género ***Cytaeis*** Eschscholtz, 1829

Cytaeis tetrastyla Eschscholtz, 1829

Familia **Pandeidae** Haeckel, 1879

Género ***Amphinema*** Haeckel, 1879

Amphinema dinema Péron y Lesueur, 1810

Orden **Leptothecata** Cornelius, 1992

Familia **Aequoridae** Eschscholtz, 1829

Género ***Aequorea*** Péron y Lesueur, 1810

Aequorea sp.

Aequorea macrodactyla Eschscholtz, 1829

Familia **Campanulariidae** Johnston, 1836

Género ***Clytia*** Lamouroux, 1812

Clytia discoida Mayer, 1900

C. hemisphaerica Linneaus, 1767

C. lomae Torrey, 1909

Género ***Obelia*** Péron y Lesueur, 1809

Obelia sp.

Familia **Eirenidae** Haeckel, 1879

Género ***Eirene*** Eschscholtz, 1829

Eirene viridula Péron y Lesueur, 1809

Familia **Lovenellidae** Russell, 1953

Género ***Eucheilota*** McCrady, 1859

Eucheilota paradoxica Mayer, 1900

Subclase **Trachylinae** Haeckel, 1879

Orden **Narcomedusae** Haeckel, 1879

Familia **Aeginidae** Gegenbaur, 1857

Género ***Solmundella***

Solmundella bitentaculata Quoy y Gaimard, 1833

Familia **Cuninidae** Bigelow, 1913

Género ***Cunina*** Eschscholtz, 1879

Cunina sp.

Familia **Solmarisidae** Haeckel, 1879

Género ***Pegantha*** Haeckel, 1879

Pegantha sp.

Orden **Trachymedusae** Haeckel, 1879

Familia **Geryoniidae** Eschscholtz, 1829

Género ***Liriope*** Lesson, 1843

Liriope tetraphylla Chamisso y Eysenhardt, 1821

Familia **Rhopalonematidae** Russell, 1953

Género ***Aglaura*** Péron y Lesueur, 1810

Aglaura hemistoma Péron y Lesueur, 1810

Género ***Amphogona*** Browne, 1905

Amphogona c.f. apsteini Vanhöffen, 1902

Género ***Rhopalonema*** Gegenbaur, 1857

Rhopalonema velatum Gegenbaur, 1857

Distribución y abundancia de las especies dominantes en marzo de 2005

Las seis especies que presentaron mayor abundancia en marzo de 2005 fueron *Obelia* sp. (32.3%), *Aglaura hemistoma* (26.6%), *Amphinema dinema* (12.8%), *Clytia hemisphaerica* (7.4%), *Rhopalonema velatum* (7.2%) y *Liriope tetraphylla* (3.9%), que suman poco más del 90%. En cuanto a la distribución general, se encontraron los valores más altos tanto de abundancia como riqueza en las estaciones neríticas (0-200 m) y costeras. En la estación 15 se encontró la mayor concentración de individuos (32.5%), dicha localidad se ubica muy próxima a la boca de la laguna El Quelele, mientras que la mayor riqueza (9 spp.) se encontró en la estación 8, que se encuentra cerca de las islas Marietas (Tabla 3). A continuación se muestra la distribución de las especies más abundantes, las restantes se encuentran en el Anexo 1.

Obelia sp. Péron y Lesueur, 1810

Fue el taxón con mayor densidad promedio (12.3 ind/1000 m³) y tuvo una frecuencia de 44.4%, aunque se encontró mayormente en estaciones neríticas y costeras. Su mayor concentración se dio en la estación 15, la cual se encuentra en la parte norte de la Bahía, cerca de la laguna El Quelele y de la marina de Cruz de Huanacastle (Fig. 11).

Tabla 3. Densidad (org/1000 m³) de las especies de medusas por estación durante marzo de 2005, Bahía de Banderas, México. \bar{X} : Densidad media. %D: Densidad relativa. F: Frecuencia de aparición. %F: Frecuencia relativa. Para la riqueza se consideraron todos los taxones encontrados (26).

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	\bar{X}	% D	F	% F
<i>Aequorea</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0.07	0.19	1	1.58
<i>Aequorea macrodactyla</i>	0	0	1.33	0	5.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.37	0.97	2	3.17
<i>Aglaura hemistoma</i>	1.33	0	21.3	34.69	81.39	14.68	0	9.34	0	0	1.33	0	0	0	0	2.66	13.3	2.66	10.15	26.65	8	12.69
<i>Amphinema dinema</i>	0	0	0	0	0	0	22.68	0	0	0	0	0	0	2.66	62.71	0	0	0	4.89	12.84	3	4.76
<i>Amphogona</i> c.f. <i>apsteini</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.19	1	1.58
<i>Bougainvillia muscus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.19	1	1.58
<i>Clytia discoida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.19	1	1.58
<i>Clytia hemisphaerica</i>	0	0	0	0	0	0	17.34	1.33	0	2.66	0	0	0	10.67	18.68	0	0	0	2.82	7.39	5	7.93
<i>Clytia lormae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.01	0	0	0	0	0.67	1.75	1	1.58
<i>Cunina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.22	0.58	1	1.58
<i>Cytaeis tetrastyla</i>	0	0	0	0	1.33	4.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.30	0.78	2	3.17
<i>Ectopleura dumortierii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0.07	0.19	1	1.58
<i>Eirene viridula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.33	10.67	0	0	0	0.67	1.75	2	3.17
<i>Eucheilota paradoxa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.19	1	1.58
<i>Liriope tetraphylla</i>	2.66	0	0	0	0	0	0	9.34	0	0	0	0	0	1.33	0	2.66	10.7	0	1.48	3.89	5	7.93
<i>Obelia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2.66	14.68	6.67	61.37	0	13.34	1.33	0	118.7	0	2.67	0	12.30	32.29	8	12.69
<i>Pegantha</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.19	1	1.58
<i>Porpita porpita</i>	1.33	1.33	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0	0.30	0.78	4	6.34
<i>Rhopalonema velatum</i>	0	1.33	0	4.00	6.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34.7	2.66	2.74	7.2	5	7.93
<i>Sarsia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.39	1	1.58
<i>Slabberia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.19	1	1.58
<i>Solmundella bitentaculata</i>	0	0	0	0	0	0	1.33	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0.22	0.58	3	4.76
<i>Sphaerocoryne cocometra</i>	0	0	0	0	0	1.33	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.39	2	3.17
<i>Stauridiosarsia ophiogaster</i>	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.19	1	1.58
sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0.07	0.19	1	1.58
sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.33	0	0.07	0.19	1	1.58
Densidad rel. (%)	0.77	0.38	3.31	5.64	13.8	3.11	7.4	6.42	1.16	9.53	0.19	1.94	0.39	2.53	32.5	0.77	9.33	0.77				
Riqueza	3	2	2	2	4	4	8	9	2	3	1	1	2	5	5	2	7	2				

Obelia es un género de distribución cosmopolita (Kramp, 1961), su ciclo de vida es meroplanctónico por lo que se distribuye mayormente en las zonas costeras (Bouillon, 1999), aunque también se le ha encontrado en áreas oceánicas. La afinidad de *Obelia* por las estaciones costeras y neríticas se atribuye a que son zonas con mayor disponibilidad de sustratos en donde se pueden establecer sus hidroides. Además, la descarga de nutrientes terrígenos por parte de la laguna El Quelele y del desagüe de ciudades como Puerto Vallarta, pueden favorecer su reproducción (Richardson *et al.*, 2009).

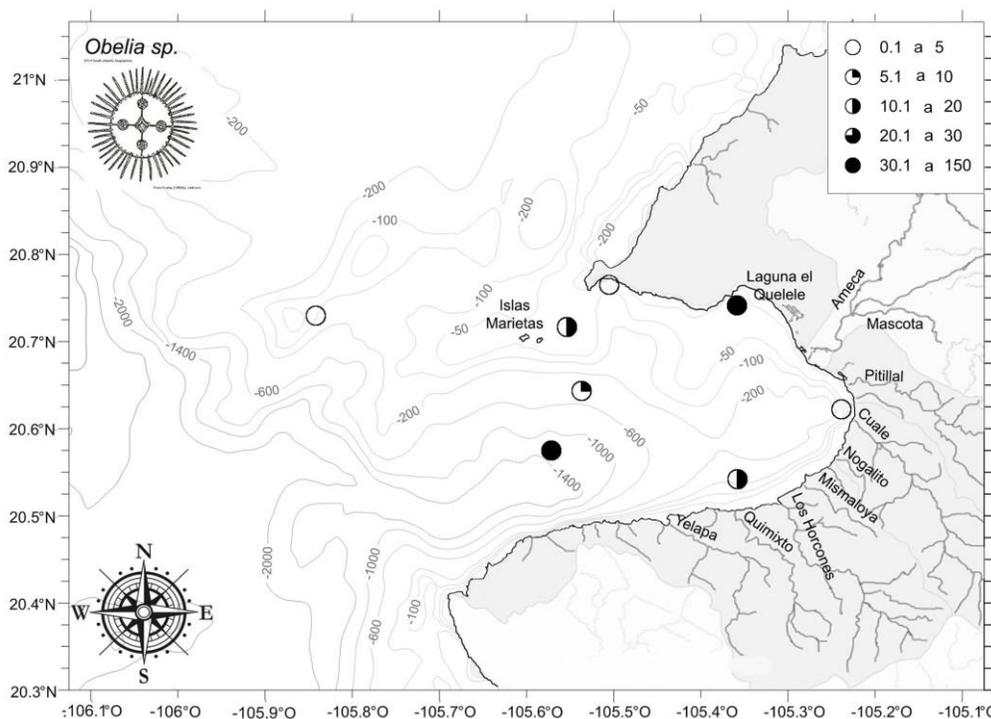


Figura 11. Distribución de *Obelia sp.* en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante marzo de 2005.

Aglaura hemistoma Péron y Lesueur, 1810

Se presentó con la misma frecuencia que *Obelia sp.*, aunque mayormente en estaciones cercanas a la boca de la Bahía y fuera de ésta. Su densidad promedio fue de 10.1 ind/1000 m³ (Fig. 12). Su distribución en la Bahía de Banderas en marzo de 2005 coincide con sus hábitos oceánicos (Segura-Puertas, 1984) y su carácter holoplanctónico, ya que se le encontró mayormente en las zonas externas de la Bahía, con mayor influencia oceánica.

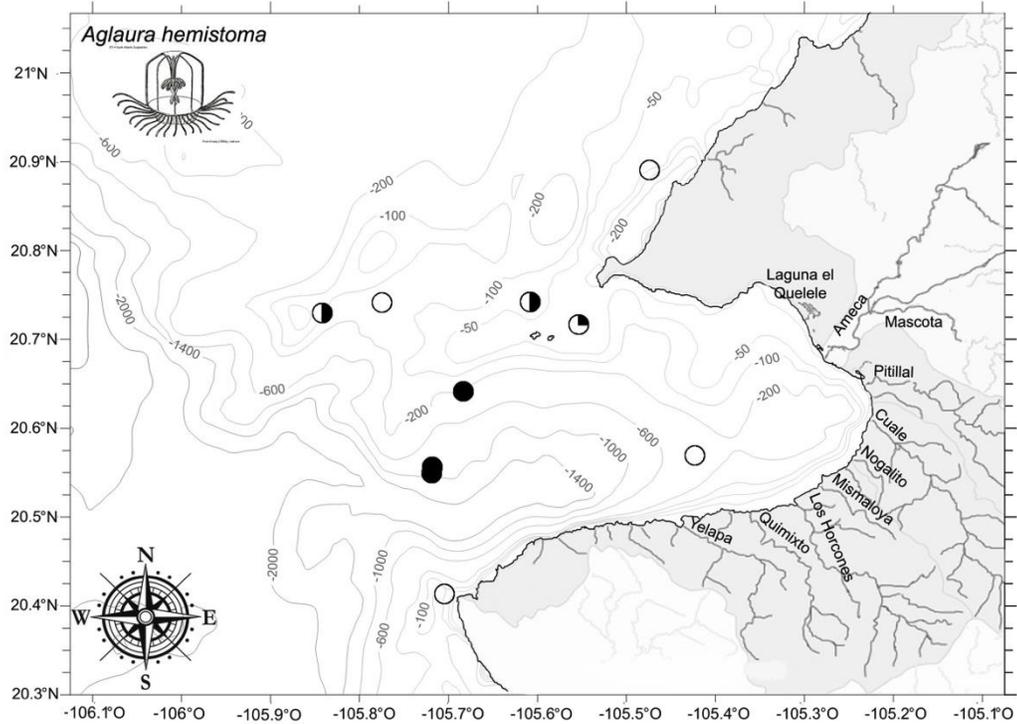


Figura 12. Distribución de *Aglaura hemistoma* en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, durante marzo de 2005.

Amphinema dinema Péron y Lesueur, 1810

Su distribución en la Bahía de Banderas en marzo de 2005 se limitó a las estaciones de la costa norte (Fig. 13), su densidad promedio fue 4.9 ind/1000 m³ y su mayor concentración (62.7 ind/1000 m³) se presentó en la estación 15, al igual que en el caso de *Obelia* sp. Ambas son especies que cuentan con una fase bentónica, por lo que es probable que cuenten con mejores condiciones para su reproducción (disponibilidad de sustrato y aporte de nutrientes terrígenos) en estaciones costeras.

Clytia hemisphaerica Linneaus, 1767

Fue encontrada con mayor frecuencia al norte de la Bahía en zonas costeras, su densidad promedio fue 2.8 ind/1000 m³, presentando una distribución similar a otras especies meroplanctónicas (*Obelia* y *A. dinema*) (Fig. 14). Lo cual concuerda con Mitsuo *et al.* (2014), quienes mencionan que *C. hemisphaerica* se distribuye en ambientes costeros y sus pólipos se han encontrado desde el intermareal hasta los 1000 m de profundidad.

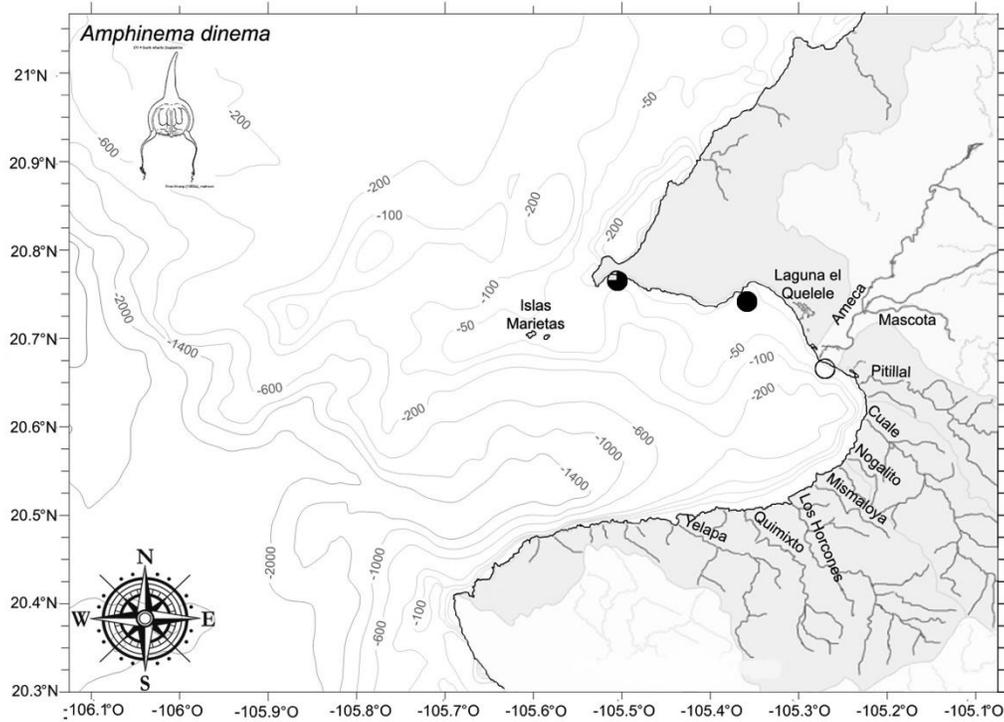


Figura 13. Distribución de *Amphinema dinema* en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante marzo de 2005.

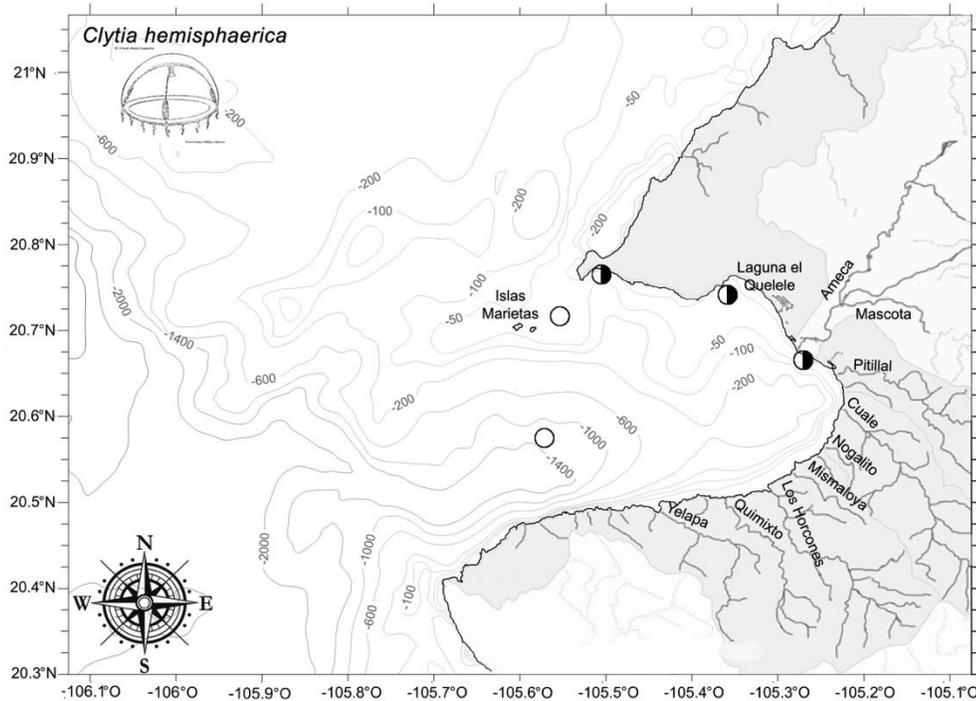


Figura 14. Distribución de *Clytia hemisphaerica* en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante marzo de 2005.

Rhopalonema velatum Gegenbaur, 1857

Fue la quinta especie con mayor abundancia durante el muestreo de marzo de 2005 en la Bahía de Banderas (2.7 ind/1000 m³), se distribuyó en estaciones cercanas a la boca de la Bahía con su mayor concentración fuera de ésta (Fig. 15), confirmando el hábito oceánico de esta especie holoplanctónica (Segura-Puertas, 1984). Su distribución en el área fue similar a la de *A. hemistoma*, quien también pertenece al holoplancton.

Liriope tetraphylla Chamisso y Eysenhardt, 1821

Se encontró principalmente en estaciones cercanas a la boca de la Bahía y fuera de ésta (Fig. 16), mostrando cierta afinidad por aguas oceánicas. *L. tetraphylla* es una especie holoplanctónica de distribución tropical y subtropical en todos los océanos (40°N-40°S) (Segura-Puertas, 1984) y sus hábitos principalmente son oceánicos, aunque en el Atlántico occidental es una de las especies que domina las zonas costeras (Mitsuo *et al.*, 2014).

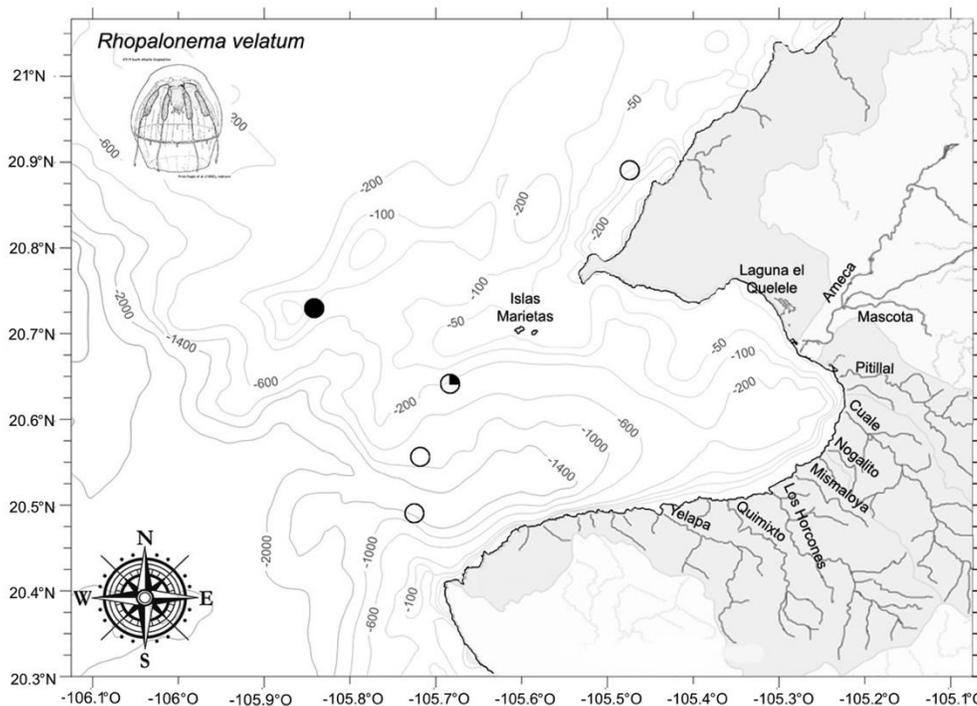


Figura 15. Distribución de *Rhopalonema velatum* en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante de marzo 2005.

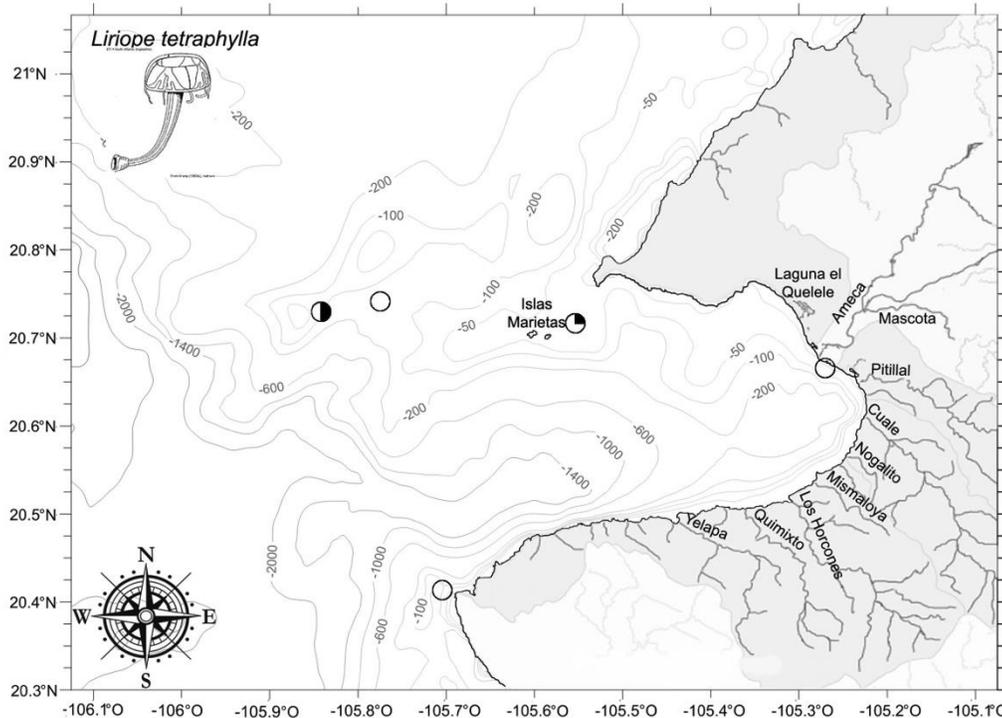


Figura 16. Distribución de *Liriope tetraphylla* en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante marzo de 2005.

Caracterización ecológica de la comunidad de medusas en marzo de 2005

Por medio del análisis de Olmstead-Tukey (Fig. 17), se determinaron como dominantes seis especies (*Obelia* sp., *Aglaura hemistoma*, *Amphinema dinema*, *Clytia hemisphaerica*, *Rhopalonema velatum* y *Liriope tetraphylla*), dos fueron constantes (*Porpita porpita* y *Solmundella bitentaculata*) y más de la mitad son raras, debido a que se encontraron en pocas localidades y con abundancias muy bajas. Una característica de las comunidades del zooplancton es la alta dominancia de pocas especies (Segura-Puertas, 1992; Boero *et al.*, 2008; Palma *et al.*, 2014).

La riqueza específica (S) va de 1 a 9 especies con un promedio de 3.6 spp, se encontraron menos especies en las estaciones oceánicas, en contraste con la zona nerítica y costera (Fig. 18). En la estación 8, entre Punta Mita y las Marietas, se encontró el 34.6% del total de las especies. El índice de Shannon-Wiener (H') presentó un promedio de 0.75 enits/ind y sus valores coinciden con los de la riqueza, siendo menores en la zona del cañón y mayores hacia el norte de la Bahía, en zonas neríticas (Fig. 19). La equitatividad de Pielou (J') varió entre 1 y 0, tuvo su máximo en cuatro

estaciones en diferentes zonas (Fig. 20). En cuanto a la dominancia de Simpson (λ), sus valores máximos se encontraron en la parte sur de la Bahía, mientras que el mínimo (0.21) se encontró en la estación 8 (Fig. 21). De manera general, los valores que denotan mayor diversidad se encuentran en estaciones neríticas y costeras (<200 m), lo que implica mayor dominancia en la zona oceánica. Esto contradice lo observado previamente en otras comunidades de medusas, en las que se presenta menor diversidad en estaciones costeras con influencia de aportes terrígenos (Loman-Ramos *et al.*, 2007). La alta dominancia de pocas especies en zonas costeras se atribuye a la alta variabilidad de estos sistemas en cuanto a factores como salinidad y temperatura, de modo que sólo las especies adaptadas o tolerantes a estos cambios son capaces de proliferar (Livingston, 1984).

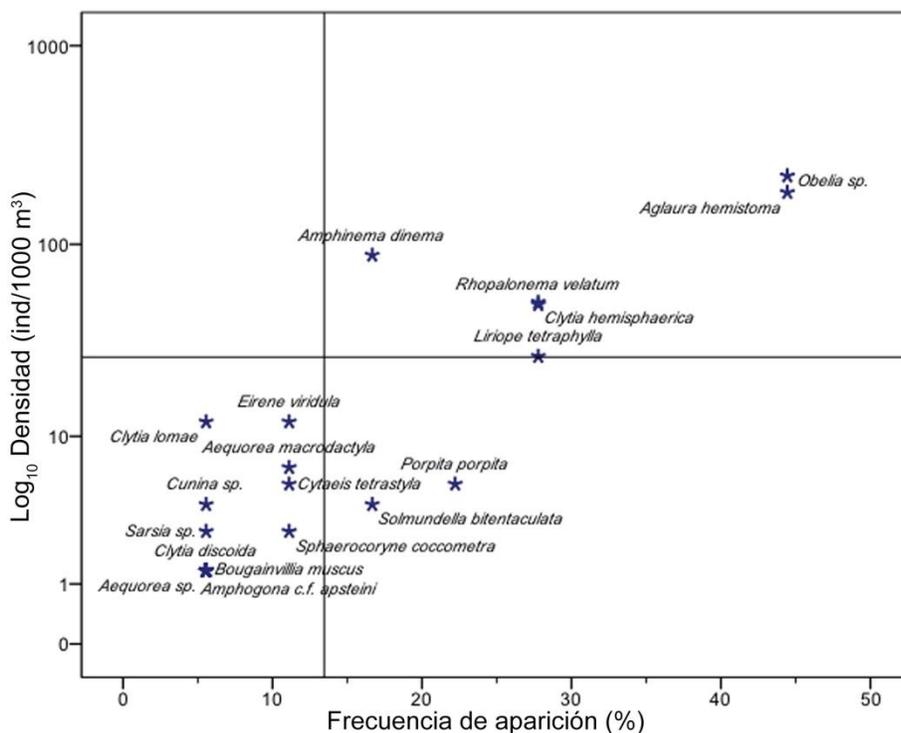


Figura 17. Asociación de Olmstead-Tukey para la comunidad de medusas de Bahía de Banderas en marzo de 2005.

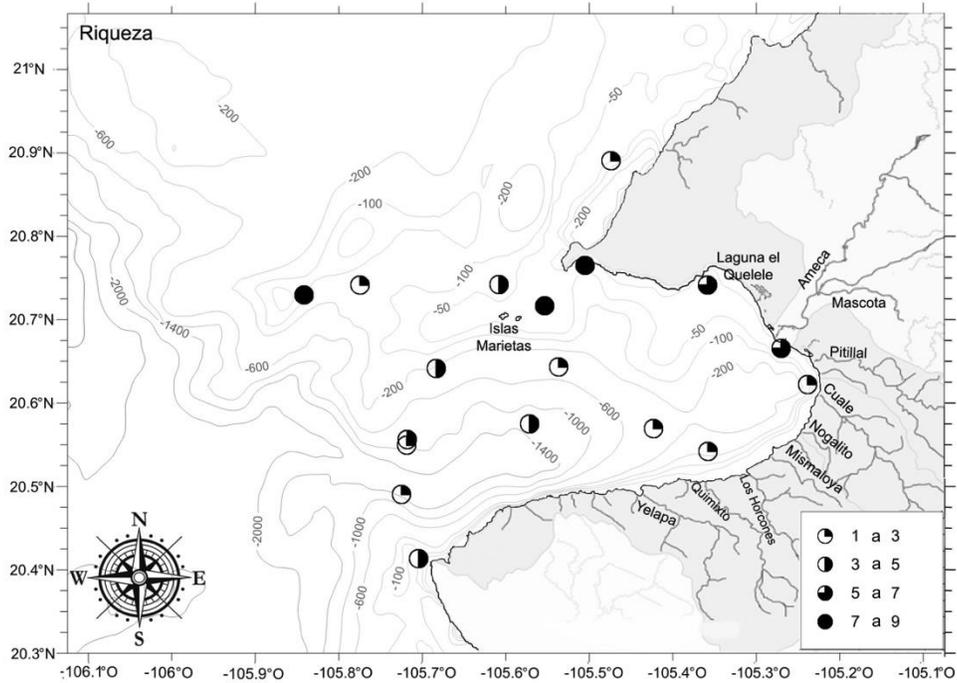


Figura 18. Riqueza específica (S) de la comunidad de medusas en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante marzo de 2005.

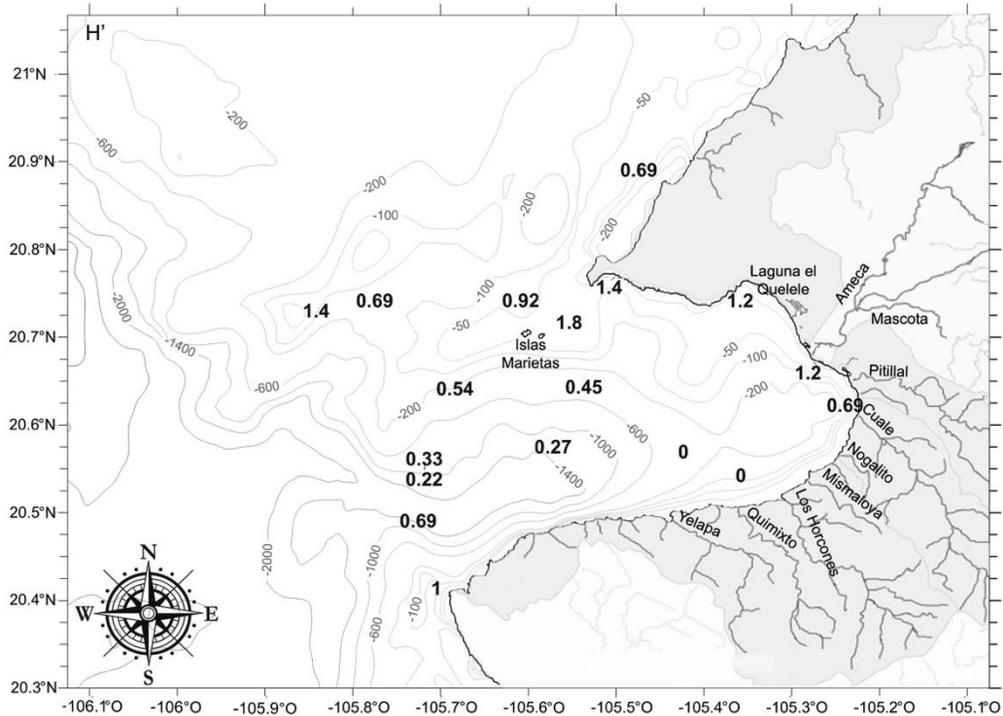


Figura 19. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante marzo de 2005.

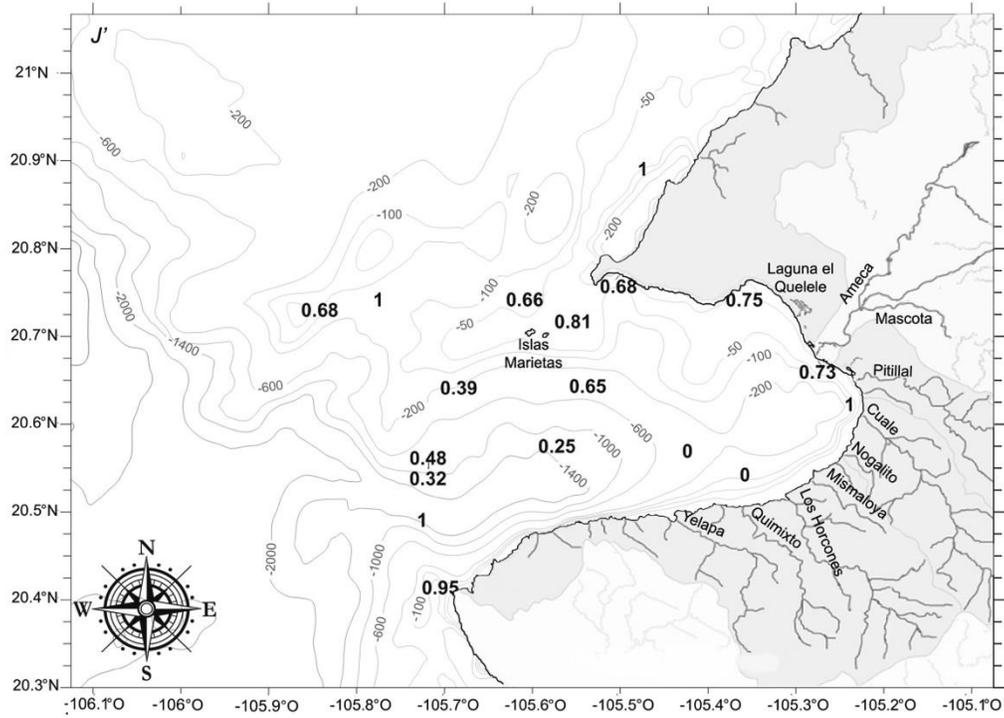


Figura 20. Índice de equitatividad de Pielou (J') en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante marzo de 2005.

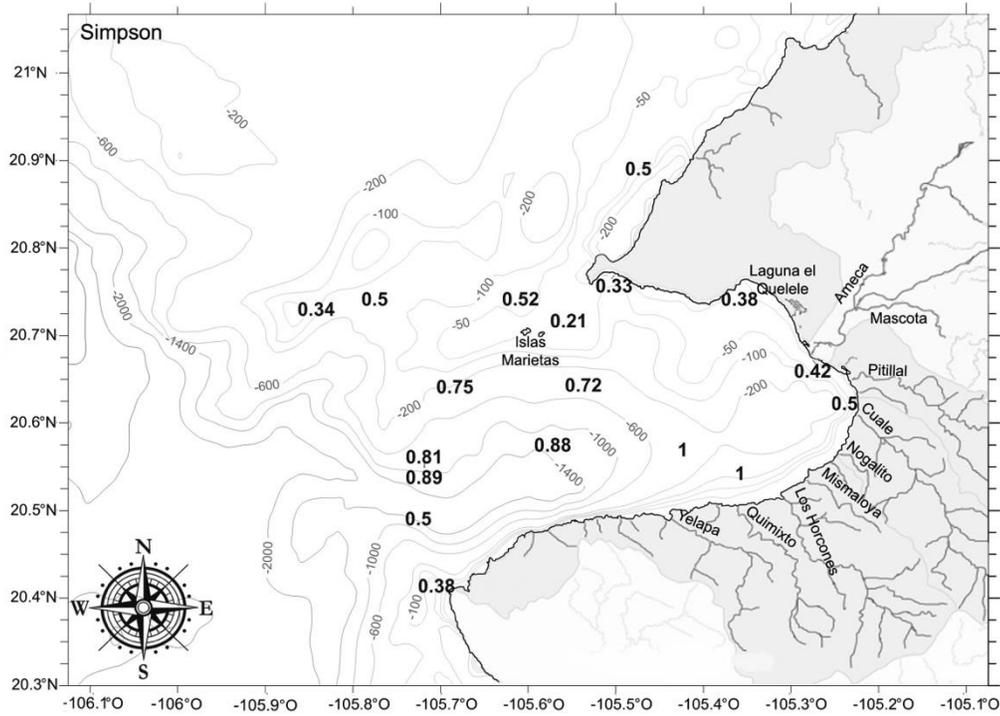


Figura 21. Índice de dominancia de Simpson (λ) en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante marzo de 2005.

Cambios temporales de la comunidad de medusas en Bahía de Banderas

El total de medusas registradas en seis periodos (enero, marzo, julio y octubre-2003, octubre-2004 y marzo-2005) en la Bahía de Banderas es de 70 especies (Tabla 4), lo cual es casi el 40% del total de 176 especies encontradas en el Pacífico mexicano (Gasca y Loman-Ramos, 2014). Dicha composición coincide con trabajos previos tanto en la Bahía de Banderas, como en áreas cercanas (Fernández-Álamo, 2000; Franco-Gordo, 2009; Segura-Puertas *et al.*, 2010). Al comparar con los registros de Fernández-Álamo (2000), correspondientes a cinco periodos muestreados en la Bahía (agosto-1989, mayo, agosto y noviembre-1990, y febrero-1991), fue posible sumar un total de 75 especies identificadas para el área (Tabla 4).

Los cambios de la comunidad de medusas se pueden observar, de manera cualitativa, tomando las 10 especies más importantes, en términos de su densidad relativa (%) para representar cada una de las comunidades correspondientes a los seis periodos comparados (Fig. 22). Existe una gran diferencia en el porcentaje de las especies encontradas en los distintos periodos. Aunque ocho de las especies presentadas se encuentran en la mayoría de éstos, sus porcentajes y la presencia de otras especies caracteriza como única a cada una de las comunidades.

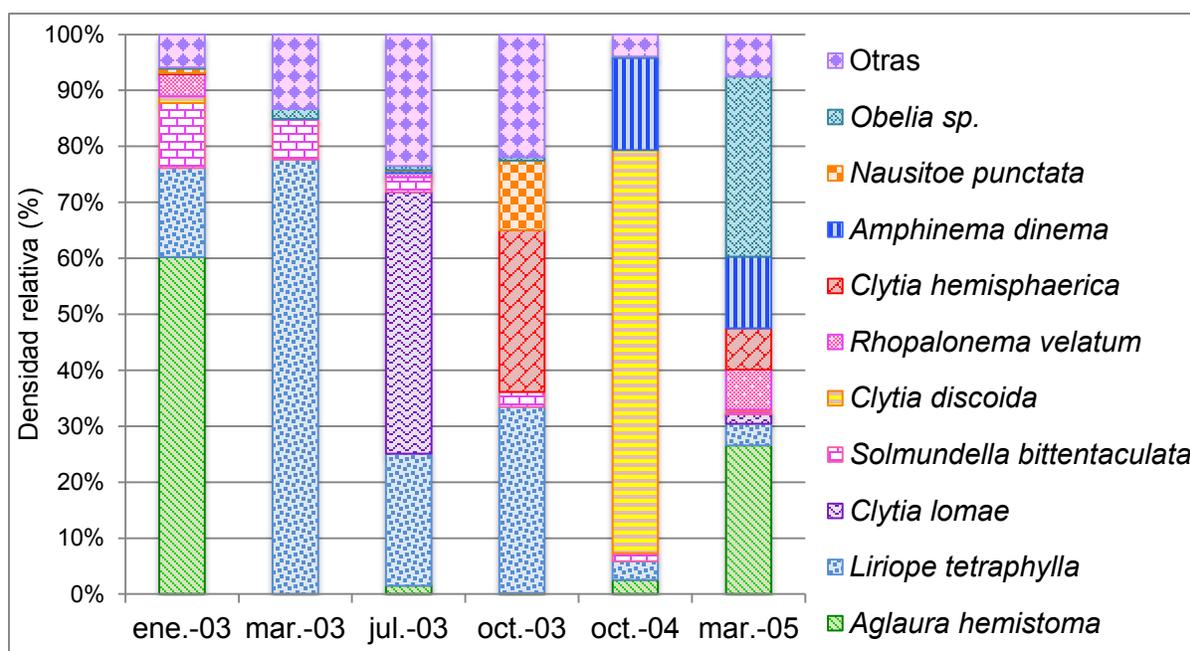


Figura 22. Densidad relativa (%) de las 10 especies de medusas más abundantes a lo largo de los seis periodos analizados en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

Tabla 4. Especies registradas en la Bahía de Banderas de enero-2003 a marzo-2005 en comparación con los resultados de agosto-1989, mayo-1990, agosto-1990, noviembre-1990, febrero-1991 en Fernández-Álamo (2000).

Especie	Agosto, 1989- febrero, 1991	Enero, 2003	Marzo, 2003	Julio, 2003	Octubre, 2003	Octubre, 2004	Marzo, 2005
<i>Aequorea forskalea</i>	-	-	-	-	-	X	-
<i>Aequorea macrodactyla</i>	X	X	-	-	X	-	X
<i>Aglantha elata</i>	X	X	-	-	-	-	-
<i>Aglaura hemistoma</i>	X	X	-	X	X	X	X
<i>Amphinema australis</i>	X	-	-	-	X	-	-
<i>Amphinema dinema</i>	X	X	-	X	-	X	X
<i>Amphogona apicata</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Amphogona c.f. apsteini</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Bougainvillia frondosa</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Bougainvillia muscus</i>	X	-	-	X	X	X	X
<i>Clytia discoida</i>	X	X	-	-	-	X	X
<i>Clytia hemisphaerica</i>	X	X	X	-	X	-	X
<i>Clytia lomae</i>	X	-	-	X	-	-	X
<i>Clytia uchidae</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Cnidostoma fallax</i>	-	-	X	-	X	-	-
<i>Corymorpha forbesii</i>	-	X	-	-	X	-	-
<i>Corymorpha nutans</i>	-	-	-	-	-	X	-
<i>Coryne eximia</i>	X	X	-	-	-	-	-
<i>Cunina frugifera</i>	-	X	-	-	-	-	-
<i>Cunina octonaria</i>	X	-	X	-	-	-	-
<i>Cunina tenella</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Cytaeis tetrastyla</i>	X	X	-	X	-	-	X
<i>Ectopleura dumortieri</i>	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eirene viridula</i>	-	-	-	-	-	X	X
<i>Eucoilota duodecimalis</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Eucoilota menoni</i>	X	X	-	X	-	-	-
<i>Eucoilota paradoxica</i>	X	X	X	-	X	-	X
<i>Euphysa aurata</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Eutima gracilis</i>	-	-	X	-	X	-	-
<i>Eutima mira</i>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Eutonina scintillans</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Geryonia proboscidalis</i>	-	X	X	-	-	-	-
<i>Gonionemus vertens</i>	-	-	-	-	-	X	-
<i>Halecium pusillum</i>	-	-	-	-	-	X	-
<i>Halitholus pauper</i>	-	-	-	-	-	X	-
<i>Halitrephes maasi</i>	-	-	-	-	-	X	-
<i>Kantiella enigmatica</i>	-	X	-	-	-	-	-
<i>Koellikerina fasciculata</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Larsonia pterophylla</i>	X	-	-	-	X	-	-

Tabla 4. (continuación)

Especie	Agosto, 1989- febrero, 1991	Enero, 2003	Marzo, 2003	Julio, 2003	Octubre, 2003	Octubre, 2004	Marzo, 2005
<i>Leuckartiara octona</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Leuckartiara zacaе</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Liriope tetraphylla</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lizzia blondina</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Lizzia ferrarii</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Lizzia gracilis</i>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Mitrocomella brownei</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Mitrocomium cirrata</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Nausithoe punctata</i>	X	X	-	X	X	-	-
<i>Obelia</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Octophialucium bigelowi</i>	-	X	-	X	-	-	-
<i>Octophialucium funerarium</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Octophialucium haeckeli</i>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pandea conica</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Pegantha clara</i>	-	X	-	-	-	-	-
<i>Pegantha martagon</i>	-	X	-	-	-	-	-
<i>Pelagia noctiluca</i>	-	X	-	X	-	-	-
<i>Phialella quadrata</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Phialopsis diegensis</i>	-	X	-	-	-	-	-
<i>Podocorynoides minima</i>	X	-	-	-	-	X	-
<i>Podocoryna carnea</i>	-	X	-	-	-	X	-
<i>Porpita porpita</i>	-	X	-	-	-	X	X
<i>Proboscidactyla ornata</i>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Protiaropsis minor</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Rhopalonema velatum</i>	X	X	X	X	-	-	X
<i>Sarsia tubulosa</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Solmaris flavescens</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Solmissus incisa</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Solmundella bitentaculata</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sphaerocoryne coccometra</i>	X	X	-	X	X	X	X
<i>Stauridiosarsia ophiogaster</i>	-	-	X	-	X	-	X
<i>Stauridiosarsia producta</i>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Stauridiosarsia reesi</i>	X	-	X	X	X	-	-
<i>Thamnostoma tetrellum</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Zanclеа costata</i>	-	-	-	-	X	-	-
Total	28	27	23	21	22	19	19

Las especies dominantes, constantes, ocasionales y raras de cada periodo fueron identificadas por medio del análisis de Olmstead-Tukey (Tabla 5). En general, hubo pocas especies dominantes y la gran mayoría fueron raras, debido a su poca frecuencia y abundancia. *L. tetraphylla* fue la especie más dominante, ya que se encontró durante cinco periodos en la categoría de dominante, solo en octubre de 2004 se ubicó como constante. Por otro lado, la especie que se situó más periodos entre las especies constantes fue *S. bitentaculata*. Esto concuerda con una característica de las comunidades del zooplancton que es la alta dominancia de pocas especies (Segura-Puertas, 1992; Boero *et al.*, 2008; Palma *et al.*, 2014).

Se observa que no existe correspondencia entre las comunidades muestreadas en el mismo mes. En marzo de 2003 y 2005 en conjunto se registraron 35 especies (23 en 2003 y 19 en 2005), de las cuales únicamente compartieron siete (*C. hemisphaerica*, *E. paradoxica*, *L. tetraphylla*, *Obelia* sp., *R. velatum*, *S. bitentaculata* y *S. ophiogaster*), las cuales son especies frecuentes en el área. Ocurre algo similar en el caso de octubre de 2003 y 2004, en suma cuentan con 36 especies (23 y 19, respectivamente) y sólo seis de ellas se registraron en ambos periodos (*A. hemistoma*, *B. muscus*, *L. tetraphylla*, *Obelia* sp., *S. bitentaculata* y *S. cocometra*).

En distintas zonas se ha observado que la distribución de las comunidades de medusas tiende a ser errátil (Alvariño, 1980), posiblemente debido a que muchas de las especies poseen ciclos de vida con alternancia de generaciones y dependen de la interacción de diversos factores (Segura-Puertas, 1991), lo cual provoca un intercambio en las especies dominantes (Pagès y Gili, 1992).

Tabla 5. Categorías del análisis de Olmstead-Tukey para las especies de medusas en la Bahía de Banderas, México en seis periodos.

Periodo	Dominantes	Constantes	Ocasionales	Raras
Enero, 2003	<i>A. hemistoma</i> <i>L. tetraphylla</i> <i>S. bitentaculata</i> <i>R. velatum</i>	<i>A. elata</i> <i>S. coccometra</i> <i>C. discoida</i> <i>C. tetrastyla</i> <i>Z. costata</i> <i>N. punctata</i>		<i>A. macrodactyla</i> <i>C. frugifera</i> <i>P. clara</i> <i>C. hemisphaerica</i> <i>P. porpita</i> <i>O. bigelowi</i> <i>H. carnea</i> <i>G. proboscidalis</i> <i>Obelia</i> sp. <i>P. martagon</i> <i>P. diegensis</i> <i>K. enigmatica</i> <i>S. eximia</i> <i>P. noctiluca</i> <i>E. menoni</i> <i>A. dinema</i> <i>V. forbesii</i>
Marzo, 2003	<i>L. tetraphylla</i> <i>E. paradoxica</i> <i>S. bitentaculata</i> <i>R. velatum</i>	<i>Obelia</i> sp. <i>C. tenella</i> <i>S. flavescens</i> <i>C. fallax</i> <i>C. hemisphaerica</i>		<i>S. reesi</i> <i>O. funerarium</i> <i>E. gracilis</i> <i>S. ophiogaster</i> <i>T. tetrellum</i> <i>L. ferrarii</i> <i>K. fasciculata</i> <i>G. proboscidalis</i> <i>L. octona</i> <i>M. cirratum</i> <i>C. octona</i> <i>E. aurata</i> <i>P. quadrata</i> <i>S. incisa</i>
Julio, 2003	<i>C. lomae</i> <i>L. tetraphylla</i>	<i>S. coccometra</i> <i>C. tetrastyla</i> <i>S. bitentaculata</i> <i>R. velatum</i>	<i>S. reesi</i>	<i>B. muscus</i> <i>E. mira</i> <i>A. hemistoma</i> <i>E. dumortieri</i> <i>Obelia</i> sp. <i>P. noctiluca</i> <i>A. dinema</i> <i>E. menoni</i> <i>O. haeckeli</i> <i>S. producta</i> <i>O. bigelowi</i> <i>L. gracilis</i> <i>P. ornata</i> <i>N. punctata</i>

Tabla 5. (continuación)

Periodo	Dominantes	Constantes	Ocasionales	Raras
Octubre, 2003	<i>L. tetraphylla</i> <i>C. hemisphaerica</i> <i>N. punctata</i> <i>C. fallax</i>	<i>A. macrodactyla</i> <i>A. australis</i> <i>S. bitentaculata</i> <i>M. brownei</i> <i>Obelia</i> sp. <i>E. gracilis</i> <i>S. reesi</i>		<i>L. blondina</i> <i>L. pterophylla</i> <i>S. tubulosa</i> <i>S. ophiogaster</i> <i>P. minor</i> <i>L. zacaе</i> <i>Z. costata</i> <i>E. paradoxica</i> <i>B. muscus</i> <i>V. forbesii</i> <i>A. hemistoma</i> <i>E. duodecimalis</i> <i>S. cocometra</i>
Octubre, 2004	<i>C. discoïda</i>	<i>A. hemistoma</i> <i>L. tetraphylla</i> <i>S. bitentaculata</i> <i>A. forskalea</i> <i>S. cocometra</i>	<i>A. dinema</i>	<i>B. muscus</i> <i>C. nutans</i> <i>E. viridula</i> <i>G. vertens</i> <i>H. pusillum</i> <i>H. pauper</i> <i>H. maasi</i> <i>P. carnea</i> <i>P. minima</i> <i>Obelia</i> sp. <i>P. porpita</i>
Marzo, 2005	<i>Obelia</i> sp. <i>A. hemistoma</i> <i>A. dinema</i> <i>R. velatum</i> <i>C. hemisphaerica</i> <i>L. tetraphylla</i>	<i>P. porpita</i> <i>S. bitentaculata</i>		<i>A. macrodactyla</i> <i>A. c.f. apsteini</i> <i>B. muscus</i> <i>C. discoïda</i> <i>C. lomaе</i> <i>C. tetrastyla</i> <i>E. dumortieri</i> <i>E. viridula</i> <i>E. paradoxica</i> <i>S. cocometra</i> <i>S. ophiogaster</i>

La prueba de ANOVA realizada con los índices de diversidad de los seis periodos comparados mostró diferencias significativas para la riqueza específica ($F=13.25$, $p<0.05$) y el índice de Shannon-Wiener ($F=2.41$, $p<0.05$) (Fig. 23). La densidad también se comparó con la misma prueba y mostró diferencias significativas entre los periodos ($F=8.07$, $p<0.05$) (Fig. 24). Según la prueba post hoc de Tukey, los periodos en los que se registraron valores de riqueza significativamente mayores fueron enero y octubre de 2003, mientras que la mayor densidad ocurrió en enero de 2003.

Las comunidades de medusas tienden a presentar mayores densidades en verano o en la época de lluvias (Rodríguez-Sáenz *et al.*, 2012) cuyas condiciones incluyen las

mayores temperaturas del año, como ocurrió en octubre de 2003. Sin embargo, enero de 2003 presentó los valores más altos de riqueza, diversidad y abundancia (Figs. 23 y 24), a pesar de que no se tienen datos del mismo mes en otro año, parece ser que las condiciones en dicho periodo fueron atípicas, más adelante se profundizará en los fenómenos que ocurrieron y podrían haber favorecido la presencia de las medusas en la Bahía de Banderas.

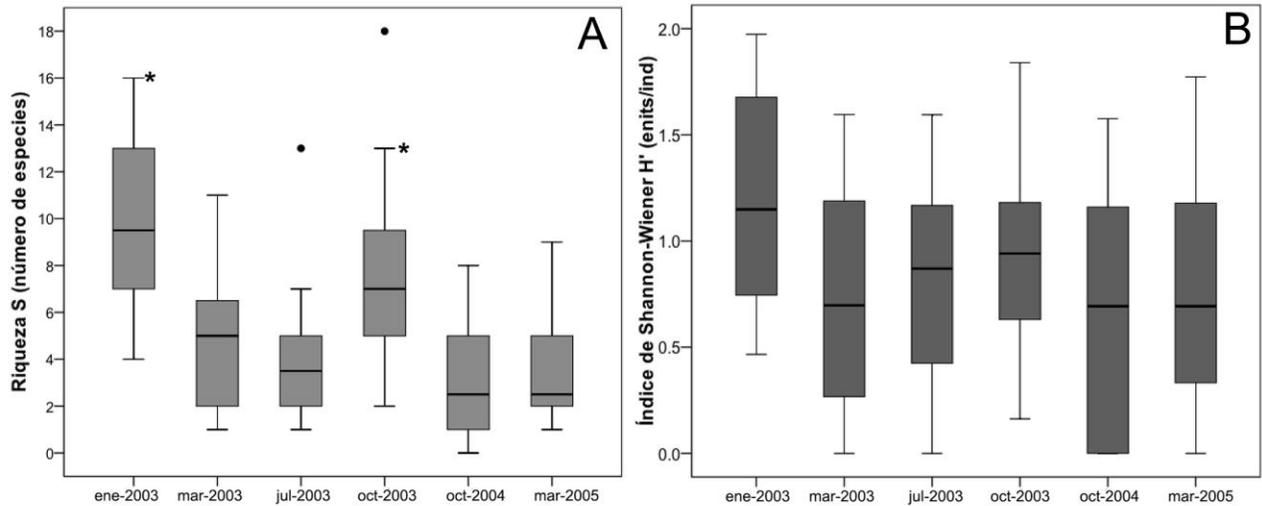


Figura 23. Valores promedio con intervalos de confianza (95%). A. Riqueza específica (S). B. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'). *Periodos que mostraron diferencias significativas.

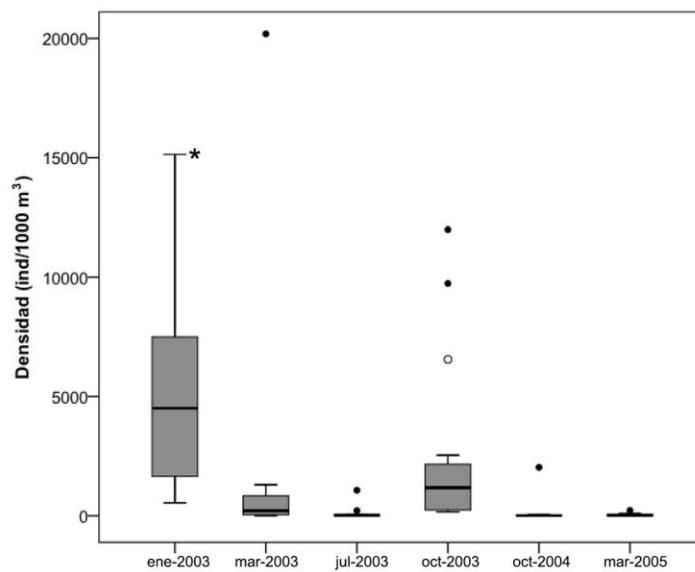


Figura 24. Densidad de medusas (ind/1000 m³) con intervalos de confianza (95%). *Periodos que mostraron diferencias significativas.

Distribución y abundancia de las medusas en la Bahía de Banderas durante seis periodos

Las 10 especies más abundantes en el área mostraron intervalos de distribución amplios, ya que es posible encontrarlas en distintas estaciones del año, temperaturas y en zonas tanto cercanas como alejadas de la costa (Tabla 6). También se encontraron especies que, por el intervalo de temperatura en el que se distribuyen, podrían ser estenotérmicas, algunas solo en altas temperaturas como *A. australis*, *M. browneii*, *B. muscus*, *E. duodecimalis*, *E. mira*, *L. pterophylla*, *L. blondina*, *P. minor*, entre otras; temperaturas medias: *C. tenella*, *S. flavescens*, *L. octona*, *P. quadrata*, *S. incisa*, *C. octonaria*, etc. o solo en un intervalo estrecho, como *A. elata*, *P. martagon*, *C. frugífera*, *P. clara*, *P. diegensis*.

Asímismo, la mayoría de las especies se encuentran en intervalos amplios de distancia a la costa, aunque un porcentaje importante de las especies (35%) cuenta con una distribución restringida a menor distancia de la costa (*C. lomae*, *P. diegensis*, *M. cirratum*, *E. duodecimalis*, *C. forbesii*, *E. viridula*, *K. enigmatica*, etc.) y otras pocas sólo se distribuyen lejos de ésta (*P. minor*, *H. maasi* y *A. c.f. apsteini*).

Destaca que en la Bahía, así como en otras comunidades tropicales y subtropicales se encuentran *A. hemistoma*, *L. tetraphylla* y *S. bitentaculata* entre las especies más frecuentes y con mayores abundancias (Segura-Puertas, 1984, 1991, 1992; Navas-Pereira y Vanucci, 1991; Pagès y Gili, 1992; Suárez-Morales *et al.*, 1999; Gasca *et al.*, 2003; Loman-Ramos *et al.*, 2007; Franco-Gordo, 2009; Segura-Puertas *et al.*, 2010; Rodríguez-Sáenz *et al.*, 2012; Puente-Tapia, 2012). En la Bahía de Banderas fueron registradas en las distintas temporadas y en ambientes costeros, neríticos y oceánicos. Las tres son especies holoplanctónicas, de hábitos generalmente oceánicos, euritérmicas y eurihalinas (Navas-Pereira y Vanucci, 1991) características que facilitan su amplia distribución tanto temporal como espacial.

Las especies con distribuciones aparentemente restringidas en cuanto a temperatura y distancia de la costa en la Bahía (Tabla 6) son aquellas que cuentan con uno o muy pocos registros, insuficientes para concluir algo al respecto. Muchas de ellas son meroplanctónicas, por lo que su ciclo de vida depende de la interacción de diversos factores (Arai, 1992), lo cual disminuye la probabilidad de encontrar su fase medusoide.

Tabla 6. Medusas registradas en la Bahía de Banderas en seis periodos con sus intervalos de distribución de TSM (°C) y DC: distancia de la costa (km). Clasificación: H (holoplanctónica), M (meroplanctónica) y U (sólo medusa conocida). Hábito: O (océanico) y N (nerítico).

Especie	Densidad promedio (Ind/1000 m ³)	TSM mín (°C)	TSM máx (°C)	DC mín (km)	DC máx (km)	Enero, 2003	Marzo, 2003	Julio, 2003	Octubre, 2003	Octubre, 2004	Marzo, 2005	Clasificación	Hábito
<i>A. hemistoma</i>	522.03	23.0	30.1	0.20	20.50	x	x	x	x	x	x	H	O
<i>L. tetraphylla</i>	459.54	22.5	31.5	0.20	20.50	x	x	x	x	x	x	H	O
<i>S. bitentaculata</i>	128.30	22.5	30.5	0.20	20.50	x	x	x	x	x	x	H	O
<i>C. hemispherica</i>	113.47	24.0	31.3	0.20	20.50	x	x	x		x		M	N
<i>N. punctata</i>	54.52	26.4	30.5	0.45	20.50	x	x	x				M	N
<i>C. fallax</i>	41.17	23.0	30.2	0.45	20.50		x	x					U
<i>R. velatum</i>	39.86	22.5	30.9	0.20	20.50	x	x	x		x		H	O
<i>C. discoidea</i>	26.08	24.4	30.5	0.20	14.70	x				x	x	M	
<i>E. paradoxica</i>	25.63	22.5	31.3	0.20	20.50		x	x		x		M	N
<i>A. macrodactyla</i>	18.53	23.0	31.5	0.45	20.50	x	x	x		x		M	N
<i>A. elata</i>	14.01	26.9	27.5	0.60	20.50	x						H	O
<i>A. australis</i>	11.82	29.9	31.3	0.20	14.70				x			M	N
<i>Obelia</i> sp.	11.08	23.0	31.3	0.20	20.50	x	x	x	x	x	x	M	N
<i>S. cocometra</i>	9.85	25.0	30.6	0.20	20.50	x		x	x	x	x	M	N
<i>C. tetrastyla</i>	8.08	24.0	31.2	0.20	14.70	x	x	x		x		M	N/O
<i>C. lomae</i>	7.54	24.5	30.6	0.45	3.70			x		x		M	N
<i>S. reesi</i>	6.22	23.0	31.3	0.20	14.00		x	x	x			M	
<i>E. gracilis</i>	4.84	26.0	31.3	0.20	14.00		x	x				M	
<i>A. dinema</i>	4.65	24.0	30.5	0.20	6.90	x	x		x	x		M	N
<i>M. browneii</i>	3.09	29.9	31.5	0.20	14.70				x			M	
<i>P. martagon</i>	278	26.4	27.2	0.20	6.90	x						U	O
<i>C. frugifera</i>	2.12	26.7	27.3	0.20	20.50	x						M	O
<i>B. muscus</i>	2.12	29.9	30.9	0.45	14.00			x	x	x	x	M	N
<i>P. clara</i>	1.95	26.4	27.2	0.20	6.90	x						U	O
<i>P. diegensis</i>	1.66	26.3	26.9	0.45	1.74	x						M	N
<i>G. proboscidalis</i>	1.55	23.0	27.5	0.45	14.30	x	x					H	O
<i>M. cirratum</i>	1.03	25.0	25.0	0.20	0.20		x					M	N
<i>P. carnea</i>	0.90	26.7	30.0	0.20	14.30	x				x		M	N
<i>P. porpita</i>	0.83	24.0	30.0	0.60	20.50	x				x	x	H	O
<i>E. duodecimalis</i>	0.79	30.1	31.3	0.45	1.70				x			M	N
<i>C. forbesii</i>	0.66	26.9	30.4	0.20	1.74	x		x				M	N
<i>C. tenella</i>	0.55	22.5	24.0	1.74	20.50		x					M	O
<i>S. flavescens</i>	0.55	23.0	25.0	0.20	20.50		x					H	

Tabla 6. (continuación)

Especie	Densidad promedio (ind/1000 m ³)	TSM mín (°C)	TSM máx (°C)	DC mín (km)	DC máx (km)	Enero, 2003	Marzo, 2003	Julio, 2003	Octubre, 2003	Octubre, 2004	Marzo, 2005	Clasificación	Hábito
<i>O. bigelowii</i>	0.44	26.9	30.5	0.45	20.50	x	x					M	N
<i>E. viridula</i>	0.43	24.0	30.0	0.20	1.70					x	x	M	N
<i>K. enigmatica</i>	0.40	26.7	26.7	0.20	0.20	x						U	
<i>L. octona</i>	0.40	22.5	22.5	1.74	1.74		x					M	N
<i>E. mira</i>	0.38	30.5	30.5	0.45	0.45			x				M	
<i>S. ophiogaster</i>	0.25	24.0	31.3	1.70	14.70		x	x		x		M	N
<i>P. noctiluca</i>	0.25	27.2	30.2	1.12	9.80	x	x					H	O
<i>P. quadrata</i>	0.24	24.0	24.0	1.70	1.70		x					M	N
<i>S. incisa</i>	0.24	24.0	24.0	2.80	14.70		x					H	O
<i>E. dumortieri</i>	0.22	24.0	30.9	0.20	1.70			x		x		H	N
<i>C. eximia</i>	0.22	26.3	26.3	0.45	0.45	x						M	N
<i>E. menoni</i>	0.20	26.6	30.5	0.45	9.80	x	x					M	N
<i>A. forskalea</i>	0.18	28.0	30.0	3.70	14.70						x	M	N
<i>C. octonaria</i>	0.16	22.5	22.5	1.74	1.74		x					M	O
<i>E. aurata</i>	0.16	22.5	26.0	0.60	1.74		x					M	N
<i>L. pterophylla</i>	0.16	29.5	30.1	0.45	9.80				x			M	N
<i>L. blondina</i>	0.16	30.1	30.1	0.45	14.00				x			M	
<i>P. minor</i>	0.16	29.9	29.9	14.70	14.70				x			H	N
<i>S. tubulosa</i>	0.16	30.1	30.2	0.45	1.74				x			M	N
Larva escifomedusa	0.10	27.5	27.5	5.00	5.00	x						M	
<i>K. fasciculata</i>	0.08	22.5	22.5	1.74	1.74		x					M	
<i>L. zacae</i>	0.08	31.3	31.3	1.70	1.70				x			M	N
<i>L. ferrarii</i>	0.08	22.5	22.5	1.74	1.74		x					M	N
<i>O. funerarium</i>	0.08	22.5	22.5	1.74	1.74		x					M	
<i>T. tetrellum</i>	0.08	26.0	26.0	0.60	0.60		x					M	
<i>Z. costata</i>	0.08	29.8	29.8	6.90	6.90				x			M	N
<i>C. nutans</i>	0.05	28.0	30.0	1.74	5.00					x		M	
<i>P. minima</i>	0.05	28.0	28.0	5.00	7.10					x		M	N
<i>O. haeckelii</i>	0.05	30.5	30.5	0.45	0.45			x				M	
<i>L. gracilis</i>	0.02	30.5	30.5	0.45	0.45			x				U	N
<i>P. ornata</i>	0.02	30.5	30.5	0.45	0.45			x				M	N
<i>S. producta</i>	0.02	30.5	30.5	7.10	7.10			x				M	N
<i>G. vertens</i>	0.01	28.0	28.0	5.00	5.00					x		M	N
<i>H. pauper</i>	0.01	30.0	30.0	1.70	1.70					x		M	N
<i>H. maasi</i>	0.01	30.0	30.0	9.80	9.80					x		H	O
<i>H. pusillum</i>	0.01	30.0	30.0	1.12	1.12					x		M	
<i>A. c.f. apsteini</i>	0.01	24.4	24.4	9.80	9.80						x	H	O

Las siete especies más frecuentes a lo largo de los seis periodos fueron *L. tetraphylla*, *S. bitentaculata*, *Obelia* sp., *A. hemistoma*, *S. cocometra*, *C. hemisphaerica* y *R. velatum*. *L. tetraphylla* se presentó en los seis periodos, en enero de 2003 tuvo su mayor densidad promedio (792 ind/1000 m³), ya que se encontró en todas las estaciones con altas densidades y concentraciones similares dentro y fuera de la Bahía (Fig. 25). En marzo de 2003 presentó su máxima concentración (18 555 ind/1000 m³) frente a Puerto Vallarta. Meses después, en julio de 2003, disminuyó su población en el área y además su abundancia se desplazó hacia la boca de la Bahía. Posteriormente, en octubre de 2003, se recuperó la abundancia de *L. tetraphylla* con mayores concentraciones hacia la boca de la Bahía, aunque vuelve a aparecer cerca de Puerto Vallarta con 1436 ind/1000 m³. Al año siguiente, octubre de 2004, se observa un decremento poblacional (4.26 ind/1000 m³) y la mayor concentración en la zona sur dentro de la Bahía. Finalmente, en marzo de 2005, su densidad promedio fue de 1.48 ind/1000 m³ y se le encontró únicamente en estaciones neríticas, tanto dentro como fuera de la Bahía.

S. bitentaculata también se encontró a lo largo de los seis periodos en el área de estudio (Fig. 26). En enero de 2003 tuvo su densidad promedio máxima (576.83 ind/1000 m³) y presentó mayores concentraciones hacia la boca de la Bahía y fuera de ésta. En marzo de 2003, hubo un decremento de esta especie y se observó un cambio en su distribución, ya que su mayor densidad se encontró frente a Puerto Vallarta (1510 ind/1000 m³). Sin embargo, en los periodos posteriores (julio y octubre de 2003, octubre de 2004 y marzo de 2005) se presentó mayormente en estaciones de la boca y externas a la Bahía, de acuerdo con su hábito oceánico. Mientras que *Obelia* sp. se registró con mayor frecuencia y abundancia en localidades dentro de la Bahía, a lo largo de los seis periodos (Fig. 27), ya que es una especie de hábito nerítico.

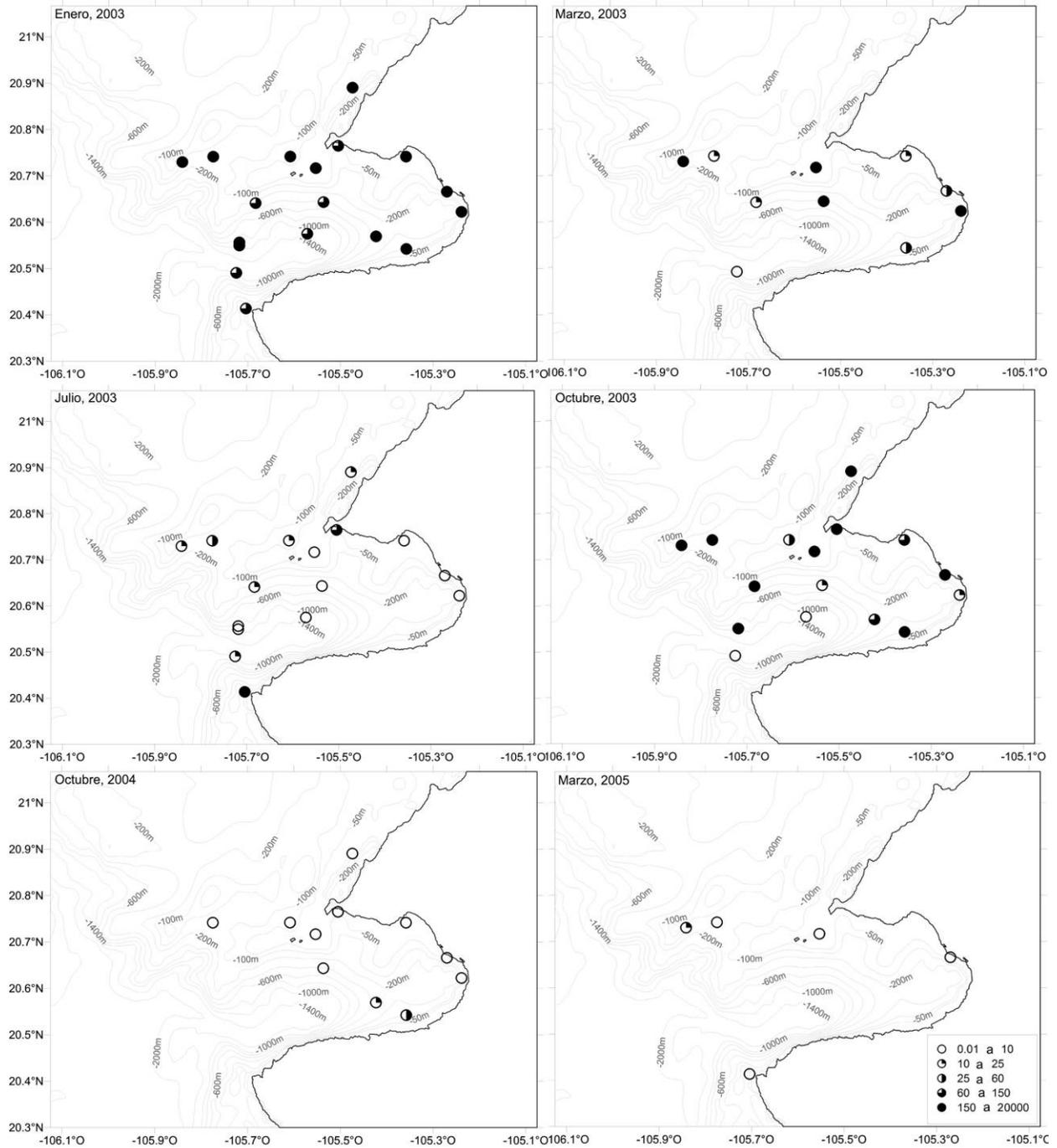


Figura 25. Distribución y densidad (ind/1000 m³) de *Liriope tetraphylla* en la Bahía de Banderas durante seis periodos.

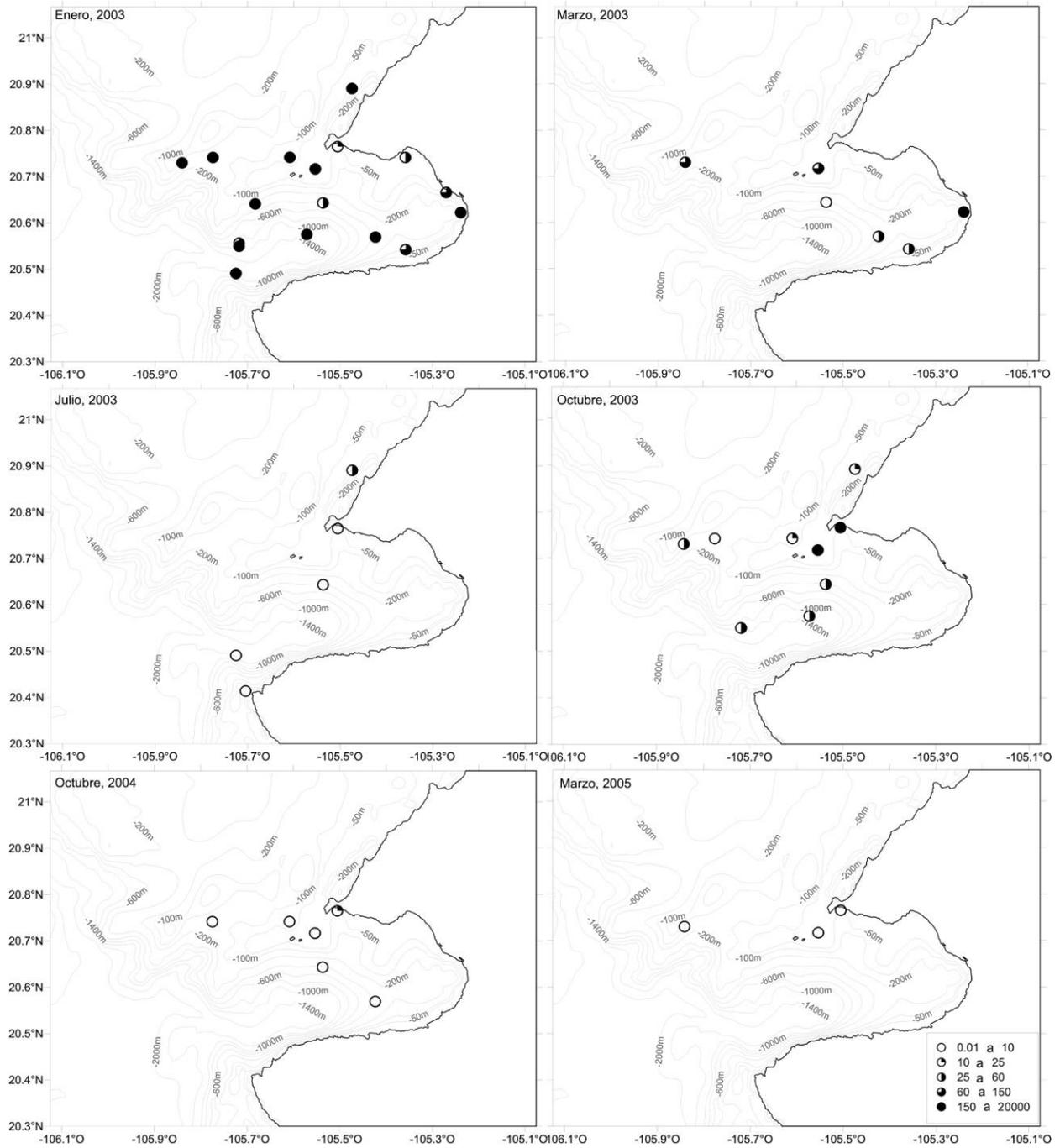


Figura 26. Distribución y densidad (ind/1000 m³) de *Solmundella bitentaculata* en la Bahía de Banderas durante seis periodos.

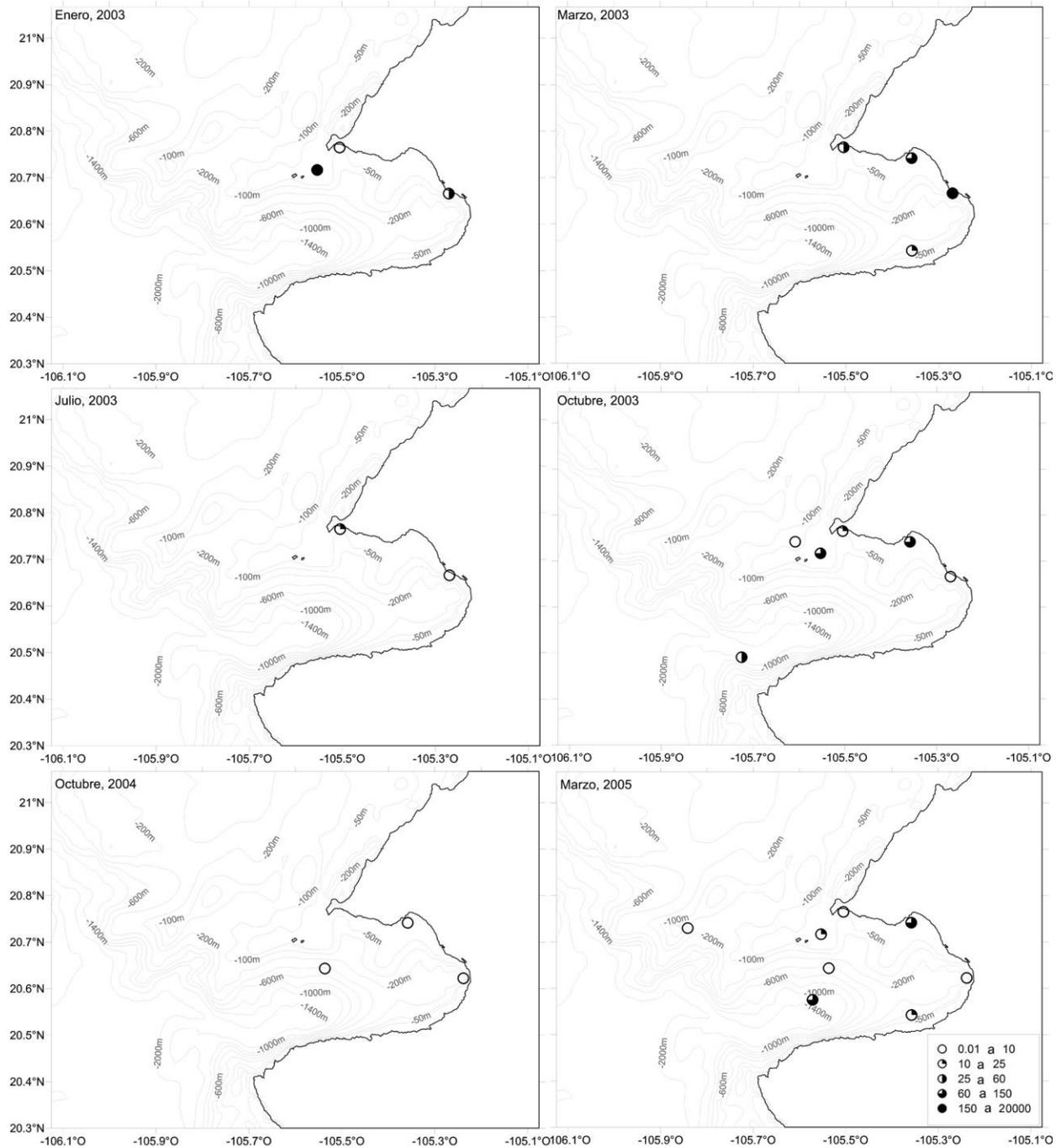


Figura 27. Distribución y densidad (ind/1000 m³) de *Obelia* sp. en la Bahía de Banderas durante seis periodos.

A. hemistoma se presentó en cinco periodos en la Bahía de Banderas con mayor frecuencia en estaciones de la boca de la Bahía y alrededores (Fig. 28). Aunque en enero de 2003 se distribuyó de manera homogénea tanto dentro como fuera de la

Bahía, su mayor concentración se observó en la parte externa, al norte de Punta Mita (11 904 ind/1000 m³). Lo cual es consistente con sus hábitos oceánicos epipelágicos, aunque Segura-Puertas (1984) menciona que también se le encuentra en áreas costeras.

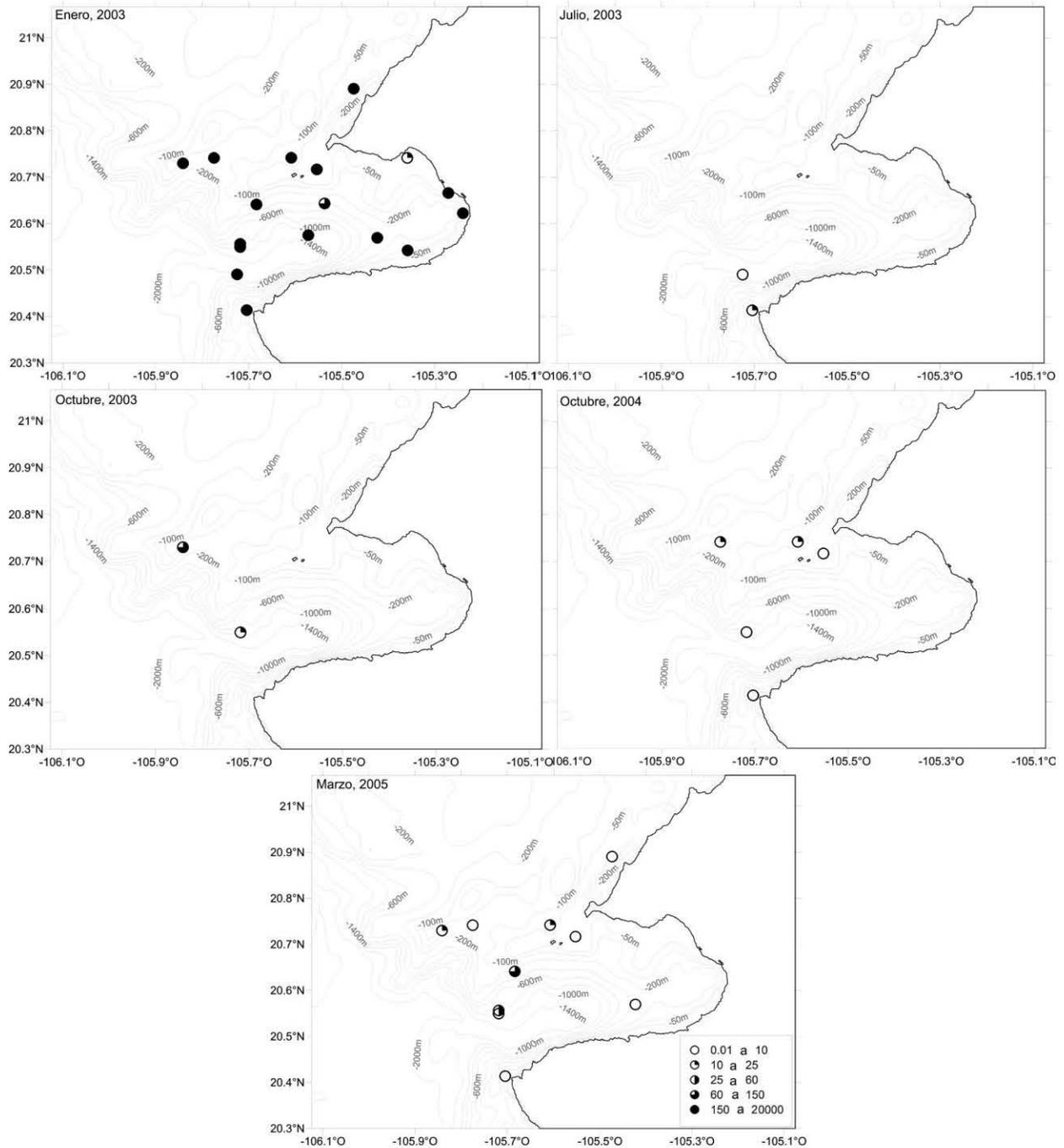


Figura 28. Distribución y densidad (ind/1000 m³) de *Aglaura hemistoma* en la Bahía de Banderas durante seis periodos.

S. cocometra se encontró en la Bahía de Banderas en cinco de los seis periodos analizados (Fig. 29). En enero de 2003 tuvo su valor máximo de densidad promedio (50.1 ind/1000 m³) y estuvo presente tanto en estaciones costeras como oceánicas, dentro y fuera de la Bahía.

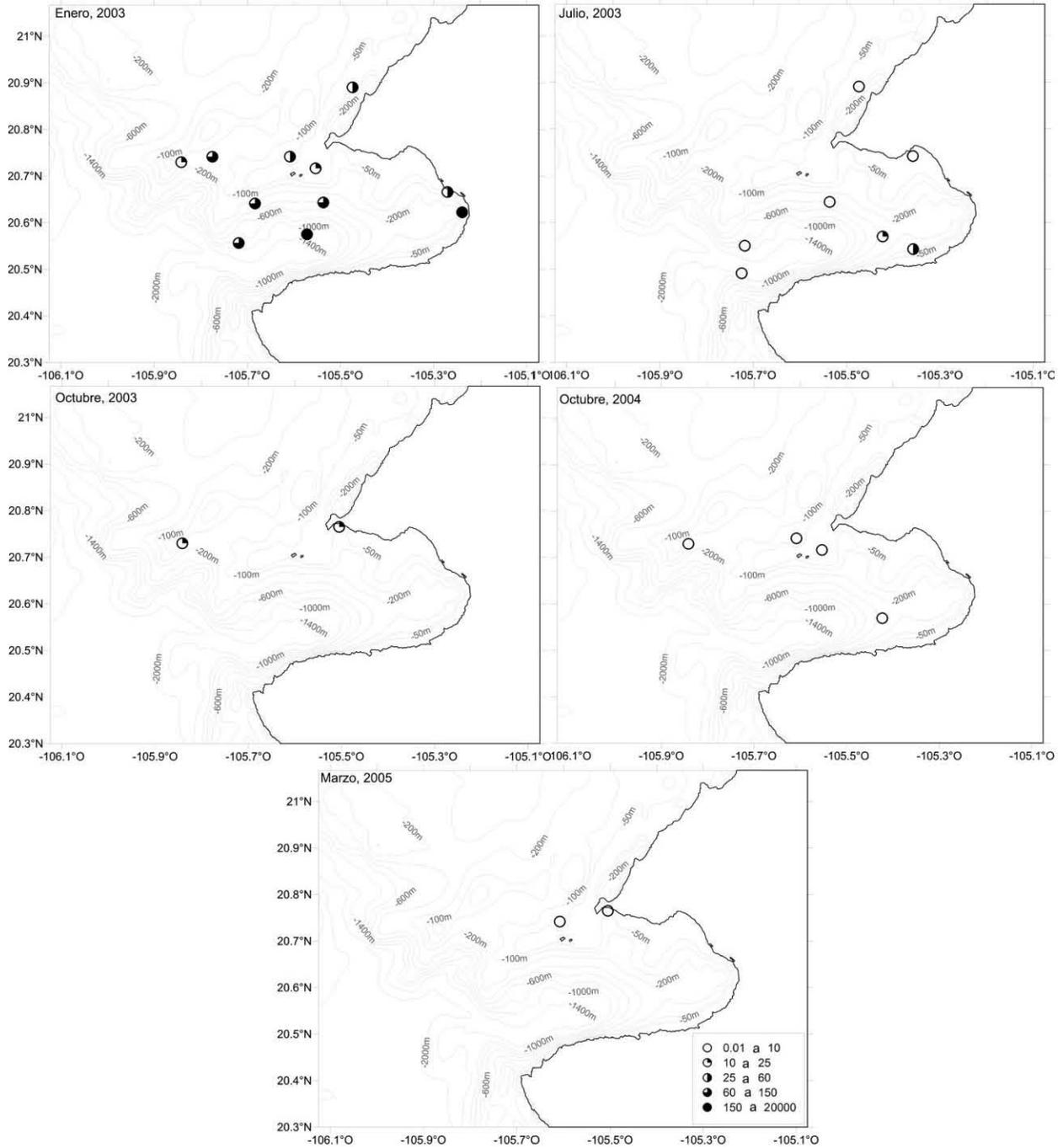


Figura 29. Distribución y densidad (ind/1000 m³) de *Sphaerocoryne cocometra* en la Bahía de Banderas durante seis periodos.

En marzo de 2003, *S. cocometra* no se registró, pero en julio se volvió a presentar, aunque con mayores concentraciones dentro de la Bahía, al sur. Y en los periodos restantes (octubre de 2003 y 2004, y marzo de 2005) su densidad fue mucho menor y su distribución no presentó ningún patrón. Como menciona Segura-Puertas (1984), *S. cocometra* es una especie que presenta bajas densidades y por lo general, aparece de manera esporádica, lo cual es confirmado por otros estudios en el Pacífico Oriental (Bravo *et al.*, 2011; Rodríguez-Sáenz *et al.*, 2012; Palma *et al.*, 2014).

La distribución de *C. hemisphaerica* en el área fue similar a la de *Obelia* sp., ya que fue más frecuente y abundante en estaciones costeras y neríticas (Fig. 30). Aunque en enero de 2003 se encontró en la parte oceánica y al sur de la Bahía, en marzo del mismo año su distribución avanzó hacia la zona costera del noreste, para desaparecer en las muestras de julio. Posteriormente, presentó su mayor densidad promedio en octubre de 2003 (638 ind/1000 m³) cuyas mayores concentraciones se dieron en la zona norte de la Bahía, al igual que en marzo de 2005. *C. hemisphaerica* es, efectivamente, clasificada como una especie de ambientes costeros y existen registros de sus pólipos desde el intermareal hasta los 1000 m de profundidad (Mitsuo *et al.*, 2014).

R. velatum, al igual que *A. hemistoma*, mostró preferencia por ambientes con mayor influencia oceánica en el área de la Bahía de Banderas (Fig. 31). En enero de 2003 esta especie tuvo su máxima densidad promedio (195.7 ind/1000 m³) distribuyéndose en todas las estaciones de manera más o menos homogénea. En marzo del mismo año disminuyó su abundancia y se distribuyó mayormente en la estaciones cercanas a la boca y fuera de la Bahía. En julio de 2003 continuó disminuyendo su población y se observó únicamente en estaciones externas a la Bahía. No se tuvieron ejemplares durante octubre de 2003 ni 2004, pero en marzo de 2005 volvió a aparecer en el área oceánica externa a la Bahía de Banderas. La ubicación de *R. velatum* en la zona de estudio coincide con sus hábitos oceánicos (Kramp, 1968).

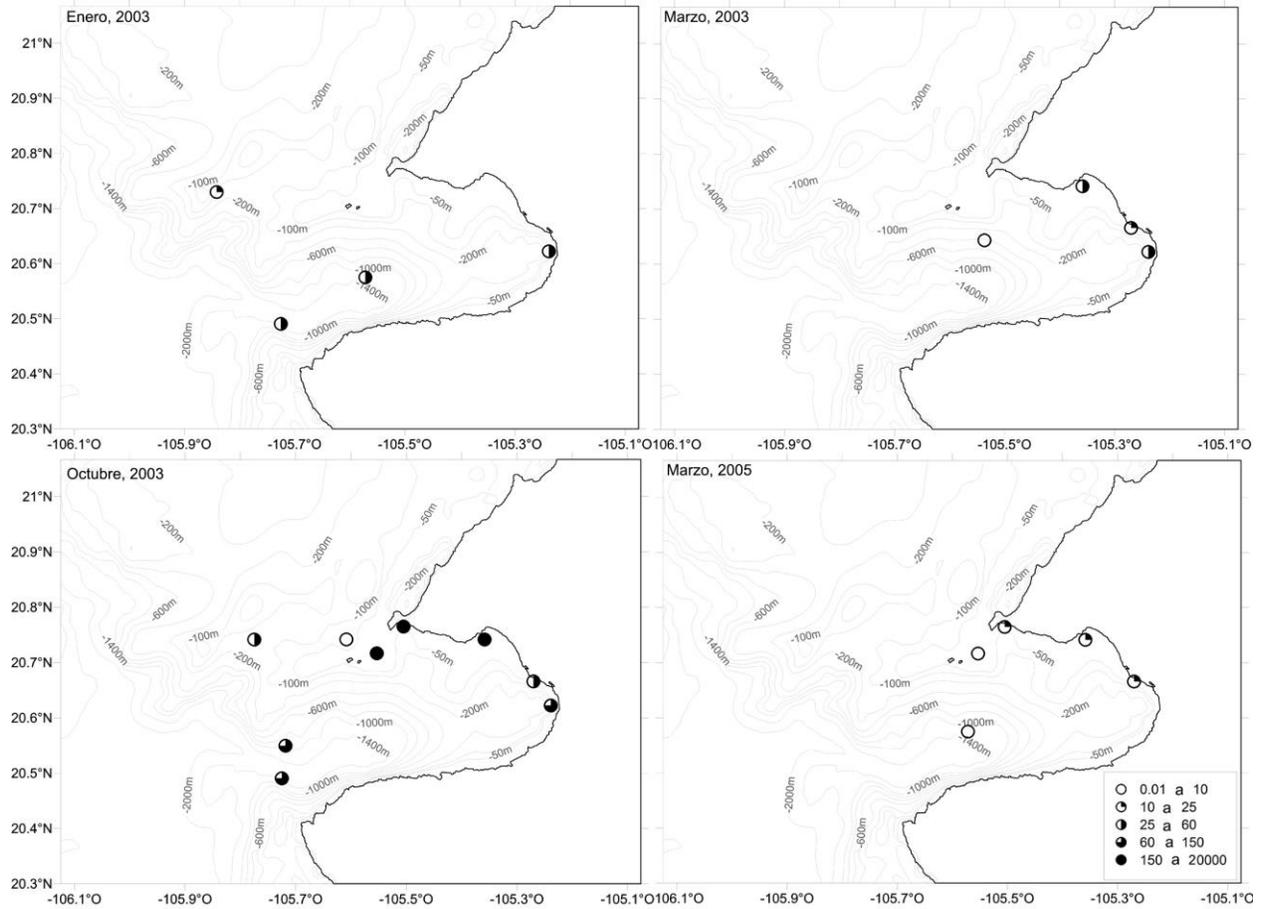


Figura 30. Distribución y densidad (ind/1000 m³) de *Clytia hemisphaerica* en la Bahía de Banderas durante seis periodos.

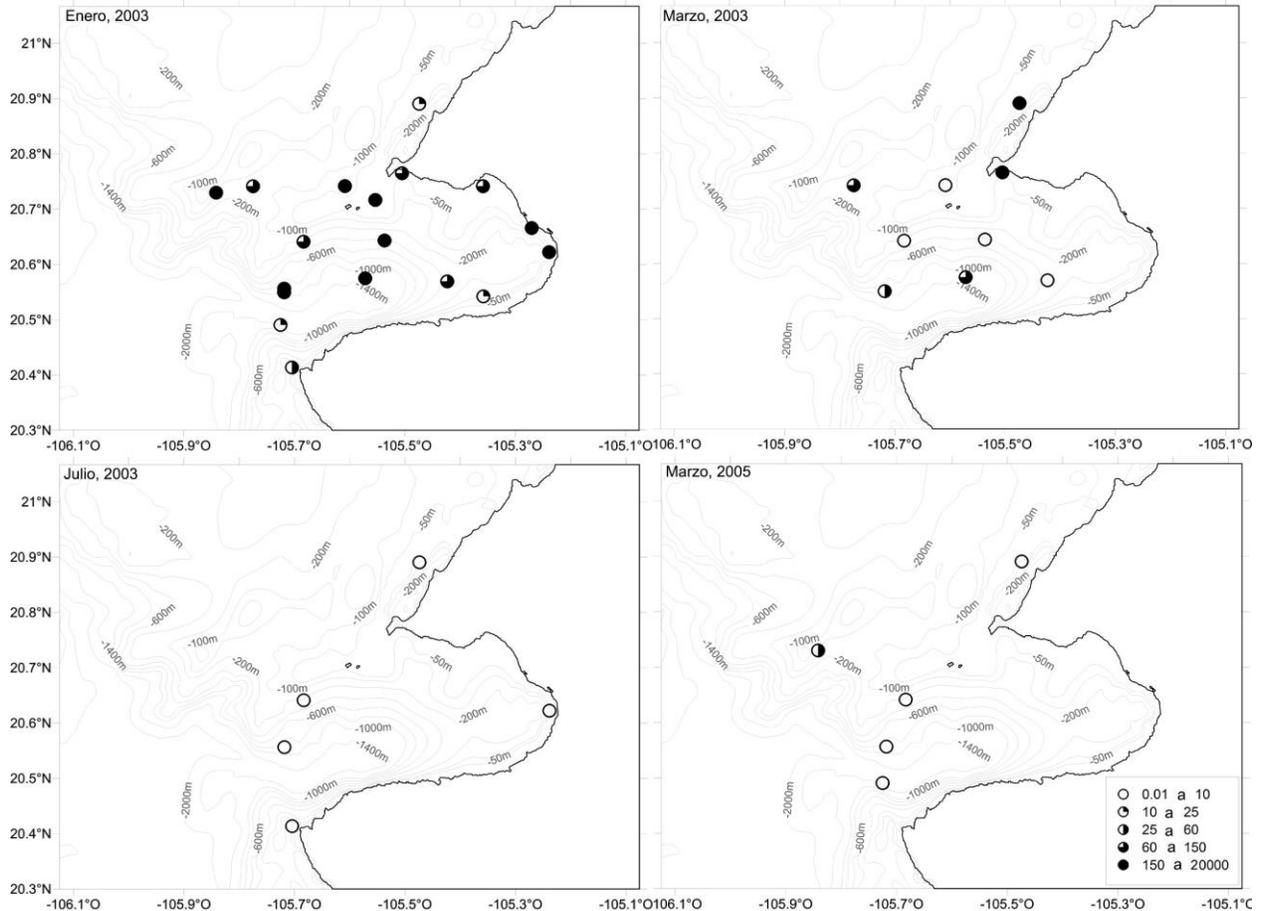


Figura 31. Distribución y densidad (ind/1000 m³) de *Rhopalonema velatum* en la Bahía de Banderas durante seis periodos.

Asociaciones de las comunidades de medusas

Por medio del cálculo de distancias euclidianas se generó un dendrograma en el que se reconocen tres grupos por su afinidad en cuanto a la composición a lo largo de los seis periodos muestreados (Fig. 32). En las agrupaciones obtenidas quedaron incluidas 60 de las 70 especies registradas en los seis periodos analizados.

Se denominó al primer grupo como “Costero”, ya que incluye a las estaciones 8 y 14, que se caracterizan por valores altos de riqueza (S) y se encuentran cerca de las islas Marietas y la desembocadura del río Ameca, respectivamente (Fig. 33). En este grupo se registró la densidad promedio por estación más alta y el promedio de la temperatura fue de 28 °C, 0.4 °C por encima de la media total. Las especies más abundantes del grupo Costero son *L. tetraphylla* (871.7 ind/1000 m³), *A. hemistoma*

(235.1 ind/1000 m³) y *R. velatum* (97.7 ind/1000 m³). En este grupo se distribuyen de manera exclusiva las siguientes especies: *C. octonaria*, *K. fasciculata*, *K. enigmática*, *L. octona*, *L. ferrarii*, *M. cirratum* y *O. Funerarium* (Tabla 7).

El siguiente grupo: "Boca", se compone en total de ocho estaciones de la boca y la zona del cañón de la Bahía (Fig. 33), cuya temperatura media es 27.6 °C y se encuentra por debajo de la TSM media total. Las mayores abundancias corresponden a *A. hemistoma* (740.5 ind/1000 m³), *S. bitentaculata* (138.9 ind/1000 m³) y *L. tetraphylla* (102.3 ind/1000 m³). Las especies que se encontraron únicamente en este grupo son: *A. c.f. apsteini*, *G. vertens*, *H. maasi*, *H. pusillum*, *P. noctiluca*, *P. minima*, *P. minor*, *S. incisa*, *S. producta* y las larvas de escifomedusa (Tabla 7).

Finalmente, el grupo "Central" está conformado por una línea de tres estaciones que cruzan la Bahía de este a oeste por el centro, cerca de la isobata de 200 m (Fig. 33). Su temperatura media de 27.7 °C, se ubica entre las temperaturas de los otros grupos. Sus especies de mayor abundancia son *L. tetraphylla* (232.9 ind/1000 m³), *A. hemistoma* (82.4 ind/1000 m³) y *E. paradoxica* (41.7 ind/1000 m³). *Z. costata* es la única especie exclusiva para el grupo Central.

Cinco estaciones quedaron fuera de las agrupaciones, lo cual se debe en términos generales a que en su composición se encontraron especies poco frecuentes o combinaciones de densidades y especies muy distintas a las de otras estaciones. 23 especies estuvieron representadas en los tres grupos, de las que destacan *A. hemistoma*, y *S. bitentaculata* que se presentaron en las tres asociaciones, sin embargo, tuvieron mayores densidades en las estaciones del grupo Boca, de acuerdo con sus hábitos oceánicos, por lo que es posible decir que el área de la boca de la Bahía está caracterizada por altas abundancias de estas especies. Mientras tanto, en el grupo Costero, *L. tetraphylla* fue quien dominó, lo cual puede explicarse debido a que es una especie euritérmica y eurihalina, por lo que tiene capacidad de proliferar en condiciones poco estables como son las zonas costeras (Loman-Ramos *et al.*, 2007).

El grupo Boca es el que tiene más riqueza específica (S), sin embargo el grupo Costero posee un mayor índice de Shannon-Wiener y cuenta con 43 especies en sólo dos estaciones, por lo que las estaciones de este grupo parecen ser las de mayor diversidad biológica (Tabla 8). Esto confirma que en la Bahía de Banderas la zona

costera posee mayor diversidad que la zona oceánica. En otras zonas se ha observado lo contrario, atribuyendo dicho patrón a la relativa estabilidad que ofrece la zona oceánica en comparación con las costas (Loman-Ramos *et al.*, 2007; Puente-Tapia, 2012). En cambio, la mayor parte de las especies reportadas en la Bahía de Banderas son meroplanctónicas y por tanto, se presentan en la zona costera y nerítica, sin mostrar las altas dominancias de las especies holoplanctónicas.

Tabla 7. Especies presentes en los grupos de asociación de medusas en la Bahía de Banderas en seis periodos. F: frecuencia de aparición en el grupo (%), \bar{X} : densidad promedio (ind/1000 m³). Especie exclusiva del grupo 1) Costero, 2) Boca, 3) Central y *) se encuentra en los tres grupos.

Especies	Costero		Boca		Central	
	%F	\bar{X}	%F	\bar{X}	%F	\bar{X}
<i>Aequorea forskalea</i>	-	-	50.0	0.33	33.3	0.19
<i>Aequorea macrodactyla</i>	-	-	75.0	19.02	100	18.44
* <i>Aglantha elata</i>	50.0	3.50	87.5	23.82	66.6	3.67
* <i>Aglaura hemistoma</i>	100	235.09	100	740.46	100	82.36
* <i>Amphinema australis</i>	100	8.25	37.5	1.20	33.3	0.92
<i>Amphinema dinema</i>	50.0	0.37	-	-	33.3	0.11
2 <i>Amphogona c.f. apsteini</i>	-	-	12.5	0.03	-	-
* <i>Bougainvillia muscus</i>	50.0	0.11	25.0	0.69	33.3	0.46
* <i>Clytia discoida</i>	100	39.08	50.0	6.92	100	2.49
* <i>Clytia hemisphaerica</i>	100	31.25	75.0	6.90	33.3	0.46
* <i>Clytia lomae</i>	50.0	0.17	12.5	0.09	33.3	0.28
* <i>Cnidostoma fallax</i>	50.0	25.44	62.5	16.67	33.3	12.83
<i>Corymorpha forbesii</i>	100	2.98	-	-	-	-
<i>Cunina frugifera</i>	50.0	7.00	37.5	2.85	-	-
1 <i>Cunina octonaria</i>	50.0	1.38	-	-	-	-
<i>Corymorpha nutans</i>	50.0	0.15	12.5	0.07	-	-
* <i>Cunina tenella</i>	50.0	0.69	12.5	0.69	33.3	0.92
* <i>Cytaeis tetrastyla</i>	100	1.08	75.0	7.30	100	6.99
<i>Ectopleura dumortieri</i>	50.0	0.11	-	-	-	-
<i>Eirene viridula</i>	50.0	0.11	-	-	-	-
<i>Eucheilota menoni</i>	-	-	12.5	0.04	-	-
* <i>Eucheilota paradoxa</i>	100	2.17	50.0	37.47	33.3	41.71
<i>Euphysa aurata</i>	50.0	0.69	-	-	-	-
* <i>Eutima gracilis</i>	100	11.00	12.5	0.34	33.3	0.46
<i>Geryonia proboscidalis</i>	-	-	12.5	0.34	-	-
2 <i>Gonionemus vertens</i>	-	-	12.5	0.04	-	-

Tabla 7. (continuación)

Especies	Costero		Boca		Central	
	%F	\bar{X}	%F	\bar{X}	%F	\bar{X}
2 <i>Halecium pusillum</i>	-	-	12.5	0.05	-	-
2 <i>Halitrephes maasi</i>	-	-	12.5	0.04	-	-
1 <i>Koellikerina fasciculata</i>	50.0	0.69	-	-	-	-
<i>Larsonia pterophylla</i>	-	-	12.5	0.17	-	-
1 <i>Leuckartiara octona</i>	50.0	3.44	-	-	-	-
* <i>Liriope tetraphylla</i>	100	871.71	100	102.27	100	232.90
<i>Lizzia blondina</i>	-	-	12.5	0.17	-	-
1 <i>Lizzia ferrarii</i>	50.0	0.69	-	-	-	-
2 Larva escifomedusa	-	-	12.5	0.21	-	-
<i>Mitrocomella brownei</i>	100	11.00	37.5	2.92	-	-
1 <i>Mitrocomium cirrata</i>	50.0	8.94	-	-	-	-
* <i>Nausithoe punctata</i>	50.0	8.23	75.0	38.81	66.6	13.08
* <i>Obelia</i> sp.	100	48.68	50.0	2.71	66.6	2.13
<i>Octophialucium bigelowi</i>	50.0	1.75	25.0	0.48	-	-
1 <i>Octophialucium funerarium</i>	50.0	0.69	-	-	-	-
* <i>Pegantha clara</i>	100	13.17	12.5	0.79	33.3	0.39
* <i>Pegantha martagon</i>	50.0	21.00	12.5	0.40	33.3	0.39
2 <i>Pelagia noctiluca</i>	-	-	37.5	0.59	-	-
<i>Phialopsis diegensis</i>	50.0	1.75	-	-	-	-
2 <i>Podocorynoides minima</i>	-	-	25.0	0.11	-	-
<i>Podocoryna carnea</i>	50.0	3.50	-	-	-	-
* <i>Porpita porpita</i>	50.0	0.92	62.5	1.37	33.3	0.39
2 <i>Protiaropsis minor</i>	-	-	12.5	0.34	-	-
* <i>Rhopalonema velatum</i>	100	97.71	100	41.50	100	16.79
<i>Sarsia tubulosa</i>	50.0	0.69	-	-	-	-
* <i>Solmaris flavescens</i>	50.0	0.69	25.0	0.69	66.6	0.92
<i>Solmissus incisa</i>	-	-	12.5	0.34	-	-
* <i>Solmundella bitentaculata</i>	100	62.32	100	138.92	100	25.54
* <i>Sphaerocoryne cocometra</i>	100	5.40	87.5	7.66	100	16.06
* <i>Stauridiosarsia ophiogaster</i>	50.0	0.11	12.5	0.17	33.3	0.46
2 <i>Stauridiosarsia producta</i>	-	-	12.5	0.04	-	-
<i>Stauridiosarsia reesi</i>	100	27.50	12.5	1.03	-	-
3 <i>Zanclaea costata</i>	-	-	-	-	33.3	0.46

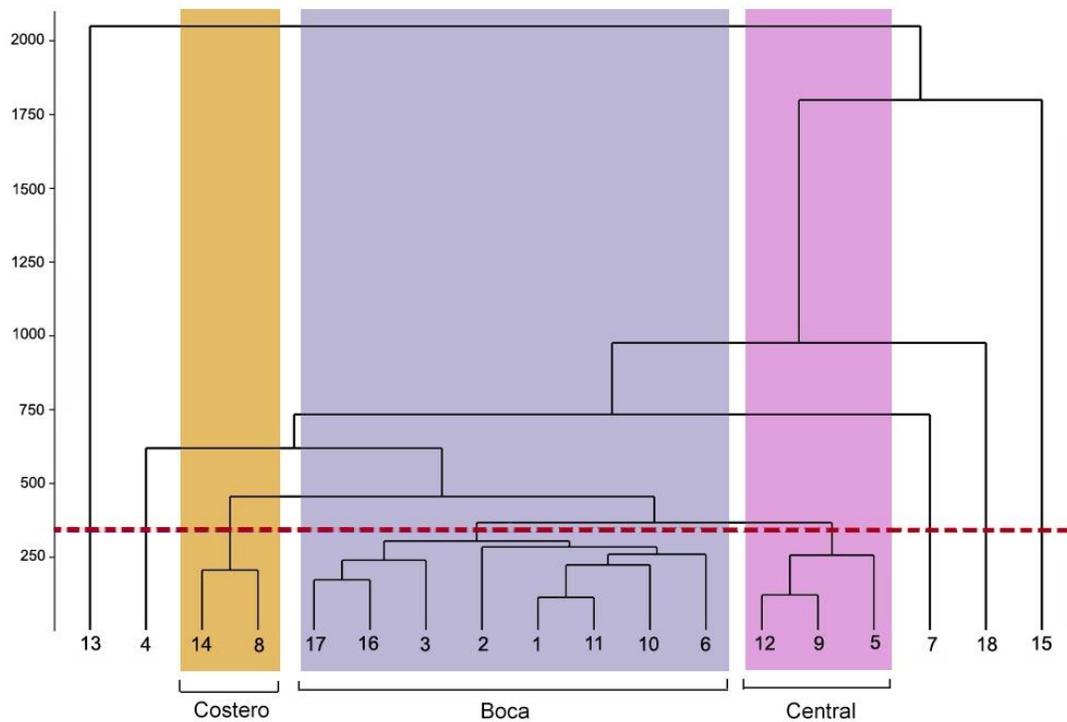


Figura 32. Dendrograma de distancias Euclidianas con las estaciones de muestreo afines por su composición y abundancia de especies de medusas en Bahía de Banderas, México en seis periodos.

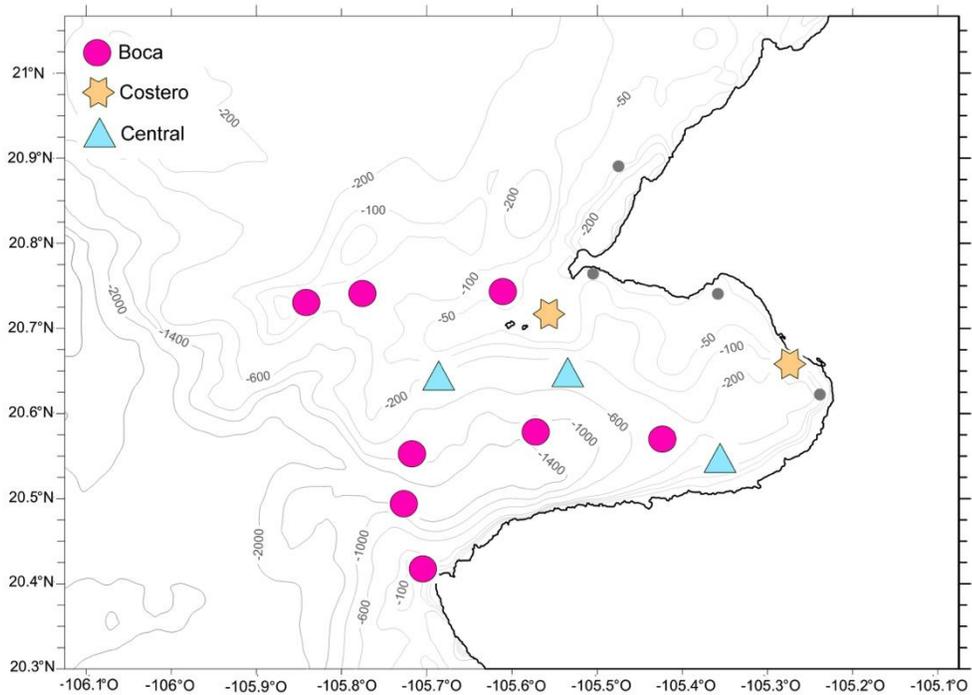


Figura 33. Distribución de los grupos de estaciones afines por su comunidad de medusas en la Bahía de Banderas, México.

Tabla 8. Índices de diversidad biológica promedio en cada agrupación de estaciones. NE: número de estaciones, S: riqueza específica, H': diversidad de Shannon-Wiener (enits/ind), λ : dominancia de Simpson, J': equitatividad de Pielou.

Grupo	NE	S	H'	λ	J'
Costero	2	43	1.678	0.348	0.496
Boca	8	44	1.251	0.465	0.439
Central	3	27	1.626	0.301	0.590

Las diferencias entre los grupos no parecen suficientes, ya que casi una tercera parte de las especies (32.8%) es compartida por las tres asociaciones, por lo que no es posible diferenciar totalmente tres comunidades en la Bahía de Banderas, tal vez debido a las dimensiones de ésta o a la poca información disponible. Sería importante incrementar el número de variables y de periodos para identificar la existencia de distintas comunidades.

Relación de la comunidad de medusas con parámetros ambientales

Las pruebas de correlación de Spearman realizadas en busca de alguna variable ambiental que estuviera relacionada con los cambios en la comunidad de medusas mostraron que existe una correlación negativa entre la distancia de la costa y la riqueza ($\rho_s = -0.164$, $p < 0.05$), de igual manera ocurre con el índice de Shannon-Wiener ($\rho_s = -0.251$, $p < 0.05$) (Fig. 34). Esto quiere decir que la mayor riqueza y diversidad se encuentran en las estaciones más cercanas a la costa. La prueba de regresión lineal fue significativa sólo para el índice de Shannon-Wiener. Estos resultados confirman lo observado para el periodo de marzo de 2005, en cuanto a que la comunidad de medusas de la Bahía de Banderas presenta mayores concentraciones tanto de individuos como de especies en estaciones costeras y neríticas. Es importante tomar en cuenta la cantidad de factores que significan encontrar a un organismo cerca o lejos de la costa, ya que las zonas costeras poseen mayor disponibilidad de nutrientes pero también implican inestabilidad en cuanto a las condiciones físicas (turbidez, salinidad, concentración de oxígeno, temperatura) y el impacto de actividades humanas (Eloire *et al.*, 2010). Por ello, las especies costeras tanto de fitoplancton como de zooplancton

cuentan con estadios bentónicos capaces de resistir hasta que las condiciones sean favorables y es cuando son capaces de proliferar (Boero *et al.*, 1996).

La TSM no mostró ninguna correlación significativa con los atributos de la comunidad de medusas en la Bahía de Banderas, a pesar de ser una de las variables mencionadas de manera recurrente en los estudios de zooplancton. En latitudes bajas o tropicales, los cambios estacionales de temperatura no son tan drásticos como en zonas templadas y por lo tanto, habría que considerar otras variables como limitantes para las comunidades (Santhakumari y Nair, 1999).

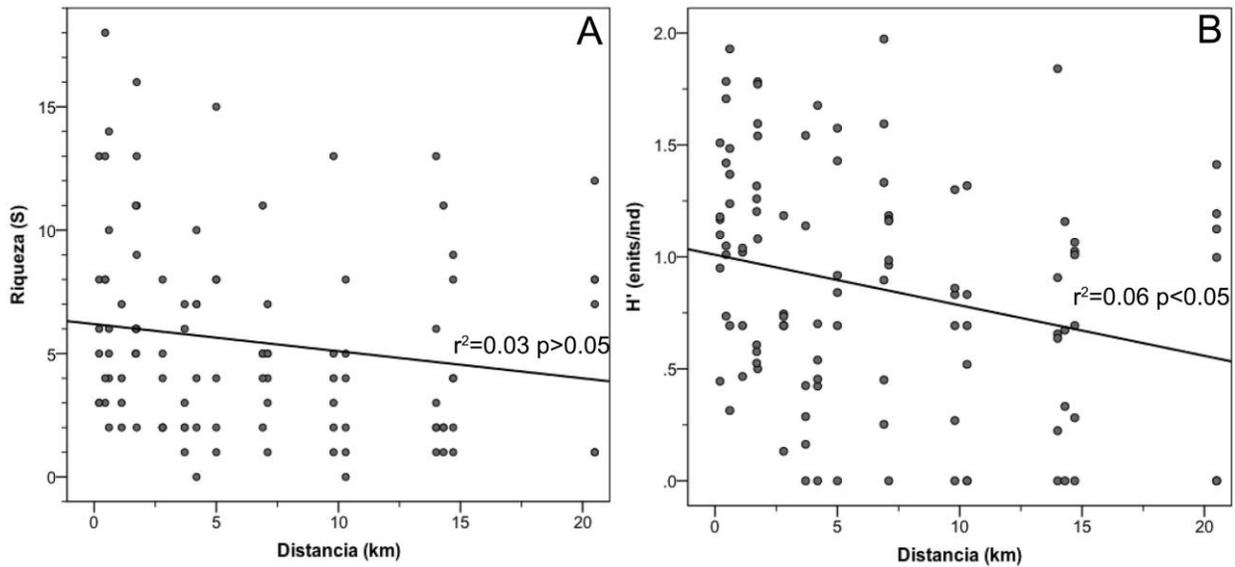


Figura 34. Correlación de Spearman de la distancia a la costa (km) con la riqueza específica (A) y el índice de Shannon-Wiener (B) de la comunidad de medusas en seis periodos de muestreo en la Bahía de Banderas, México.

Después se realizó el mismo análisis pero con las 15 especies de mayor densidad y las variables ambientales: TSM y DC (Tabla 9). Se utilizaron solo las especies cuyas abundancias y frecuencias fueron consideradas como suficientes para obtener resultados confiables. De acuerdo con dicho análisis, *A. hemistoma*, *R. velatum* y *E. paradoxica* se distribuyen mayormente en menores temperaturas, aunque, cabe mencionar que la temperatura mínima registrada en la Bahía es de 22.5 °C. Las primeras dos especies son conocidas por su amplia distribución en todo el mundo en latitudes tropicales y subtropicales (Kramp, 1968).

Cabe mencionar que *R. velatum* se encontró en todos los periodos, excepto en los que presentaron las mayores TSM (octubre de 2003 y 2004), se ha mencionado que esta especie tiene preferencia por temperaturas templadas (Navas-Pereira y Vanucci, 1991) y esto pudo haber provocado que *R. velatum* migrara a mayores profundidades, ya que es una especie euribática (Kramp, 1968). Aunque, otro factor podría ser la ausencia de la Corriente de California en el área durante octubre, ya que dicha especie ha sido encontrada con frecuencia al norte de la Bahía de Banderas, en el Golfo de California y California (Alvariño, 1999) y podría estar siendo transportada ahí por dicha corriente.

Tabla 9. Correlación (ρ_s) de la densidad de las especies de medusas más abundantes en Bahía de Banderas con las variables ambientales.

Especie	TSM (°C)	DC (km)
<i>A. hemistoma</i>	-0.207*	0.185
<i>L. tetraphylla</i>	0.084	-0.060
<i>S. bitentaculata</i>	-0.159	0.038
<i>C. hemisphaerica</i>	0.040	-0.188
<i>N. punctata</i>	0.039	0.157
<i>C. fallax</i>	-0.004	0.072
<i>R. velatum</i>	-0.406**	0.047
<i>C. discoida</i>	-0.039	-0.124
<i>E. paradoxica</i>	-0.367**	-0.059
<i>A. macrodactyla</i>	0.092	0.148
<i>A. elata</i>	-0.113	0.116
<i>A. australis</i>	0.307**	-0.127
<i>Obelia</i> sp.	-0.070	-0.409*
<i>S. cocometra</i>	0.099	0.066
<i>C. tetrastyla</i>	0.038	-0.012

*Correlación significativa con $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

En cuanto a *E. paradoxica*, es una especie que por lo general no se encuentra en el Pacífico oriental (Kramp, 1968; Mitsuo *et al.*, 2014) y presentó una distribución errática en la Bahía, ya que solo tuvo altas densidades durante marzo de 2003, periodo con la TSM más baja. Sin embargo, es complicado atribuir su abundancia sólo a la

disminución de la temperatura, se deben considerar otras variables así como el hecho de que es una especie meroplanctónica.

A. australis, por otro lado, parece tener preferencia por temperaturas más cálidas, ya que sólo se presentó en el periodo con la mayor TSM (octubre de 2003). A pesar de que esta especie cuenta con registros previos en el Pacífico Mexicano (Bigelow, 1909; Foerster, 1925; Kramp, 1968) se encontró con poca frecuencia en la Bahía de Banderas.

La única especie que mostró correlación con la distancia a la costa fue *Obelia* sp., la cual se distribuye mayormente en las estaciones neríticas y costeras. Como se ha mencionado previamente, este es un hábito característico de las especies meroplanctónicas.

Las correlaciones significativas fueron pocas, lo cual indica que con los datos disponibles no es posible determinar las condiciones óptimas para la distribución de las especies de medusas en la Bahía de Banderas, ya que estos organismos responden a una multitud de factores, como salinidad, oxígeno, productividad, luz, entre otros, y la interacción entre ellos (Arai, 1992).

Finalmente, al tomar en cuenta otros fenómenos que podrían afectar la comunidad de medusas en la Bahía de Banderas (las surgencias, El Niño y las lluvias) se generaron gráficos con datos mensuales del CUI (índice de surgencias costeras), el MEI (índice multivariado de El Niño) y la precipitación, correspondientes a cada periodo (Fig. 35).

El CUI presentó datos negativos sólo en octubre de 2003 y 2004, mientras que el valor máximo se presentó en marzo de 2003 (152.2). Sin embargo, este índice no muestra relación alguna con los atributos de la comunidad de medusas en el área. Los valores positivos del CUI son resultado de presión por viento del norte hacia el Ecuador, lo cual genera las surgencias costeras, lo cual incrementa la productividad en la superficie, por su parte los valores negativos implican ausencia de surgencias por el hundimiento del agua superficial (PFEL, 2015). De modo que se esperaba encontrar una relación positiva del CUI con la densidad y/o la riqueza de medusas, como se ha observado en la Bahía de Panamá (Miglietta *et al.*, 2008). Aunque, es importante considerar que los datos del CUI más cercanos a la Bahía de Banderas corresponden a

un punto que se encuentra a 150 km de ésta, por lo que estos resultados podrían ser distintos con datos más próximos al área de muestreo.

Por otro lado, el MEI tuvo su valor máximo en enero de 2003 (1.185) que también fue el periodo con mayor riqueza, diversidad y densidad de medusas, aunque las correlaciones de Spearman no resultaron significativas. De acuerdo con Wolter y Timlin (1998), el MEI que tuvo enero de 2003 corresponde a la presencia de un fuerte fenómeno de El Niño. Uno de los principales efectos de este fenómeno en el Pacífico mexicano es un incremento de la TSM (Trasviña *et al.*, 2004) al cual se atribuye que dicha variable haya presentado valores tan altos, con respecto a otros eneros. El calentamiento de la superficie del mar genera que se estratifique la columna de agua, y con ello el empobrecimiento de las aguas superficiales, en las que proliferan especies de fitoplancton capaces de migrar a capas más ricas en nutrientes como los flagelados (Cushing, 1989). Los ambientes dominados por flagelados favorecen la presencia de medusas (Parsons y Lalli, 2002). Además se ha observado que éstas aceleran su crecimiento en aguas cálidas (Purcell *et al.*, 2007), se incrementa su abundancia (Gibbons y Richardson, 2008) e incluso algunas especies de medusas son beneficiadas en condiciones de El Niño (Raskoff, 2001).

También se ha detectado que durante años de El Niño, la Corriente Costera Mexicana se intensifica (Lavín *et al.*, 2006) y al encontrarse con las Corrientes de California y la del Golfo de California provoca la generación de remolinos anticiclónicos en la zona de la entrada del Golfo de California (Pantoja *et al.*, 2012). Dichos remolinos podrían haber provocado un transporte fuera de lo común a la zona de Bahía de Banderas durante enero de 2003, provocando las altas densidades de medusas registradas.

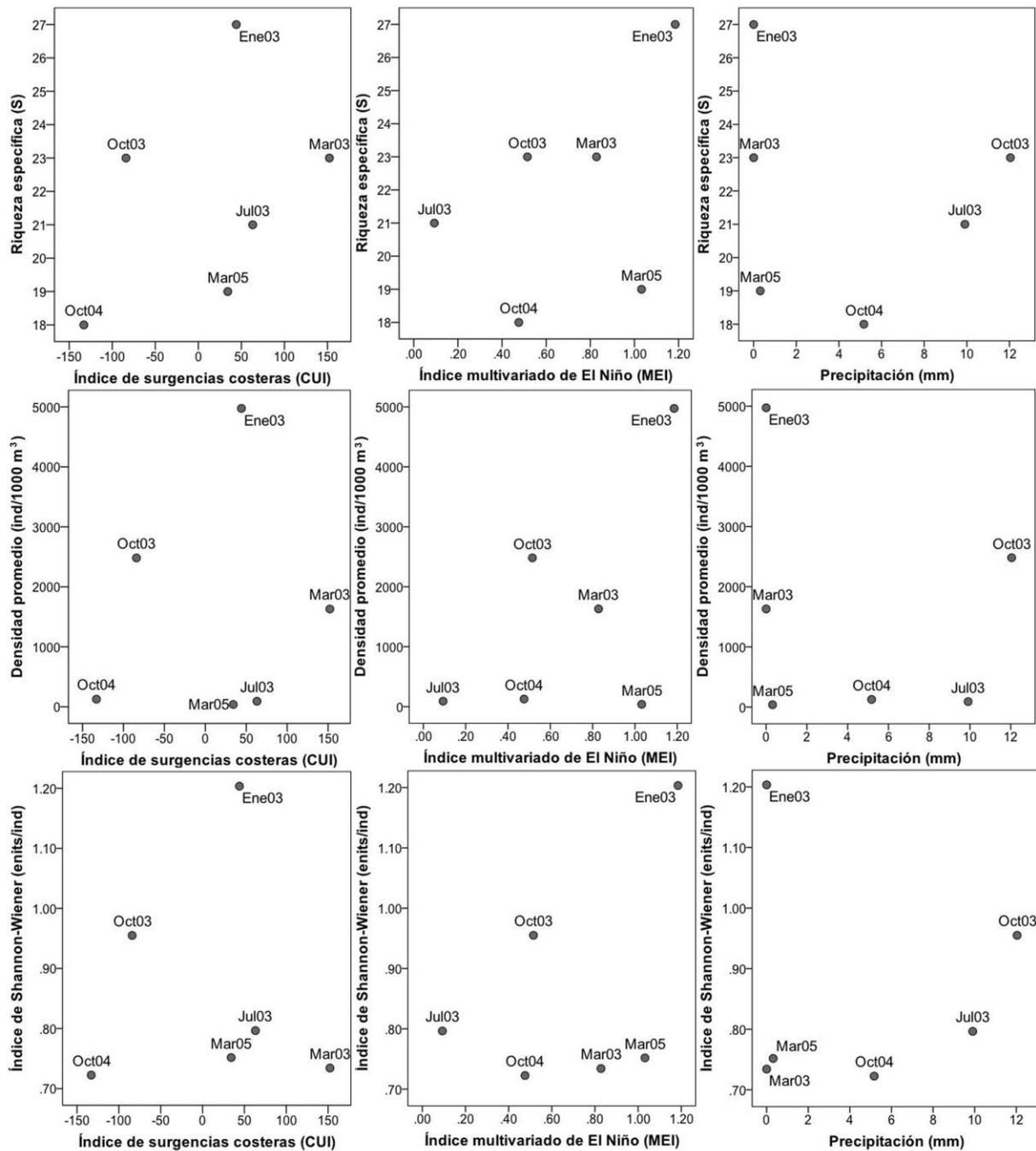


Figura 35. Relación de la comunidad de medusas con las medias mensuales del CUI, el MEI y la precipitación durante seis periodos en la Bahía de Banderas, México.

En cuanto a la precipitación, los periodos con más lluvias fueron octubre y julio de 2003 (12.0 y 9.9 mm, respectivamente). No obstante, dicha variable tampoco mostró relación aparente con la comunidad de medusas de la Bahía de Banderas, ya que se encontraron los valores más altos de riqueza, densidad y diversidad en un periodo seco (enero de 2003) seguido por uno lluvioso (octubre de 2003). En cambio, en la literatura se menciona que el verano es la estación de mayor productividad en el área (Gaxiola-Castro y Álvarez-Borrego, 1986) y en la que se dan las mayores densidades de medusas (Pagès y Gili, 1992; Brodeur *et al.*, 2002; Franco-Gordo, 2009; Sullivan y Kremer, 2011; Rodríguez-Sáenz *et al.* 2012). Estos resultados no necesariamente tienen que ver solo con las precipitaciones, ya que como se ha mencionado previamente, las medusas responden a más de una variable a la vez y es probable que las altas densidades encontradas en enero de 2003 lleven a conclusiones erróneas, al tratarse de un periodo atípico, por la presencia de El Niño.

Se ha observado que la distribución de las medusas es afectada en distinta medida por una multitud de factores como la temperatura (Purcell *et al.*, 2007), salinidad (Santhakumari y Nair, 1999), corrientes (Suárez-Morales *et al.*, 2002), luz (Arai, 1992), surgencias (Miglietta *et al.*, 2008), profundidad (Navas-Pereira y Vannucci, 1991; Bravo *et al.*, 2011), disponibilidad de alimento (Purcell, 2001), el ciclo lunar (Elmhirst, 1925), el fenómeno de El Niño (Raskoff, 2001), entre otros y además la interacción entre ellos (Gordon y Seymour, 2012; Palma *et al.*, 2014). No obstante, en el presente estudio no contó con datos para tomar en cuenta más factores de los mostrados previamente.

CONCLUSIONES

- La temperatura superficial del mar registrada en la Bahía de Banderas durante cinco de los seis periodos estudiados (enero, marzo, julio y octubre de 2003 y octubre de 2004) muestra un incremento con respecto al promedio de dicha variable desde 1890.
- La comunidad de medusas en la Bahía de Banderas no muestra un patrón de distribución estacional, sin embargo existen ciertas especies recurrentes en el área: *Liriope tetraphylla*, *Solmundella bitentaculata*, *Obelia* sp., *Aglaura hemistoma*, *Sphaerocoryne coccometra*, *Clytia hemisphaerica* y *Rhopalonema velatum*.
- En cuanto a la distribución espacial, parece ser que la mayoría de las especies de la Bahía de Banderas tienen afinidad por las zonas costeras y neríticas, ya que la riqueza específica y la diversidad mostraron mayores valores en las estaciones cercanas a la costa, en localidades al norte de la Bahía y cerca de las islas Marietas.
- Al sumar el registro de *Amphogona* c.f. *apsteini*, encontrada en marzo de 2005, se llega a un total de 75 especies de medusas en la Bahía de Banderas.
- Los grupos de asociación obtenidos parecen reflejar las hábitos de algunas especies por la zona oceánica (*A. hemistoma* y *S. bitentaculata*) o costera (*L. tetraphylla*), no obstante el número de especies compartidas por dichos grupos muestra una falta de datos o que posiblemente no existan distintas comunidades en el área.
- Los altos valores de riqueza y densidad de medusas en la Bahía durante enero de 2003 coinciden con la presencia de El Niño, por lo que dicho fenómeno podría generar condiciones que favorecen la presencia de grandes concentraciones de medusas en el área.

LITERATURA CITADA

- Agassiz, L., 1862. *Contributions to the Natural History of the United States of America*. Vol. IV. Hydroidae. Little Brown & Co., Londres. 380 pp.
- Agassiz, A. y A. G. Mayer, 1902. Reports of the scientific research expedition to the tropical Pacific. U. S. Fish Comm. St. Albatross, 1899-1900. III. The Medusae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*. 26: 139-176.
- Álvarez-León, R., 1978. Hidrología y zooplankton de tres esteros adyacentes a Mazatlán, Sinaloa, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM. 1-19 pp.
- Álvarez, R., 2007. Submarine topography and faulting in Bahía de Banderas, Mexico. *Geofísica Internacional*. 46: 93-116
- Alvariño, A., 1965. Zoogeografía del Mar de Cortés: Quetognatos, Sifonóforos y Medusas. *Resúmenes II Congreso Nacional de Oceanografía*, México. 1-3 pp.
- Alvariño, A., 1967. Bathymetric distribution of Chaetognatha, Siphonophorae, Medusae and Ctenophorae off San Diego, California. *Pacific Science*. 21: 474-485 pp.
- Alvariño, A., 1969. Zoogeografía del Mar de Cortés: Quetognatos, Sifonóforos y Medusas. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México, Series Ciencias del Mar y Limnología. 11-54 pp.
- Alvariño, A., 1975. Indicadores planctónicos: Distribución batimétrica de algunas medusas. *Resúmenes II Simposio Latino-Americano de Oceanografía Biológica*, Venezuela. 161-172 pp.
- Alvariño, A., 1977. El plancton del Pacífico Ecuatoriano. *Memorias del IV Simposio Latino-Americano sobre Oceanografía Biológica*, El Salvador. 1-47 pp.
- Alvariño, A., 1980. The relation between the distribution of zooplankton predators and anchovy larvae. *CalCOFI Report*. XXI: 150-160.
- Alvariño, A., 1999. Hidromedusas: abundancia batimétrica diurna-nocturna y estacional en aguas de California y Baja California, y estudio de las especies en el Pacífico oriental y otras regiones. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 34: 1-90.
- Amante, C. y B. W. Eakins, 2009. ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis. NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24. National Geophysical Data Center, NOAA. En: <http://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/wcs-client/> [Fecha de acceso: enero de 2015].
- Arai, M. N., 1992. Active and Passive Factors Affecting Aggregations of Hydromedusae: A Review. *Scientia Marina*. 56: 99-108.

- Arai, M. N., 2005. Predation on pelagic coelenterates: a review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 85: 523–536.
- Aranda-Rodríguez, A. N., 2008. *Composición, abundancia y distribución de las medusas (Cnidaria) en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México, en enero de 2003*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM, México. 90 pp.
- Argudín-Violante, C., 2012. *Variación estacional de la distribución y la abundancia de las medusas (Cnidaria) en la Bahía de Banderas, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 62 pp.
- Ates, R. M. L., 1988. Medusivorous fishes, a review. *Zoologische Mededeelingen*. 62: 29–42.
- Ates, R. M. L., 1991. Predation on Cnidaria by vertebrates other than fishes. *Hydrobiologia*. 216/217: 305-307.
- Ayón, P., S. Purca y R. Guevara-Carrasco, 2004. Zooplankton volume trends off Peru between 1964 and 2001. *ICES Journal of Marine Science*. 61: 478-484.
- Barnston, A. G., M. Chelliah, S. B. Goldenberg, 1997. Documentation of a highly ENSO-related SST region in the Equatorial Pacific. *Atmosphere-Ocean* 35: 367–383.
- Baxter, E. J., H. D. Rodger, R. McAllen y T. K. Doyle, 2011. Gill disorders in marine-farmed salmon: investigating the role of hydrozoan jellyfish. *Aquaculture environment interaction*. 1: 245-257.
- Bigelow, H. B., 1909. Reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U. S. Fish Commission Steamer “Albatross” from Oct. 1904 to March 1905, Lieut. Commander L. M. Garrett, U. S. N., commanding. XVI The Medusae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology Harvard*. 37: 1-243.
- Bigelow, H. B., 1940. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. XX. Medusae of the Templeton Crocker and Eastern Pacific Zaca Expeditions, 1936-1938. *Zoologica*. 25: 281-321.
- Boero, F., G. Belmonte, G. Fanelli, S. Piraino y F. Rubino, 1996. The continuity of living matter and the discontinuities of its constituents: do plankton and benthos really exist? *Trends in Ecology and Evolution*. 11: 177-180
- Boero, F., J. Bouillon, C. Gravili, M. P. Miglietta, T. Parsons y S. Piraino, 2008. Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes). *Marine Ecology Progress Series*. 356: 299-310.
- Bouillon, J. 1999. Hydromedusae. En: Boltovskoy, D. (ed). *Zooplankton of the South Atlantic*. Vol. 1. Backhuys Publishers, Leiden. 385-465 pp.

- Bouillon, J. y F. Boero. 2000. Synopsis of the families and genera of the hydromedusae of the world, with a list of the worldwide species. *Worldwide species. Thalassia Salentina*, 24: 47–296.
- Bravo, V., S. Palma y N. Silva, 2011. Seasonal and vertical distribution of medusae in Aysén region, southern Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 39: 359-377.
- Bridge, D., C. W. Cunningham, R. DeSalle y L. W. Buss, 1995. Class-level relationships in the phylum Cnidaria: Molecular and morphological evidence. *Molecular Biology and Evolution*. 12: 679–689.
- Bridge, D., C. W. Cunningham, B. Schierwater, R. DeSalle y L. W. Buss, 1992. Class-level relationships in the phylum Cnidaria: evidence from mitochondrial genome structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 89: 8750–8753.
- Brodeur, R.D., H. Sugisaki, G. L. Hunt Jr., 2002. Increases in jellyfish biomass in the Bering Sea: implications for the ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*. 233: 89–103.
- Brower, J. E. y J. H. Zar, 1984. Field and laboratory methods for general ecology. William C. Brown. Company Publishers, Dubuque, Iowa. 226 pp.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca, 2003. Invertebrates. 2a Ed. Sinauer, Sunderland. p. 714.
- Brusca, R., L. Findley, P. Hastings, M. Hendrickx, J. Torre-Cosio y A. van der Heiden, 2005. Macrofaunal diversity in the Gulf of California, pp. 179-203. En: J. L. Cartron, G. Ceballos y R. Felger (eds.) Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico, Oxford University Press, Nueva York.
- Burnett, J. W., 2001. Medical aspects of jellyfish envenomation: pathogenesis, case reporting and therapy. En: Purcell, J. E., W. M. Graham y H. J. Dumont (eds.) Jellyfish blooms: Ecological and Societal Importance. *Developments in Hydrobiology*. 155: 1-9.
- Cairns, S. D. y D. G. Fautin, 2009. Cnidaria: Introduction. En: D. L. Felder y D. K. Camp (eds.) Gulf of Mexico: Origin, Waters, and Biota. Vol.1 Biodiversity. Texas A&M University Press. pp. 315-318
- Cano, F. A. y C. Tovilla, 1991. Oceanografía Física. Golfo de California. pp. 453-514. En: G. De la Lanza (comp.) *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editor. México. 596 pp.
- Castro, P. y M. E. Huber, 2008. Marine biology. 7ª ed. Mc Graw-Hill, Boston. pp. 459.
- Comisión Nacional de Áreas Protegidas, 2007. Programa de conservación y manejo: Parque Nacional Islas Marietas. CONANP-SEMARNAT, México. En línea: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/Final_IslasMarietas.pdf [Fecha de acceso: diciembre de 2012]

- Collins, A. G., 2002. Phylogeny of Medusozoa and the evolution of cnidarian life cycles. *Journal of Evolutionary Biology*. 15: 418-432.
- Cushing, D. H., 1989. A difference in structure between ecosystems in strongly stratified waters and in those that are only weakly stratified. *Journal of Plankton Research*. 11: 1-13
- ESRL, 2015. Earth System Research Laboratory, Physical Sciences Division. NOAA. En: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/> [Fecha de acceso: marzo de 2015].
- Edwards, M. y A. Richardson, 2004. Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature*. 430: 881-884.
- Elmhirst, R., 1925. Lunar periodicity in Obelia. *Nature*. 116: 358-359
- Eloire, D., P. J. Somerfield, D. V. P. Conway, C. Halsband-Lenk, R. Harris y D. Bonnet, 2010. Temporal variability and community composition of zooplankton at station L4 in the Western Channel: 20 years of sampling. *Journal of Plankton Research*. 32: 657-679.
- Fenner P. J. y J. A. Williamson, 1996. Worldwide deaths and severe envenomation from jellyfish stings. *The Medical Journal of Australia*. 165: 658-661.
- Fernández-Álamo, M. A., 1989. Una aportación al conocimiento del zooplancton del Golfo de California. *Proceedings of the 7th Symposium of Marine Biology*, La Paz, Baja California, México. 17-22 pp.
- Fernández-Álamo, M. A., 1998. Colección de zooplancton del laboratorio de invertebrados: Hydrozoa (Cnidaria) y Polychaeta (Annelida). Proyecto H259. *Informe Final de CONABIO*. 25 pp.
- Fernández-Álamo, M. A., 2000. Sifonóforos, medusas, poliquetos y quetognatos pelágicos de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, Proyecto S147, *Informe final CONABIO*.
- Fernández-Álamo, M. A., A. Bautista-García, B. A. Fajardo-Labra, J. M. Guerrero-Ruiz y M. G. García-Sánchez. 2013. Estudio preliminar del zooplancton (cnidarios y ctenóforos) de la Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, en octubre de 2004. *Memorias del XXI Congreso Nacional de Zoología 2013*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. pp. 259-260.
- Fernández-Álvarez, O., 1981. *Estudio preliminar sobre la distribución y abundancia de algunas especies de medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) del Golfo de Tehuantepec, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Foerster, R.E., 1923. The Hydromedusae of the west coast of North America, with special reference to those of the Vancouver Island region. *Contributions to Canadian Biology*. 1: 219-277.
- Franco-Gordo, C., 2009. Base de datos y colección de distintos grupos del zooplancton de regiones marinas prioritarias de Jalisco y Colima en el Pacífico mexicano. Universidad

- de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR). *Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. EJ008*. México D. F.
- Fiedler, P. C. y L. D. Talley, 2006. Hydrography of the Eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*. 69: 143-180.
- Gaxiola-Castro, G. y S. Álvarez-Borrego, 1986. Producción primaria del Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas*. 12: 216-233.
- Gasca, R. y L. Loman-Ramos, 2014. Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Supl. 85: S154-S163.
- Gasca, R., L. Segura-Puertas y E. Suárez-Morales, 2003. A survey of the medusa (Cnidaria) community of Banco Chinchorro, western Caribbean Sea. *Bulletin of Marine Science*. 73: 37-46.
- Gibbons, M. J. y A. J. Richardson, 2008. Patterns of jellyfish abundance in the North Atlantic. *Hydrobiologia*. 616: 51-65.
- Godínez, V. M., E. Beier, M. F. Lavín y J. A. Kurczyn, 2010. Circulation at the entrance of the Gulf of California from satellite altimeter and hydrographic observations. *Journal of Geophysical Research*. 115: C04007.
- Gordon, M., y J. Seymour, 2012. Growth, development and temporal variation in the onset of six *Chironex fleckeri* medusae seasons: a contribution to understanding jellyfish ecology. *PloS one*. 7: e31277.
- Grivel, F. P. y F. V. Grivel (eds.), 1991. Tablas de predicción de mareas 1992, puertos del Océano Pacífico. Instituto de Geofísica UNAM 113-127 pp.
- Hartmann, D. L., A. M. G. Klein Tank, M. Rusticucci, L. V. Alexander, S. Brönnimann, Y. Charabi, F. J. Dentener, E. J. Dlugokencky, D. R. Easterling, A. Kaplan, B. J. Soden, P. W. Thorne, M. Wild y P. M. Zhai, 2013. Observations: Atmosphere and Surface. En: Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P. M. Midgley (eds.) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- INEGI, 2014. Mapa digital de México. En: <http://gaia.inegi.org.mx/> [Fecha de acceso: febrero de 2014].
- Kaneda A., T. Kohama, Y. Kawamura y H. Takeoka, 2007. Periodicity in the accumulation of gelatinous zooplankton during the summer season in the coastal area of Iyo-Nada, Japan. *Limnology and Oceanography*. 52: 707-715.
- Kessler, W. S., 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in*

- Oceanography*. 69: 181–217.
- Kramp, P. L., 1928. Papers from Dr. Th. Mortensen's Pacific Expedition 1914-16. XLIII. Hydromedusae. I. Anthomedusae. *Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren. Bd.* 85: 27-64.
- Kramp, P. L., 1953. Hydromedusae. *Scientific Reports of the Great Barrier Reef Expedition*. 6: 259-322.
- Kramp, P. L., 1961. Synopsis of the medusa of the world. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 40: 1-469.
- Kramp, P. L., 1965. The hydromedusae of the Pacific and Indian Oceans. *Dana Report*. 63: 1-161.
- Kramp, P. L., 1968. The hydromedusae of the Pacific and Indian Oceans. *Dana Report*. 72: 1-200.
- Ladrón de Guevara-Porras, P., 2001. *Distribución temporal y estructura de las agrupaciones de los rorcuales jorobados (Megaptera novaeangliae) en dos áreas de reproducción del Pacífico mexicano*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 140 pp.
- Lavaniegos B. E., I. Ambríz-Arreola, C. M. Hereu, L. C. Jiménez-Pérez, J. L. Cadena-Ramírez y P. García-García, 2010. Variabilidad estacional e interanual del zooplancton. En: Gaxiola-Castro G. y R. Durazo (eds.), *Dinámica del Ecosistema Pelágico frente a Baja California, 1997–2007: Diez años de Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California*. pp. 87-126.
- Lavín, M. F., E. Beier, J. Gómez-Valdés, V. M. Godínez y J. García, 2006. On the summer poleward coastal current off SW México. *Geophysical Research Letters*. 33: L02601
- Livingston, R. J., 1984. The ecology of the Apalachicola Bay System: an estuarine profile. U. S. Fish and Wildlife Service Office. Biologist Services FWS/OBS. Tallahassee (E. U.). 148 pp.
- Loman-Ramos, L., U. Ordóñez-López y L. Segura-Puertas, 2007. Variación espacial de la comunidad de medusas (Cnidaria) del sur del Golfo de México, durante el otoño de 1999. *Hidrobiológica*. 17: 203-212.
- Lora-Jaimes, V., 1998. *Distribución y abundancia del zooplancton en un ciclo anual (1990-1991) en la Bahía de Banderas, México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Lucas, C. H., 2001. Reproduction and life history strategies of the common jellyfish, *Aurelia aurita*, in relation to its ambient environment. *Hydrobiologia*. 451:229–246

- Lynam, C. P., M. J. Gibbons, B. E. Axelsen, C. A. J. Sparks, J. Coetzee, B. G. Heywood y A. S. Brierley, 2006. Jellyfish overtake fish in a heavily fished ecosystem. *Current Biology*. 16: R492–R493.
- Magaña, V. y C. Morales. 2004. El clima y la sociedad. En: Magaña V. (ed.), Los impactos de El NIÑO en México. UNAM, SEP-CONACyT, Mexico. pp. 1-22
- Mayer, A. G., 1910. Medusae of the world. Vol. I, II y III. *Carnegie Institute of Washington D. C. publication*. 19: 735 pp.
- Miglietta, M. P., M. Rossi y R. Collin, 2008. Hydromedusa blooms and upwelling events in the Bay of Panama, Tropical East Pacific. *Journal of Plankton Research*. 30: 783-793.
- Mitsuo, R., M. Nogueira y M. A. Haddad, 2014. Faunistic survey of Hydromedusae (Cnidaria, Medusozoa) from the coast of Paraná State, Southern Brazil. *Zootaxa*. 3768: 291-326.
- Nagai, T., 2003. Recovery of fish stocks in the Seto Inland Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 47: 126–131
- Navas-Pereira, D. y M. Vannucci, 1991. The hydromedusae and water masses on the Indian Ocean. *Boletim do Instituto Oceanografico*, Sao Paulo. 39: 25-60.
- NOAA, 2014. COBE SST data. Earth System Research Laboratory. Physical Science Division: Data Management. Boulder, Colorado. <http://www.esrl.noaa.gov/psd/> [Fecha de acceso: noviembre de 2014].
- Pagès, F. y J. M. Gili, 1992. Influence of Agulhas waters on the population structure of planktonic Cnidarians in the southern Benguela Region. En: J. Bouillon, F. Boero, F. Cicogna, J. M. Gili y R. G. Hughes (eds.) Aspects of Hydrozoan Biology. *Scientia Marina*. 56: 109-123.
- Palma, S., P. Córdova, N. Silva y C. Silva, 2014. Biodiversity and spatial distribution of medusae in the Magellan Region (Southern Patagonian Zone). *Latin American Journal of Aquatic Research*. 42: 1175-1188.
- Pantoja, D. A., S. G. Marinone, A. Parés-Sierra y F. Gómez-Valdivia, 2012. Modelación numérica de la hidrografía y circulación estacional y de mesoescala en el Pacífico central mexicano. *Ciencias Marinas*. 38: 363-379.
- Parsons, T. R. y C. M. Lalli, 2002. Jellyfish population explosions: revisiting a hypothesis of possible causes. *La Mer*. 40: 111–121.
- PFEL, 2015. Upwelling indices determined by the Pacific Fisheries Environmental Laboratory, NOAA. http://oceanwatch.pfeg.noaa.gov/products/PFEL/modeled/indices/upwelling/NA/data_download.html [Fecha de acceso: marzo de 2015].

- Pielou, E. C., 1975. Ecological diversity. John Wiley and Sons. Nueva York. 159 pp.
- Plata, L., A. Filonov, I. Tereschenko, L. Nelly, C. Monzón, D. Ávalos y C. Vargas, 2006. Geostrophic currents in the presence of an internal waves field in Bahía de Banderas, México. *e-Gnosis*. Universidad de Guadalajara, México. 4: 1-43.
- Pompa-Mansilla, S., 2007. *Distribución y abundancia de los géneros Kogia y Steno en la Bahía de Banderas y aguas adyacentes*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 74 pp.
- Puente-Tapia, F. A., 2012. *Comunidad de medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) en el sur del Golfo de México (época de secas, 2006)*. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México, D. F. 104 pp.
- Purcell, J. E., 1985. Predation on fish eggs and larvae by pelagic cnidarians and ctenophores. *Bulletin of Marine Science*. 37: 739–755
- Purcell, J. E., 1997. Pelagic cnidarians and ctenophores as predators: selective predation, feeding rates and effects on prey populations. *Annales de l'Institut Oceanographique*. 73: 125-137.
- Purcell, J. E., 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 85: 461–476.
- Purcell, J. E. y M. N. Arai, 2001. Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review. *Hydrobiologia*. 451: 27–44.
- Purcell J. E. y M. V. Sturdevant, 2001. Prey selection and dietary overlap among zooplanktivorous jellyfish and juvenile fishes in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series*. 210: 67-83.
- Purcell, J. E., S. Uye y W. Lo, 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series*. 350: 153-174.
- Ramírez, D. R. y F. Cupul-Magaña, 1999. Contribución al conocimiento de la flora de la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. *Ciencia Ergo Sum*, Universidad Autónoma del Estado de México. 6: 135-146.
- Raskoff, K. A., 2001. The impact of El Niño events on populations of mesopelagic hydromedusae. *Hydrobiologia*. 451: 121-129.
- Rhein, M., S. R. Rintoul, S. Aoki, E. Campos, D. Chambers, R. A. Feely, S. Gulev, G. C. Johnson, S. A. Josey, A. Kostianoy, C. Mauritzen, D. Roemmich, L. D. Talley y F. Wang, 2013. Observations: Ocean. En: Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P. M. Midgley (eds.). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth*

- Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Richardson, A. J., A. Bakun, G. C. Hays y M. J. Gibbons, 2009. The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. *Trends in Ecology and Evolution*. 24: 312-322.
- Richardson, A. J. y D. S. Schoeman, 2004. Climate impact on plankton ecosystems in the northeast atlantic. *Science*. 305: 1609-1612.
- Roa-Venicio, M., 2011. *Distribución y abundancia de medusas (Cnidaria) en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, marzo y octubre de 2003*. Tesis de Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Rodríguez-Sáenz, K., J. A. Vargas-Zamora y L. Segura-Puertas, 2012. Medusas (Cnidaria: Hydrozoa) de una zona de afloramiento costero, Bahía Culebra, Pacífico, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 60: 1731-1748.
- Russell, F.S. 1953. *The Medusae of the British Isles*. Cambridge University Press, Londres. 530 p.
- Rutherford, S., S. D'Hondt y P. Warren, 1999. Environmental controls on the geographic distribution of zooplankton diversity. *Nature*. 400: 749-753.
- Salas-Pérez, J. J. y A. Cupul-Magaña, 2005. Preliminary temporal and spatial patterns of Bahía de Banderas (México) marine circulation, derived from satellite and in-situ measurements. *e-Gnosis*, Universidad de Guadalajara. 3: 1-29.
- Salinas-Zacarías, M. y L. Bourillón-Moreno, 1988. *Taxonomía, diversidad y distribución de los Cetáceos de la Bahía de Banderas, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Santhakumari, V. y V. R. Nair, 1999. Distribution of hydromedusae from the exclusive economic zone of the west and east coasts of India. *Indian Journal of marine Science*, 28: 150-157.
- Schuchert, P., 2014. World Hydrozoa database. En:
<http://www.marinespecies.org/hydrozoa.../aphia.php?p=taxdetails&id=221203> [Fecha de acceso: febrero de 2015].
- Secretaría de Marina, 1976. Memoria del levantamiento hidrográfico para la carta OSM 655 de Puerto Vallarta, Jalisco. Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo. México, D. F., 143 p.

- SEDESOL, 2009. Programa de Ordenamiento de la zona metropolitana interestatal de Puerto Vallarta-Bahía de Banderas. En: www.centroccidente.org.mx/prospectiva/int-10.php [Fecha de acceso: diciembre de 2012].
- Segura-Puertas, L., 1980. *Morfología, sistemática y zoogeografía de las medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacífico Tropical Oriental*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM, México. 133 pp.
- Segura-Puertas, L., 1984. Morfología, sistemática y zoogeografía de las medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacífico Tropical Oriental. *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación especial*. 8: 1-320.
- Segura-Puertas, L., 1991. Medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) de la región del Domo de Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 39: 159-163.
- Segura-Puertas, L., 1992. Medusae (Cnidaria) from the Yucatan shelf and mexican Caribbean. *Bulletin of Marine Science*. 51: 353-359.
- Segura-Puertas, L., E. Suárez-Morales y L. Celis, 2003. A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of Mexico. *Zootaxa*, 194: 1-15.
- Segura-Puertas, M. L. y R. E. Rodríguez-Martínez, 2007. Capítulo 3. Nivel de Organización Eumetazoa, 3.1. Diplobástico Acelomado, Phylum Cnidaria. En: M. A. Fernández-Álamo y G. Rivas (eds). Niveles de Organización en Animales. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. pp. 62-82.
- Segura-Puertas, M. L., L. Celis y L. Chiaverano, 2009. Medusozoans (Cnidaria: Cubozoa, Scyphozoa and Hydrozoa) of the Gulf of Mexico. pp. 369-379. En: D. L. Felder y D. K. Camp (eds.) Gulf of Mexico: Origin, Waters, and Biota. Vol.1 Biodiversity. Texas A&M University Press. pp. 1393.
- Segura-Puertas, L., C. Franco-Gordo, E. Suárez-Morales, R. Gasca y E. Godínez-Domínguez, 2010. Summer composition and distribution of the jellyfish (Cnidaria:Medusozoa) in the shelf area off the central Mexican Pacific. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81: 103-112.
- Servicio Meteorológico Nacional, 2013. Base de datos climatológica nacional (Sistema CLICOM) con gráficas del CICESE. En: <http://clicom-mex.cicese.mx> [Fecha de acceso: marzo de 2015].
- Simpson, E. E., 1949. Measurement of diversity. *Nature*. 163: 688 pp.
- Stibor, H. y N. Tokle, 2003. Feeding and asexual reproduction of the jellyfish *Sarsia gemmifera* in response to resource enrichment. *Oecologia*. 135: 202–208

- Suárez-Morales, E., L. Segura-Puertas y R. Gasca, 1999. A survey of the reef-related medusa (Cnidaria) community in the western Caribbean Sea. *Gulf Research Reports*. 11: 23-31
- Suárez-Morales, E., R. Gasca, L. Segura-Puertas y D. C. Biggs, 2002. Planktonic cnidarians in a cold-core ring in the Gulf of Mexico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 73: 19–36.
- Sullivan, L. J. y P. Kremer, 2011. 6.06 Gelatinous Zooplankton and Their Trophic Roles, En: Eric Wolanski y Donald McLusky (eds.) *Treatise on estuarine and coastal science*. Academic Press, Waltham. pp. 127-171.
- Trasviña, A., D. Lluch Cota, A. E. Filonov y A. Gallegos. 2004. Oceanografía y El Niño. En: Magaña Rueda V. (ed.) *Los impactos del niño en México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Gobernación. México, 229 pp.
- Troup, A. J., 1965. The Southern Oscillation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 91: 490–506.
- Uye, S., 2008. Blooms of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai*: a threat to the fisheries sustainability of the East Asian Marginal Seas. *Plankton and Benthos Research*. 3: 125-131.
- Uye, S. y Y. Ueta, 2004. Recent increase of jellyfish populations and their nuisance to fisheries in the Inland Sea of Japan. *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography*. 68: 9-19
- Walker, G. T. y E. W. Bliss, 1932. World weather V. *Memories of the Royal Meteorological Society*, 4: 53-84.
- Webster, P. J., 1994. The role of hydrological processes in ocean-atmosphere interactions. *Reviews of Geophysics*. 32: 427-476.
- Wolter, K. y M. S. Timlin, 1993. Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. *Proceedings of the 17th Climate Diagnostics Workshop*, Norman, OK, NOAA/NMC/CAC, NSSL, Oklahoma Climate Survey, CIMMS and the School of Meteorology, University of Oklahoma: Norman, OK. 52–57.
- Wolter, K. y M. S. Timlin, 1998. Measuring the strength of ENSO events—how does 1997/98 rank? *Weather*. 53: 315–324.
- Wolter, K. y M. S. Timlin, 2011. El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI.ext). *International Journal of Climatology*. 31: 1074-1087

- Worley, S. J., S. D. Woodruff, R. W. Reynolds, S. J. Lubker y N. Lott, 2005. ICOADS Release 2.1 data and products. *International Journal of Climatology (CLIMAR-II Special Issue)* 25: 823–842.
- Wyrki, K., 1966. Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. 4: 33–68.
- Wyrki, K., 1967. Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific Ocean. *International Journal of Oceanology and Limnology*. 1: 117–147.

ANEXO 1. Distribución de las medusas en la Bahía de Banderas en marzo, 2005 (orden alfabético)

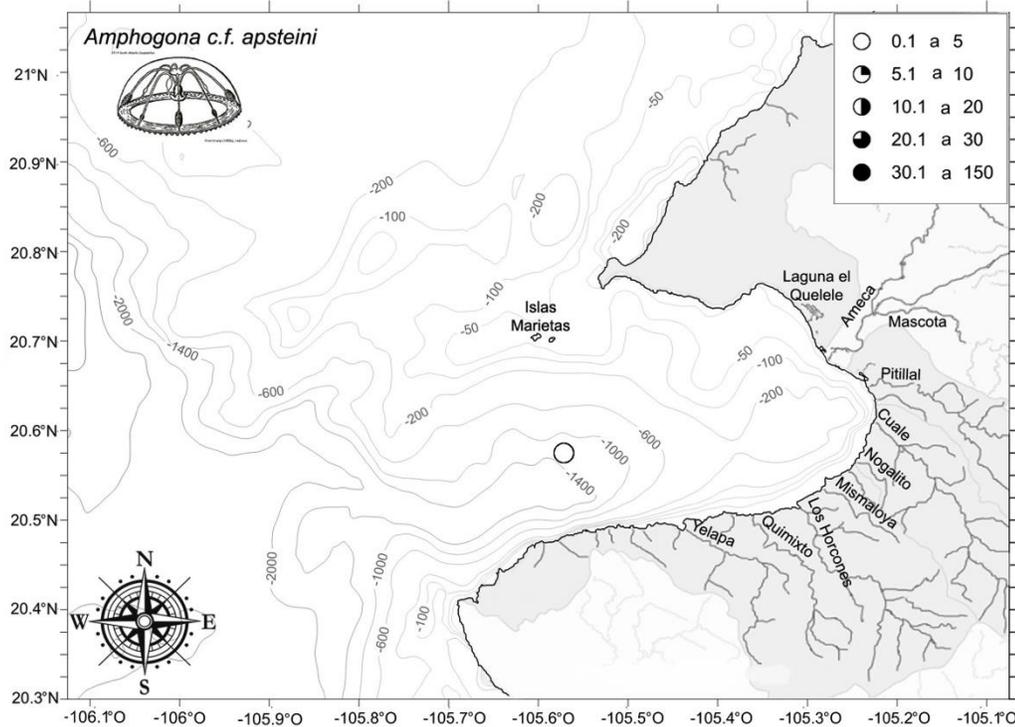


Figura 36. Distribución de *Amphogona c.f. apsteini* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

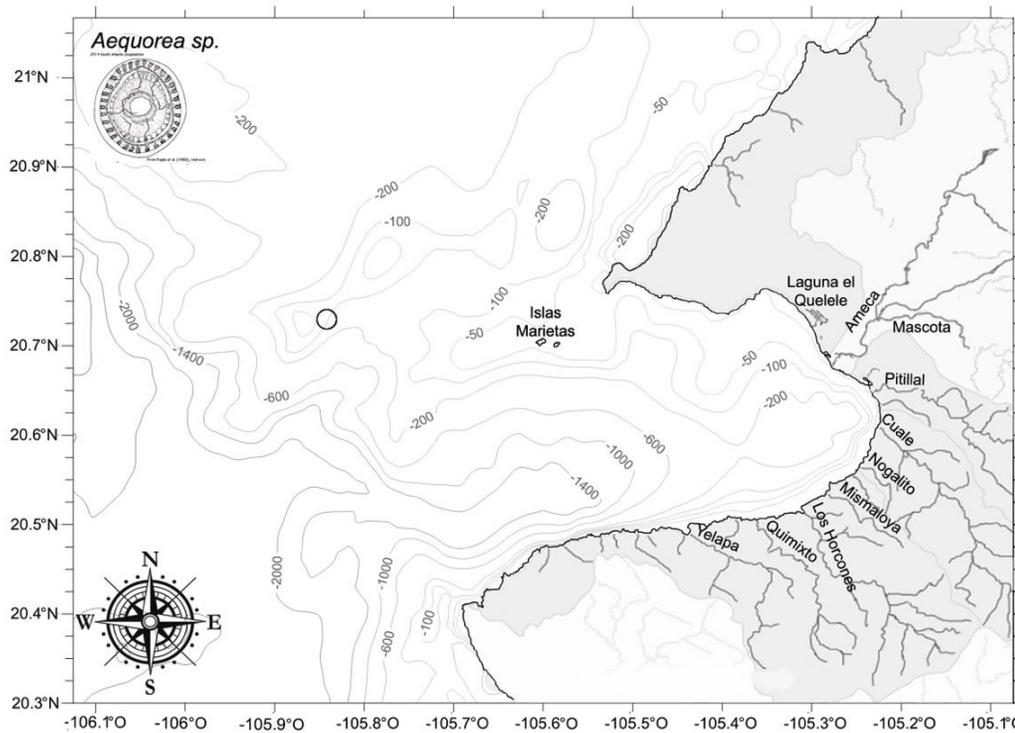


Figura 37. Distribución de *Aequorea sp.* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

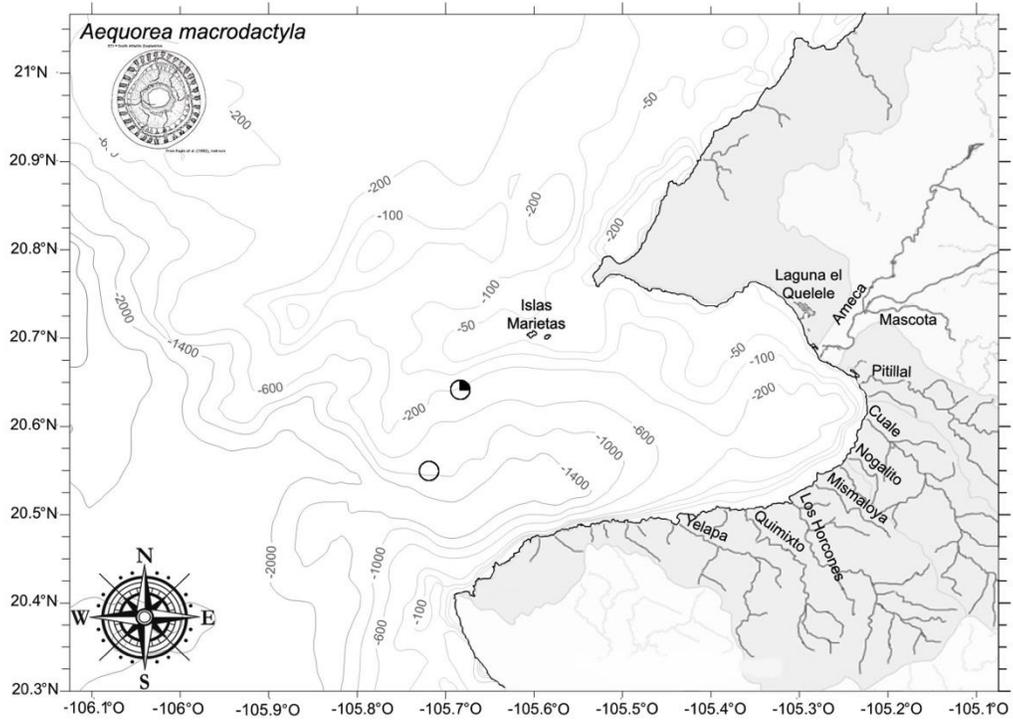


Figura 38. Distribución de *Aequorea macrodactyla* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

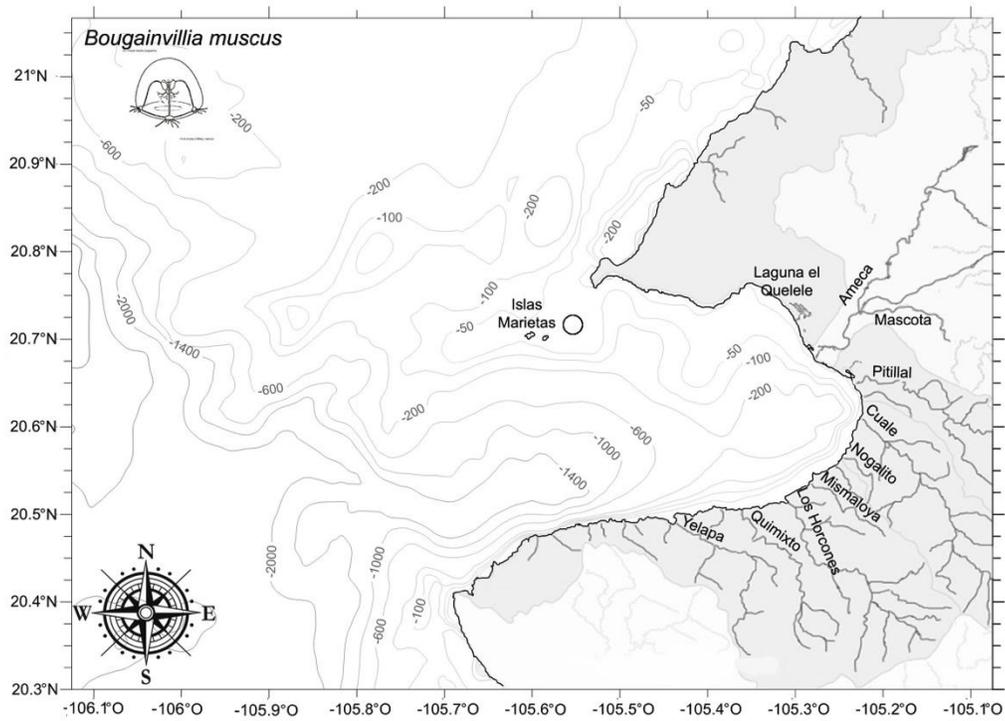


Figura 39. Distribución de *Bougainvillia muscus* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

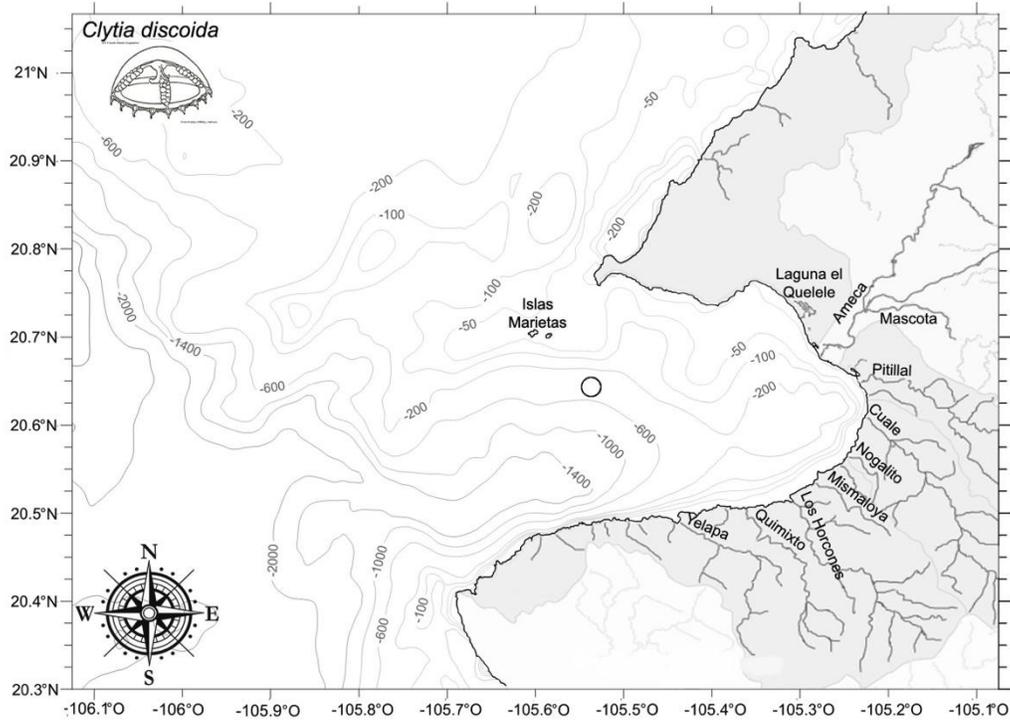


Figura 40. Distribución de *Clytia discoida* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

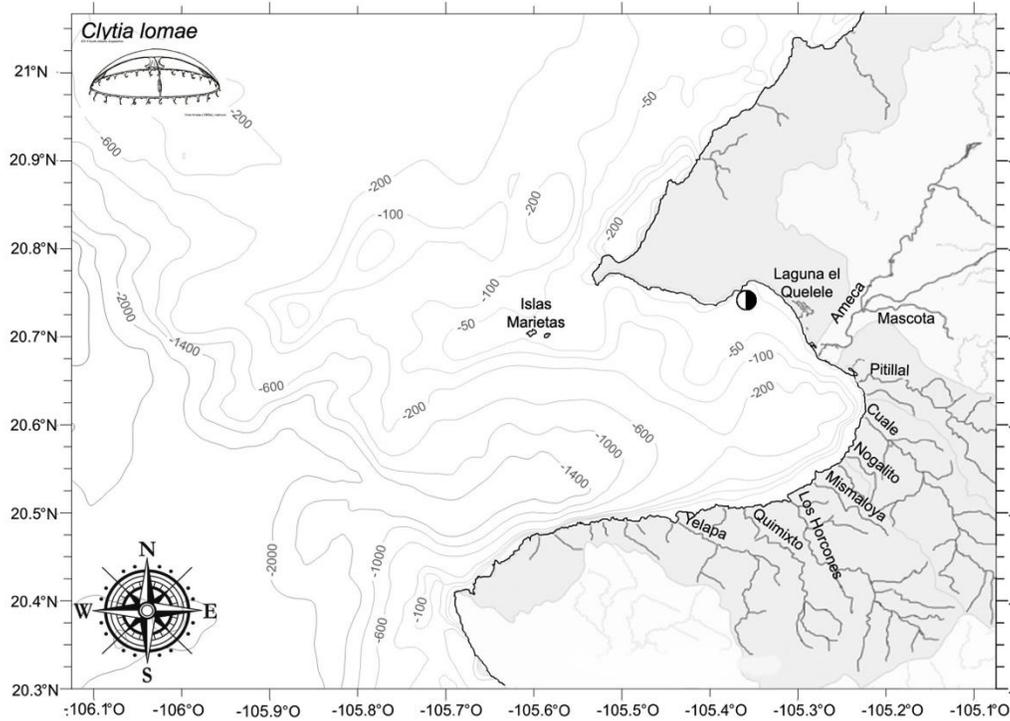


Figura 41. Distribución de *Clytia lomae* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

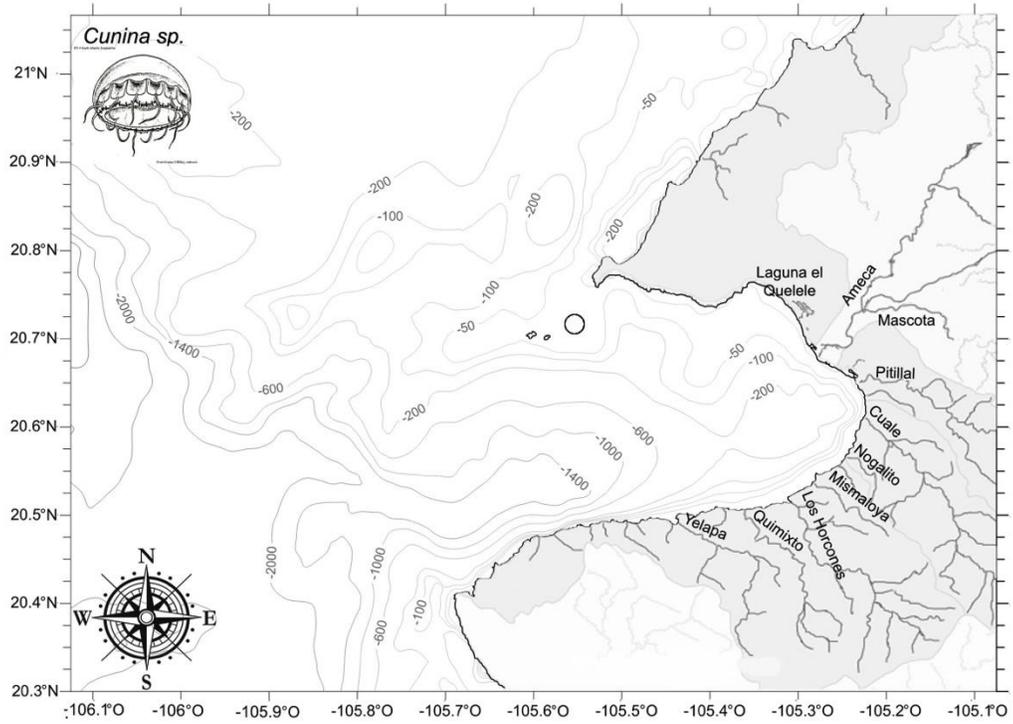


Figura 42. Distribución de *Cunina sp.* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

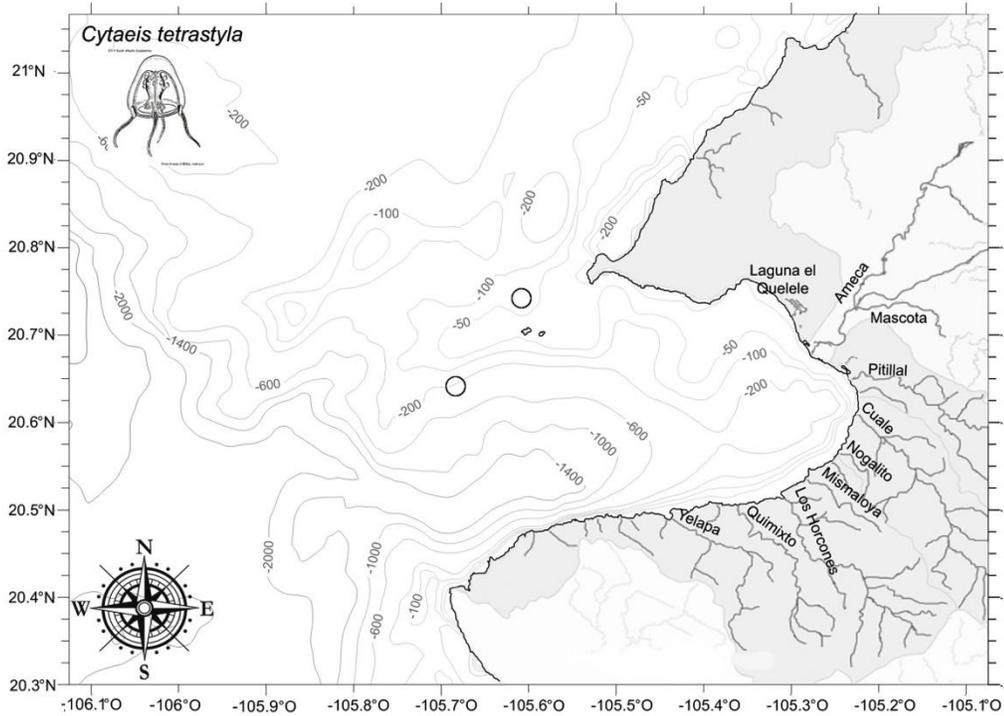


Figura 43. Distribución de *Cytaeis tetrastyla* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

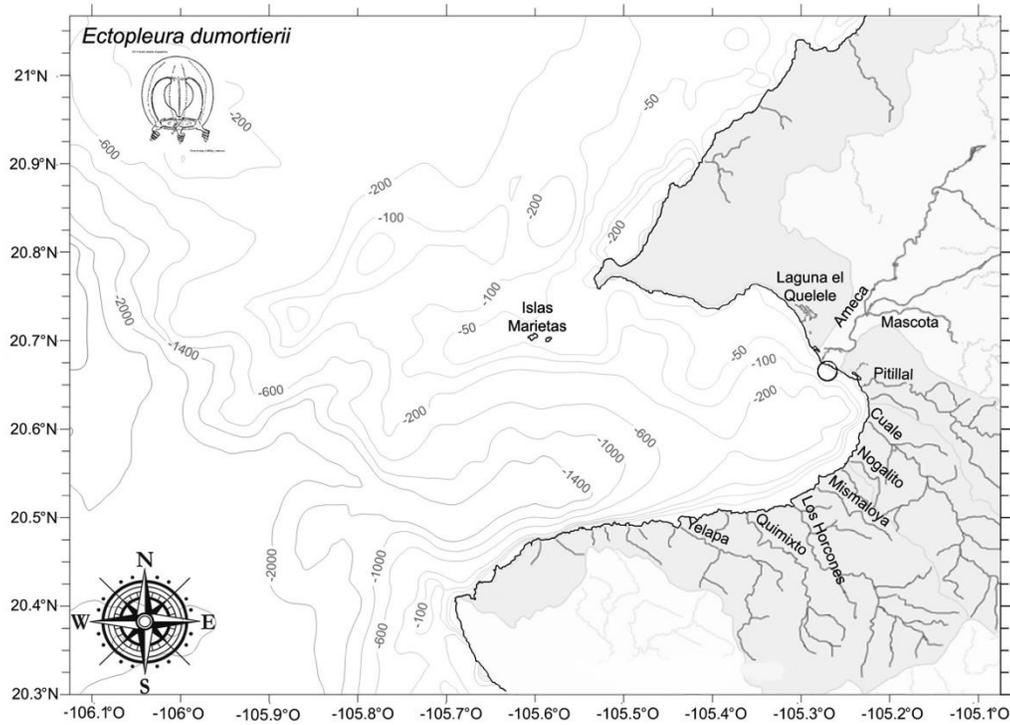


Figura 44. Distribución de *Ectopleura dumortierii* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

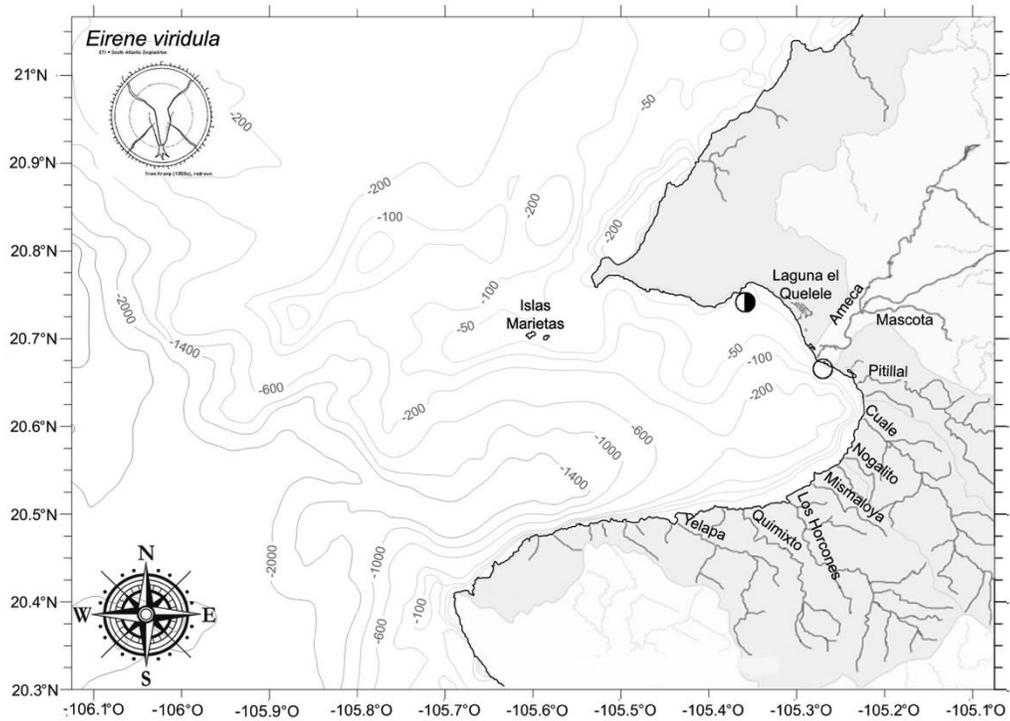


Figura 45. Distribución de *Eirene viridula* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

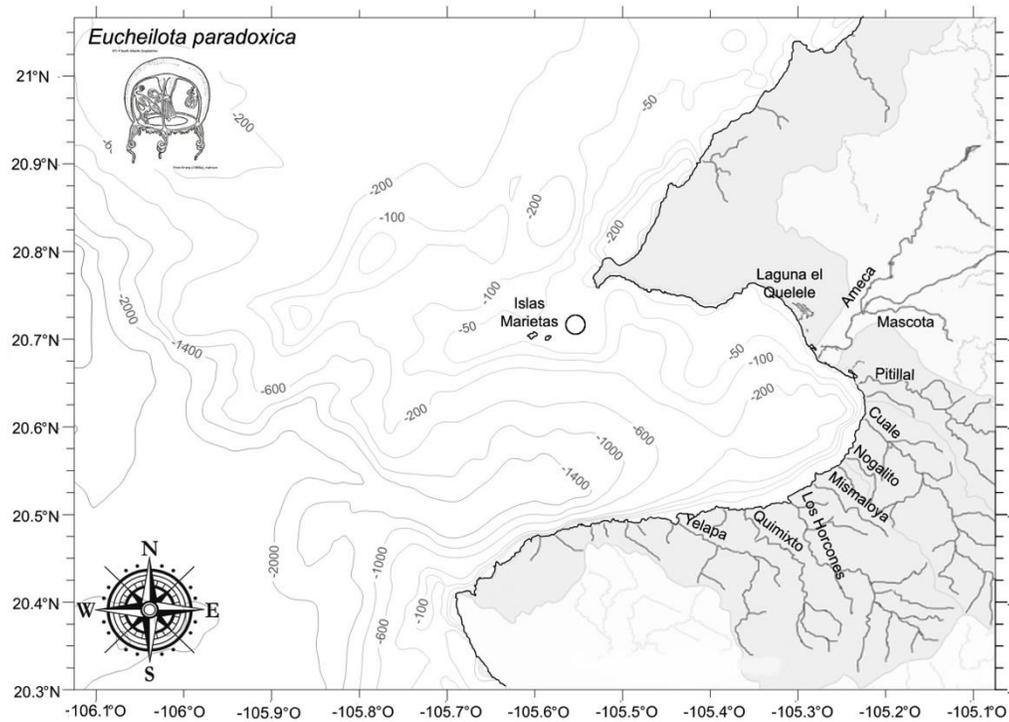


Figura 46. Distribución de *Eucheilota paradoxica* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

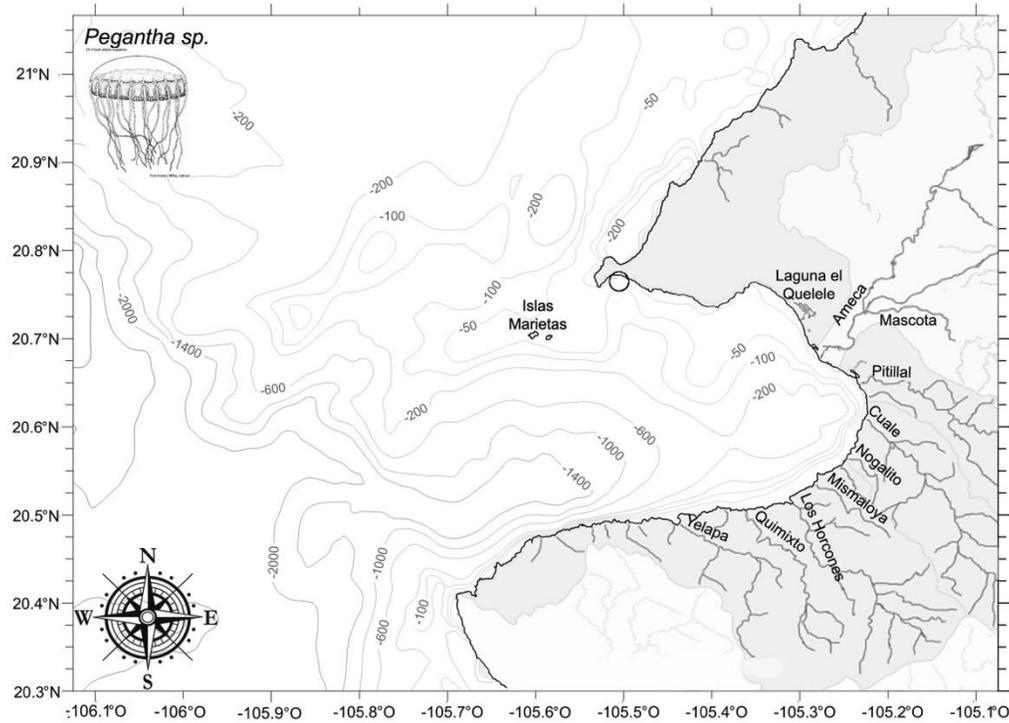


Figura 47. Distribución de *Pegantha sp.* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

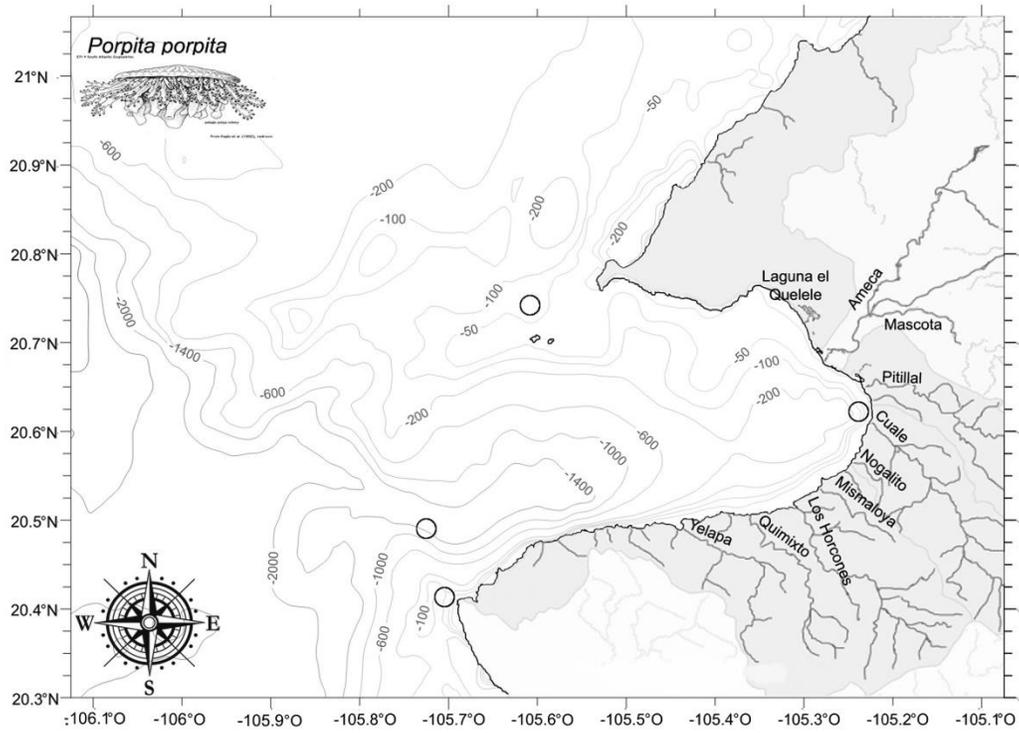


Figura 48. Distribución de *Porpita porpita* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

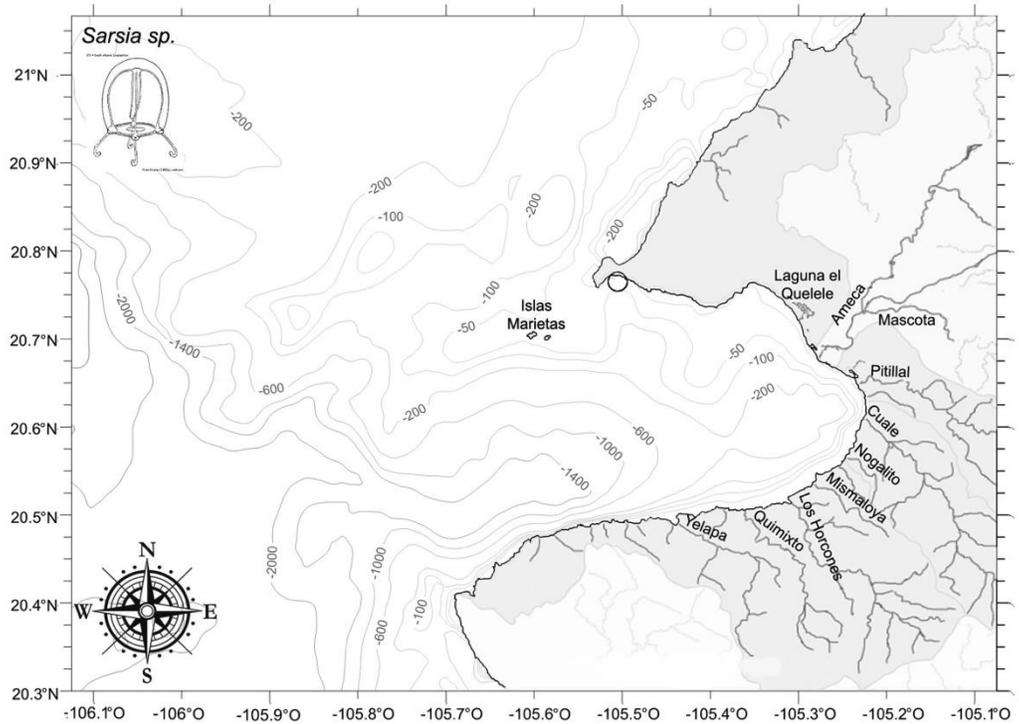


Figura 49. Distribución de *Sarsia sp.* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

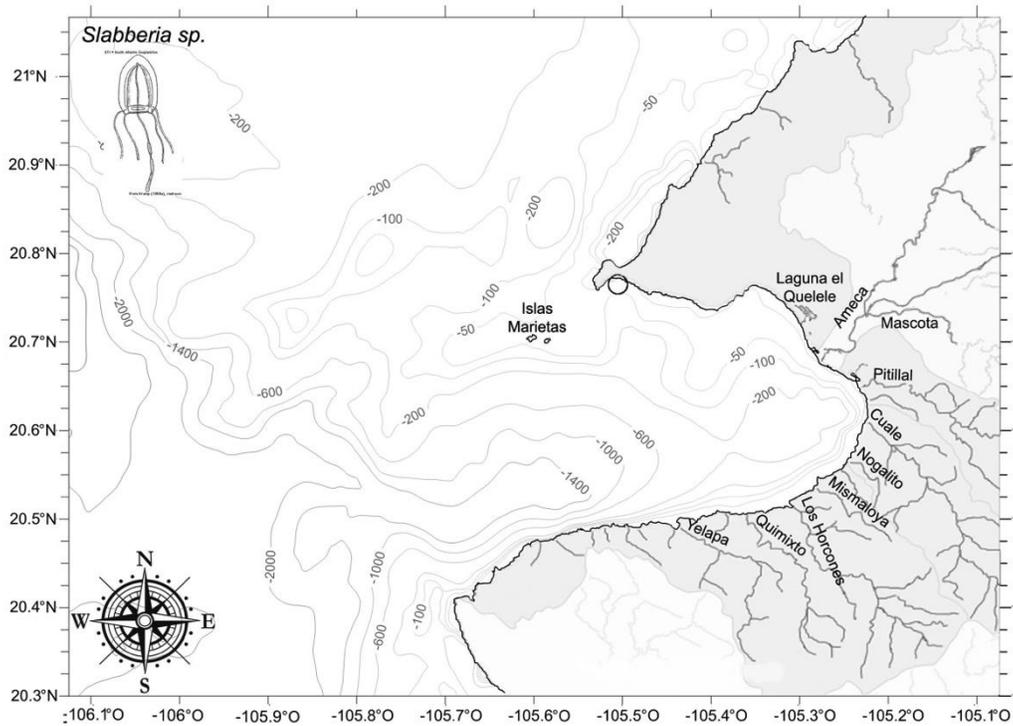


Figura 50. Distribución de *Slabberia sp.* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

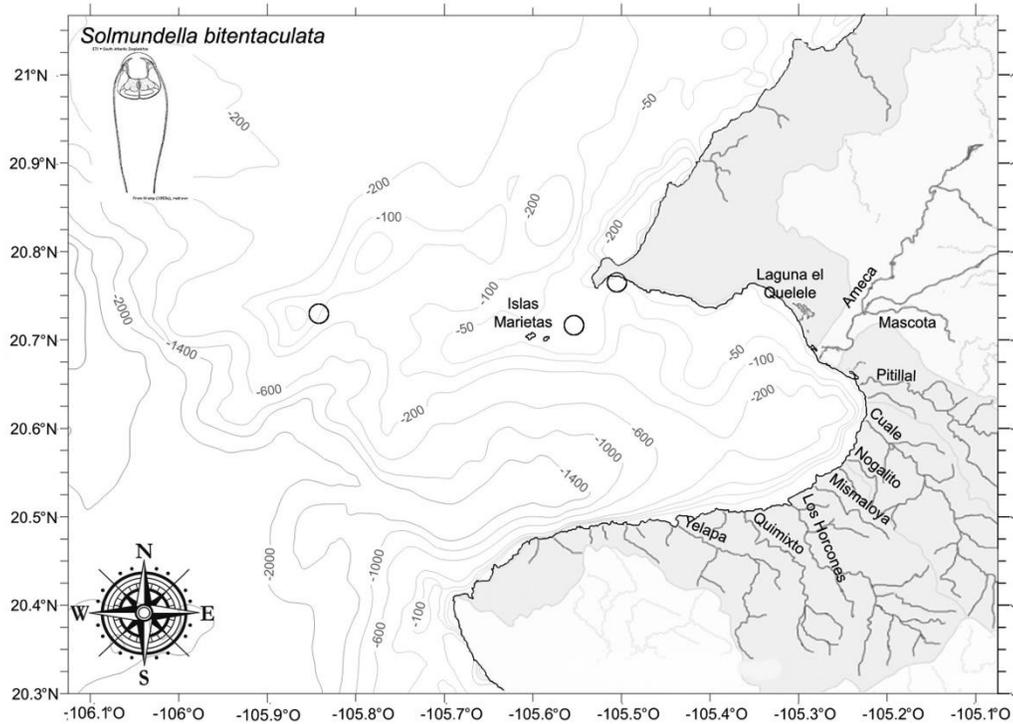


Figura 51. Distribución de *Solmundella bitentaculata* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

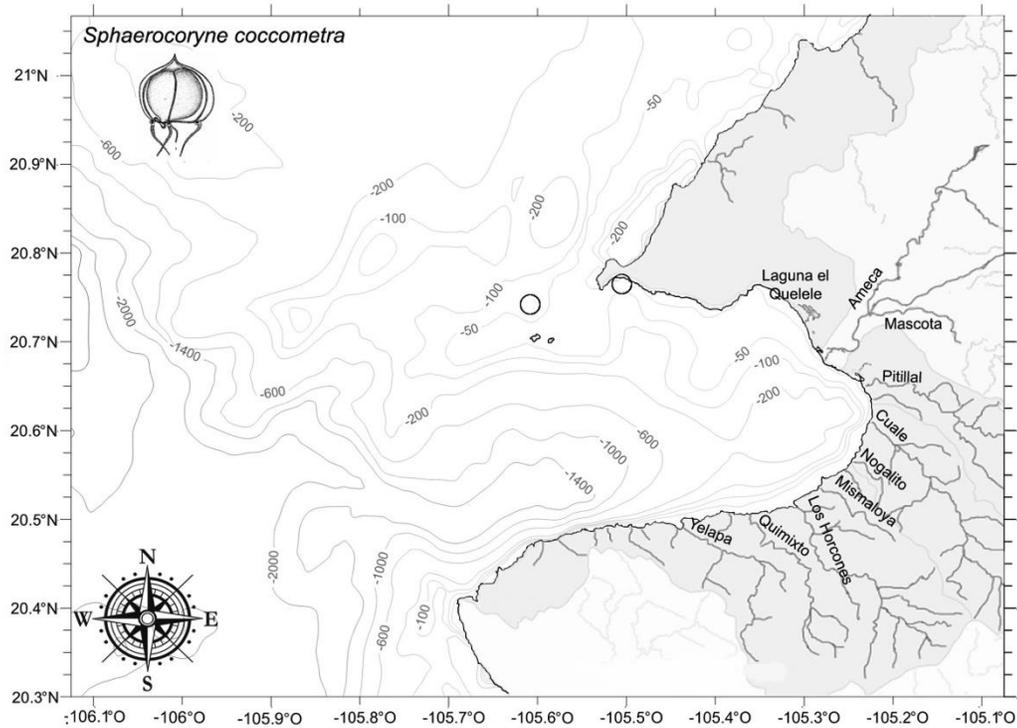


Figura 52. Distribución de *Sphaerocoryne coccometra* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

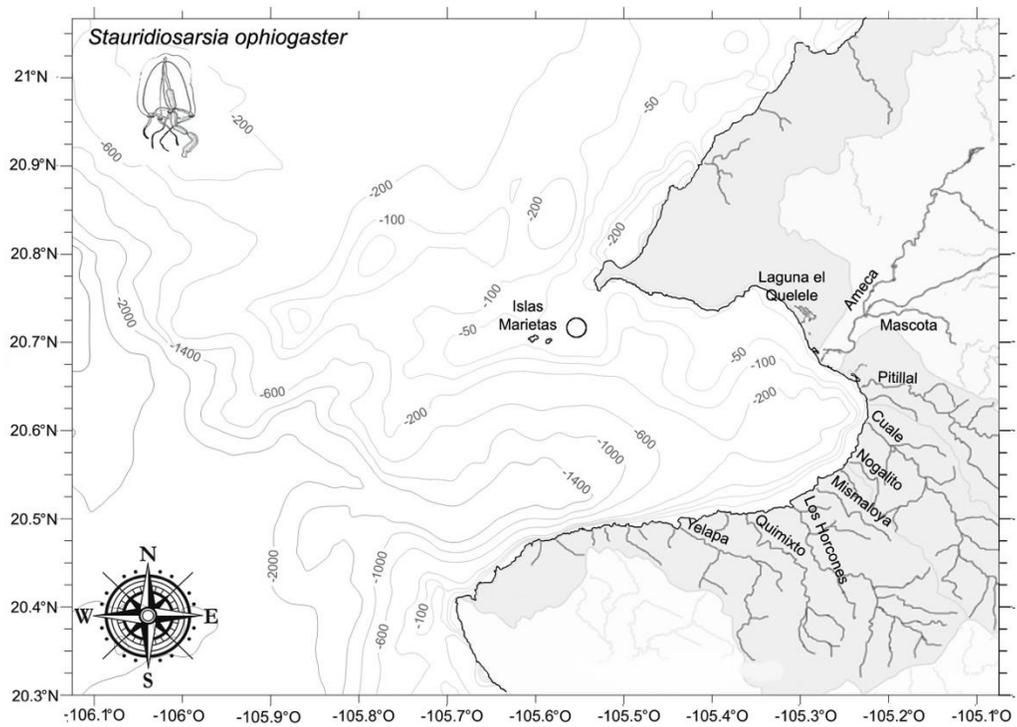


Figura 53. Distribución de *Stauridiosarsia ophiogaster* en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

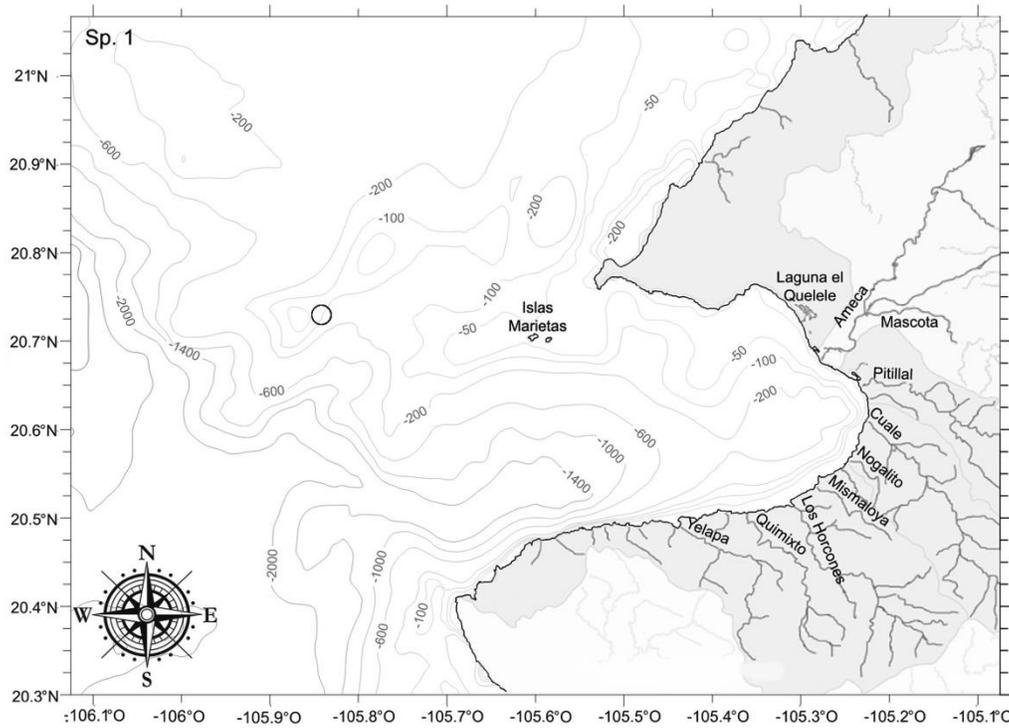


Figura 54. Distribución de Sp. 1 en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

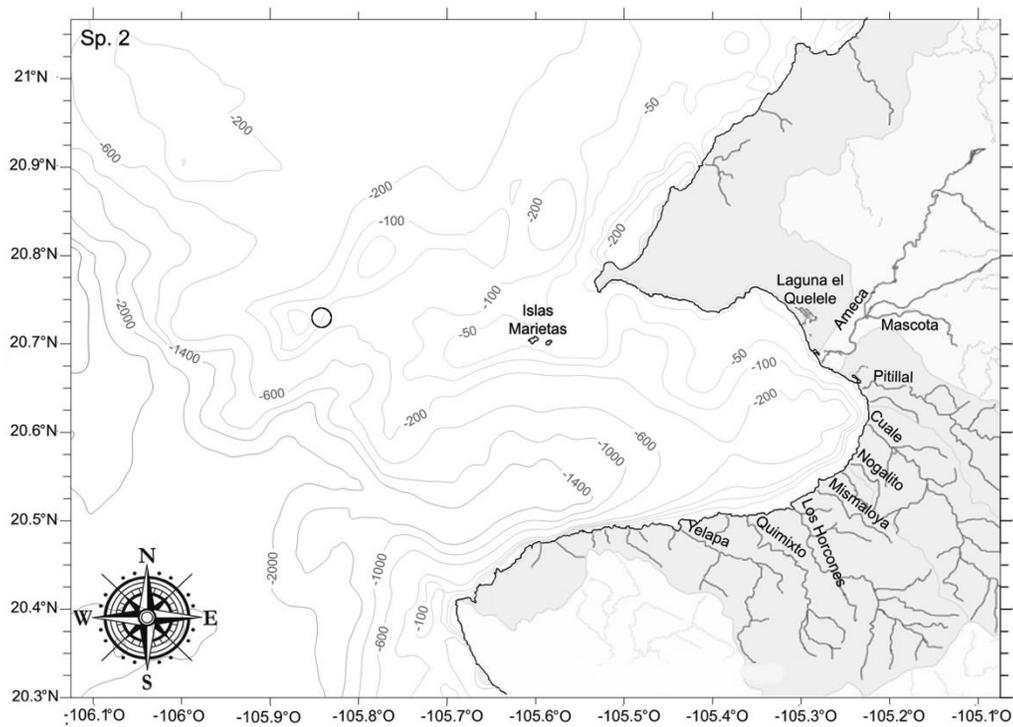
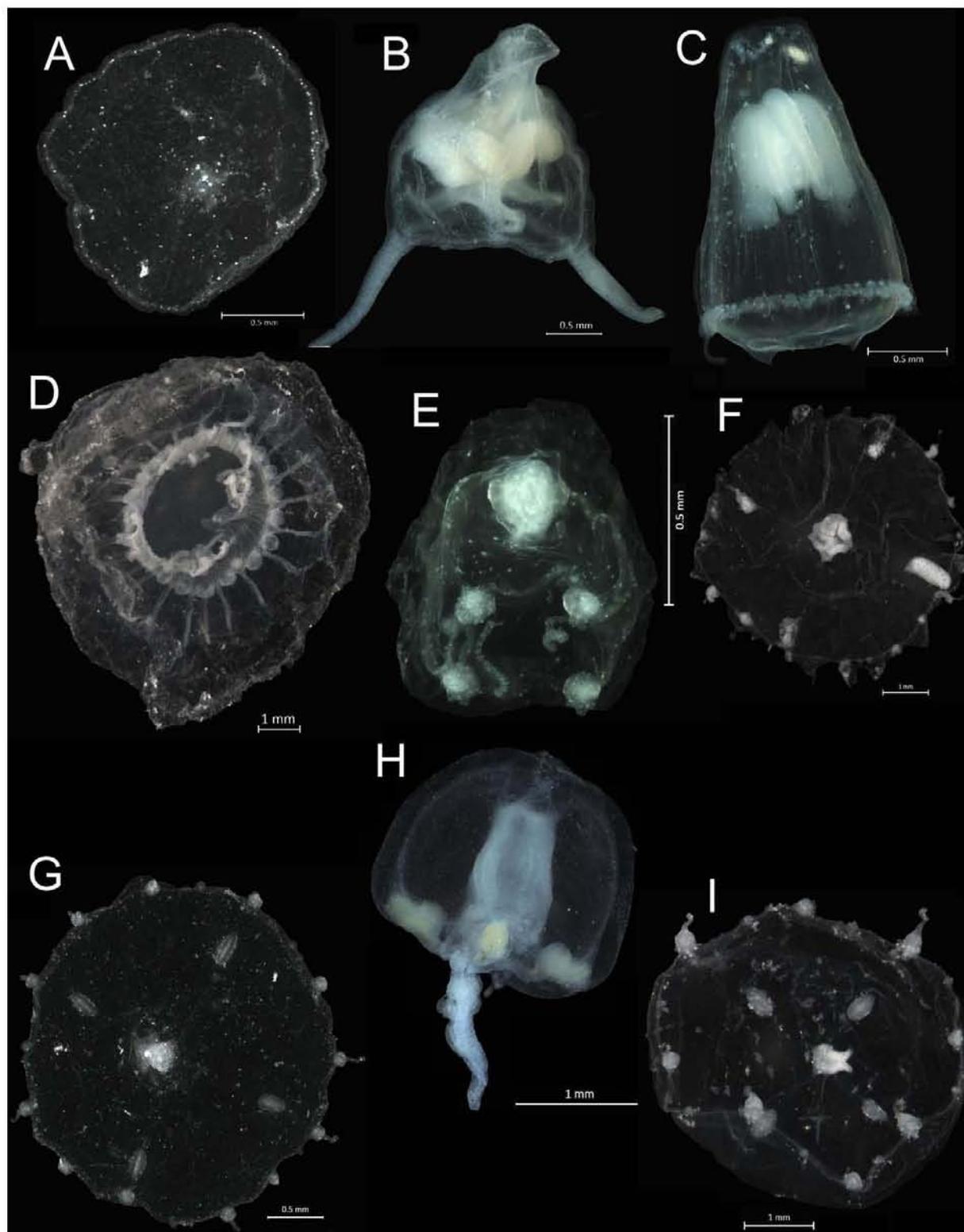
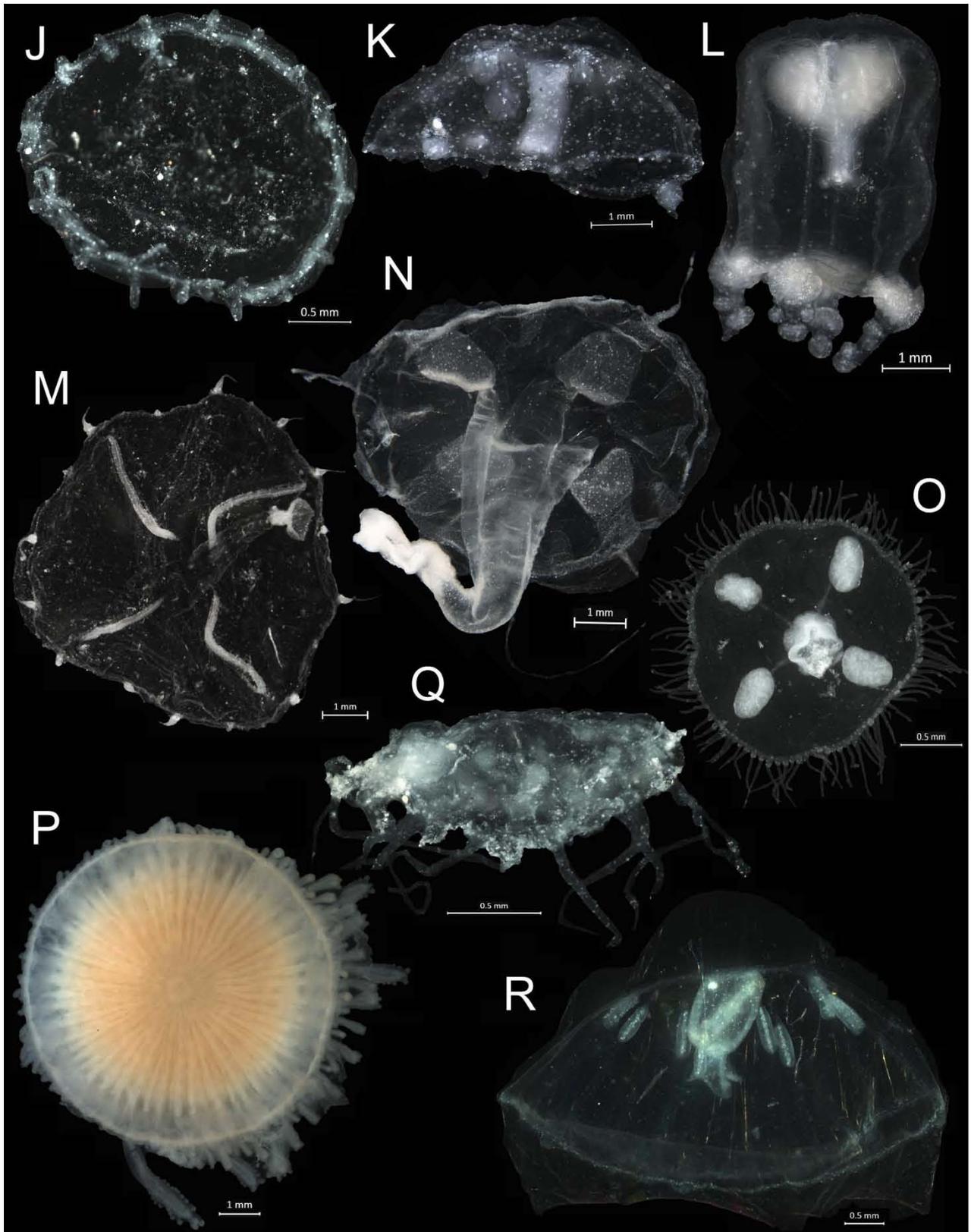


Figura 55. Distribución de Sp. 2 en marzo de 2005. Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco.

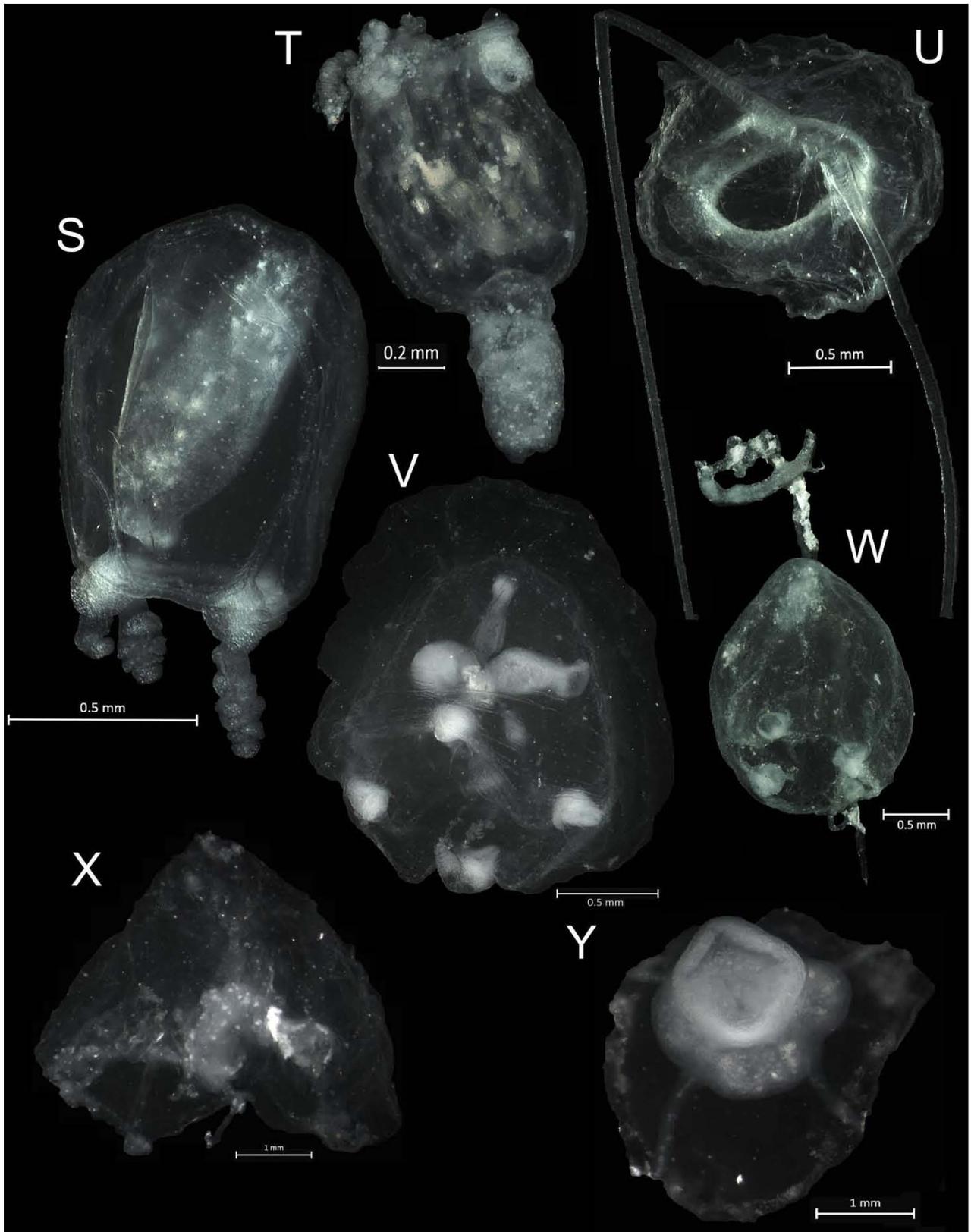
ANEXO 2. Fotografías de las medusas de la Bahía de Banderas en marzo, 2005.



A. *Amphogona c.f. apsteini* B. *Amphinema dinema* C. *Aglaura hemistoma* D. *Aequorea macrodactyla* E. *Bougainvillia muscus* F. *Clytia discoida* G. *Clytia hemisphaerica* H. *Cytaeis tetrastyla* I. *Clytia lomae*



J. *Cunina* sp. K. *Eucheilota paradoxica* L. *Ectopleura dumortierii* M. *Eirene viridula* N. *Liriopse tetraphylla* O. *Obelia* sp. P. *Porpita porpita* Q. *Pegantha* sp. R. *Rhopalonema velatum*



S. *Sphaerocoryne coccometra* T. *Sarsia* sp. U. *Solmundella bittentaculata* V. *Stauridiosarsia ophiogaster* W. *Slabberia* sp. X. Sp. 1 Y. Sp. 2.