



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**VARIACIÓN ESPACIAL DE LA COMUNIDAD DE MEDUSAS
(CNIDARIA) DEL SUROESTE DEL GOLFO DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

**ALEJANDRA PENELOPE AYALA
AGUILERA**



DIRECTOR DE TESIS:

**DRA. MARÍA ANA DEL CARMEN
FERNÁNDEZ ÁLAMO**

2017

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Datos del Jurado

1. Datos del alumno
Ayala
Aguilera
Alejandra Penelope
57630377
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
308047884
2. Datos del tutor
Dra
María Ana del Carmen
Fernández
Álamo
3. Datos del sinodal 1
Dr
César Eduardo
Flores
Coro
4. Datos del sinodal 2
Dr
Alejandro
Estradas
Romero
5. Datos del sinodal 3
M. en C.
Elia
Lemus
Santana
6. Datos del sinodal 4
Dr
Marco Antonio
Martínez
Muñoz
7. Variación espacial de la comunidad de medusas (Cnidaria) del suroeste del Golfo de México
68p.
2017.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. María Ana Fernández Álamo por todo su apoyo para concluir el presente trabajo, por sus conocimientos y por la paciencia que me tuvo durante mucho tiempo.

Al Dr. César Flores Coto por compartirme las muestras para realizar el presente trabajo, por brindarme un espacio en el laboratorio de zooplancton y sobre todo por ayudarme a mejorar mi trabajo con las observaciones que realizo en este.

Al M. en C. Alejandro Puente Tapia por guiarme en este camino, por haberme mostrado el fascinante mundo del zooplancton, por mostrarme las hermosas hidromedusas y enseñarme a identificarlas y por muchas cosas más, pero sobre todo por haberse convertido en un gran amigo. Gracias.

Al M. en C. Faustino Zavala García por ayudarme con el material y método utilizado en la campaña oceanográfica OGMII.

Al Dr. Alejandro Estradas Romero por todos los conocimientos, las herramientas que me enseñó a usar y la ayuda incondicional que me brindo, así como las observaciones que realizo a este trabajo. Gracias.

Al Dr. Marco Antonio Martínez, por su infinita ayuda con la estadística, por sus observaciones, la paciencia que me tuvo y sobre todo por mostrarme el camino hacia la luz. Gracias.

A la M. en C. Elia Lemus Santana por sus valiosas correcciones, por ayudarme siempre que tuve dudas y escucharme cuando lo necesite.

A la Dra. Ana Margarita Hermoso Salazar por sus consejos, por el conocimiento que me brindo, por guiarme y escucharme en cualquier momento, por su amistad.

Al Laboratorio de Zooplancton del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, porque este trabajo se realizó con material y el espacio prestado en este laboratorio.

A la M. en F. Ana Isabel Bieler Antolin, del laboratorio de microcine de Facultad de Ciencias, UNAM. Agradezco por las fotografías mostradas en el Anexo que fueron tomadas con un microscopio estereoscópico Zeiss modelo Slemi SV 6 y se usó una cama digital Canon de 21 mega pixeles.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mi familia Roberto, Joaquina, Gabriela y Cosette por el infinito amor que me brindan día a día, por sus consejos y su apoyo incondicional, también por ser las personas que más admiro y mi ejemplo a seguir.

A Carlos Conejeros por su amistad, sus enseñanzas, sus consejos, su incondicional apoyo y sobre todo por el inmenso amor que me ha brindado, gracias por ser la luz que alumbra mi camino <3

A mis Amigos Biólogos Marinos y a mis amigos de la Facultad de Ciencias, a todos gracias por las enseñanzas que me han dejado y por los mejores momentos que he pasado a su lado pero sobre todo por su amistad.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	5
Objetivos particulares.....	5
ÁREA DE ESTUDIO.....	6
Generalidades del Golfo de México.....	8
Masas de Agua.....	8
Corrientes oceánicas.....	9
Circulación superficial.....	11
Batimetría.....	11
Mareas.....	11
Aporte fluvial.....	13
Épocas climáticas.....	14
MATERIAL Y MÉTODO.....	15
Trabajo de campo.....	15
Trabajo de laboratorio.....	15
Análisis de los parámetros hidrológicos.....	16
Análisis de los parámetros biológicos.....	16
RESULTADOS.....	19

Parámetros hidrológicos	19
Temperatura.....	19
Salinidad.....	20
Potencial de hidrogeno (pH).....	21
Oxígeno disuelto.....	22
Composición, abundancia y distribución de la comunidad de medusas	23
Distribucion y abundancia de las medusas dominantes.....	29
Nuevos registros de especies en el área de estudio.....	35
Parámetros ecológicos en la comunidad de medusas	38
Riqueza específica (S).....	38
Diversidad.....	39
Dominancia.....	40
Caracterización ecológica.....	41
Asociación de medusas	42
DISCUSIÓN	48
Parámetros hidrológicos.....	48
Composición, abundancia y distribución de la comunidad de medusas.....	48
Asociación de medusas.....	53
CONCLUSIONES	55
LITERATURA CITADA	57
ANEXO	67

RESUMEN

Se estudió la composición específica y la distribución espacial de las abundancias de la comunidad de medusas en el suroeste del Golfo de México. El material biológico y los datos hidrológicos provienen de la campaña oceanográfica OGM-II (Oceanografía del Golfo de México) realizada del 1 al 9 de octubre de 2008, a bordo del B/O "Justo Sierra" de la UNAM, en un total de 32 estaciones de muestreo. Se cuantificaron e identificaron 13,899 organismos pertenecientes a 27 especies. Las especies más abundantes fueron *Aglaura hemistoma*, *Liriope tetraphylla*, *Hydractinia minima*, *Solmundella bitentaculata*, *Nausithoe punctata* y *Cunina octonaria*. Se jerarquizaron las especies entre raras, ocasionales y dominantes, siendo las raras las más diversas. Para establecer grupos con asociaciones de especies, se realizó un dendrograma de similitud de Bray-Curtis y un análisis SIMPER, como resultado se formaron tres grupos A (presentó estaciones cercanas a la costa), el B y C (presentaron estaciones dispersas en el área de estudio). Se encontraron tres especies: *Cunina frugifera*, *Corymorpha pendula* y *Protiara sp* las cuales son nuevos registros para el Golfo de México. La diversidad en el área de estudio fue baja, y estuvo dominada principalmente por dos especies: *Aglaura hemistoma* y *Liriope tetraphylla* ya que estuvieron presentes a lo largo de todo el muestreo. Se realizó un análisis de componentes principales para observar la relación entre parámetros ambientales y biológicos, solo algunas estaciones tuvieron relación con la temperatura, la salinidad, el estrato batimétrico y la densidad. Sin embargo, no se observó un patrón de distribución definido.

INTRODUCCIÓN

Las medusas son organismos metazoos diblásticos, que se caracterizan por poseer células especializadas urticantes llamadas cnidocitos. (Russell, 1970; Daly *et al.*, 2007) y por la presencia de dos tipos estructurales en su desarrollo: el pólipo que es bentónico y sésil, y la medusa que es planctónica, libre nadadora y solitaria (Bouillon, 1999). Su ciclo de vida define la manera en que las medusas se dispersan, ya que se dividen en dos grupos: 1) Holoplanctónicas: especies que tienen desarrollo directo y 2) Meroplanctónicas: especies con un estado de pólipo sésil. (Bouillon, 1985a). De acuerdo a Daly *et al.* (2007), estos organismos se clasifican en cuatro clases dentro del Phylum Cnidaria: Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa y Staurozoa.

Las medusas se distribuyen ampliamente, ya que habitan en todas las latitudes, desde los polos hasta los trópicos (Mills, 1995) y en la columna de agua se extienden desde la superficie hasta profundidades abisales (Vinogradof, 1970), esto las ha convertido en un grupo exitoso. También son depredadores que actúan en los primeros niveles de la cadena trófica del ecosistema marino, por lo que afectan la abundancia de larvas y adultos de diversos organismos zooplanctónicos (Purcell, 1985; Purcell y Arai, 2001). Dada su capacidad depredadora, las medusas pueden competir por el alimento con otros carnívoros y devorar a organismos del zooplancton como copépodos, quetognatos, cladóceros, huevos y larvas de peces, entre otros grupos (Russell, 1970; Alvariño, 1985; Purcell y Arai, 2001). De igual manera, pueden ser parte de la dieta de numerosos grupos, tales como quetognatos, sifonóforos, ctenóforos y otras medusas, peces, tortugas marinas y aves mamíferos marinos (Alvariño, 1985; Ates, 1988; Ates, 1991; Márquez, 1996; Mianza *et al.*, 2001).

Su distribución geográfica, así como la de sus abundancias, dependen de diversos factores biológicos y oceanográficos, entre los que se destacan la disponibilidad de alimento, la biología de las especies (Arai, 1992) y la interacción con factores químicos y físicos tales como la salinidad, temperatura, presión, oxígeno disuelto, turbulencia e incidencia de luz (Arai, 1992; Graham *et al.*, 2001). Sin embargo, la distribución de las medusas es influenciada por el transporte

pasivo a través de las masas de agua (Van Der Spoel, 1991) y por patrones de circulación oceánica tales como giros, remolinos, celdas de Langmuir y surgencias (Arai, 1992). También es afectada por mecanismos asociados a las actividades humanas, tales como el tráfico marítimo, que puede dar lugar a la introducción de especies no nativas, las cuales pueden modificar la estructura de las comunidades autóctonas y causar un impacto económico negativo (Ruíz *et al.*, 1997).

La importancia de las medusas en el océano destaca principalmente porque tienen una función ecológica importante, debido a sus hábitos alimenticios y a la concentración de sus poblaciones ya que afectan a las poblaciones de otros organismos zooplanctónicos que además pueden ser de importancia comercial (Prurcell, 1992; Purcell y Arai 2001; Bouillon 1999). Parte de la importancia de este grupo es la información oceanográfica que nos proporcionan, debido a que sus mecanismos de desplazamiento son débiles, y así pueden funcionar como organismos indicadores de masas de agua y corrientes (Segura-Puertas, 1984). Es importante conocer las variaciones de su distribución y abundancias, así como su relación con la hidrología de diferentes áreas a nivel mundial. Este estudio se realizó en la región suroeste del Golfo de México con la finalidad de identificar los cambios en la estructura de la comunidad de dichos cnidarios (Hydromedusae), y analizar su distribución.

ANTECEDENTES

Los primeros estudios de medusas para el Golfo de México sólo se enfocaron en describir la comunidad de dichos organismos en términos de riqueza específica, entre los que podemos encontrar a Hedgpeth (1954) y Sears (1954) quienes realizaron un estudio a lo largo de toda la costa del Golfo de México sobre las clases Scyphozoa e Hydrozoa respectivamente. Para las costas mexicanas y regiones colindantes, como el Mar Caribe, se hicieron trabajos como el de Alvariño (1972) quien estudió la composición de varios grupos del zooplancton incluyendo a las medusas. Correia-Valencia (1992) analizó las abundancias y la distribución de la comunidad de medusas desde el centro del Golfo de México hasta el noreste de Brasil, con base en las masas de agua características de las áreas de estudio.

Segura-Puertas (1992), registró las variaciones en la abundancia, diversidad y distribución espacial de las clases Hydrozoa y Scyphozoa en la costa de Yucatán y Mar Caribe. Segura-Puertas y Ordoñez-López (1994), analizaron las mismas variantes en la región Oriental del Banco de Campeche y Mar Caribe. Correia-Valencia y Segura-Puertas (1995), registraron por primera vez dos especies de hidromedusas (*Amphinema turrída* y *Niobia dendrotentaculados*) que pertenecen a la clase Hydrozoa y fueron recolectadas en la zona centro y sur del Golfo de México. Finalmente, Suárez-Morales *et al.* (1997) y Canché-Canché *et al.* (2005), analizaron la diversidad, distribución espacial y las abundancias de las medusas en las costas del Caribe mexicano.

Segura-Puertas *et al.* (2003) realizaron listados taxonómicos de la comunidad de medusas para mares mexicanos, donde se clasificaron a las especies de medusas en las clases Hydrozoa, Scyphozoa y Cubozoa. Más adelante Segura-Puertas *et al.* (2009) organizaron en otro listado a la medusofauna de toda la región del Golfo de México. Recientemente, Gasca y Lomán-Ramos (2013) realizaron un listado de medusas a nivel de Familia donde actualizaron y resumieron la información de la diversidad de los medusozoarios presentes en aguas mexicanas. Meléndez-Rosas (2015) realizó una compilación de los registros existentes del Subphylum Medusozoa para la Península de Baja California, Golfo de California, Pacífico tropical mexicano, Caribe mexicano y Golfo de México. Los subsecuentes trabajos que a continuación serán mencionados, han aumentado la información de la comunidad de medusas debido a que se relacionaron con la hidrodinámica del área de estudio en diferentes épocas del año, entre estos trabajos se encuentra el de Suárez-Morales *et al.* (2002) quienes analizaron la composición específica y abundancia de medusas y sifonóforos que fueron recolectados en marzo de 1993, durante los giros ciclónicos al norte del Golfo de México. Mendoza-Becerril (2006), registró la comunidad de hidromedusas de la Laguna Madre, Tamaulipas. Loman-Ramos *et al.* (2007), estudiaron la variación espacial de la comunidad de medusas durante el otoño de 1999 en la región sur del Golfo de México. Mendoza-Becerril (2009), examinó la variación espacio-temporal en la estructura de la comunidad de medusas del

Sistema Arrecifal Veracruzano al suroeste del Golfo de México. Martell-Hernández (2010) observó, para el otoño de 1998, la variación espacial de la comunidad de medusas de la región sureste del Golfo de México. En una región similar, Puentes-Tapia (2012) estudió la comunidad de medusas de las clases Hydrozoa y Scyphozoa en relación a las características hidrológicas del Sur del Golfo de México en época de secas del año 2006; Giles-Pérez (2013) estudió la abundancia, composición, distribución y las principales asociaciones de medusas en relación con algunos parámetros ambientales, frente a las costas del Caribe mexicano. Flores-Coto *et al.* (2016) realizaron un estudio con la finalidad de observar la distribución segregada de las medusas más abundantes en el sur del Golfo de México. Finalmente, el único trabajo cercano al área de estudio corresponde al de Gutiérrez-Aguirre *et al.* (2015) quienes analizaron con escala estacional algunos indicadores de la estructura de la comunidad de hidromedusas que habitan en la zona nerítica del sureste de Tamaulipas. El presente estudio, podría considerarse como el primer trabajo realizado para la parte oceánica del suroeste del Golfo de México.

OBJETIVO GENERAL

Analizar la variación espacial y las abundancias de la comunidad de medusas en relación con los parámetros físicos-químicos frente a las costas de Veracruz y Tamaulipas, en el suroeste del suroeste del Golfo de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar los parámetros físicos-químicos del área de estudio, en el suroeste del suroeste del Golfo de México.
- Describir la estructura comunitaria de medusas en términos de riqueza específica, densidad, dominancia, equidad y diversidad.
- Analizar la relación de la distribución espacial de las abundancias y de la riqueza específica de la comunidad de medusas con relación a los parámetros hidrológicos.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de las coordenadas 20 °- 26 °N y 96 °- 98 °W, frente a las costas de los estados de Veracruz y Tamaulipas. En esta región se encuentran dos grandes cuerpos de agua, el primero de ellos es la Laguna de Tamiahua en el estado de Veracruz que presenta una longitud de 85 km y una anchura de 25 km; es una plataforma de barrera interna con dos salidas hacia el mar, la primera es llamada Boca de Corazones, la cual es angosta e inestable (Cruz-Orozco, 1967), la segunda es la boca de Tampachichi que se encuentra abierta de manera intermitente, esto se debe a los sedimentos que acarrea el río Pánuco hacia litoral, a los nortes y al olaje, que en conjunto provocan el azolve y desazolve temporal de esta boca (SAGARPA-CONAPESCA, 2002). El segundo cuerpo de agua es la Laguna Madre, que se encuentra en la planicie costera del Golfo de México en el estado de Tamaulipas, con una superficie aproximada de 2,200 km², limitada al norte por el delta del Río Bravo y al sur por el Río Soto la Marina, ambos desembocan directamente en el Golfo de México (González y Camargo, 1985).

En el área de estudio se ubicaron dos plataformas petroleras, alrededor de estas se realizaron varias estaciones de muestreo (Fig. 1). La primera plataforma (A) se ubica en la plataforma continental en aguas territoriales a 30 km de la ciudad de Tampico Tamaulipas y es conocida como Arenque. La segunda plataforma (B) es conocida como Bagre y se localiza dentro de la plataforma continental en aguas territoriales, frente a la costa norte de Veracruz, aproximadamente a 40 km al sureste de la ciudad de Tuxpan (PEMEX, 2012).

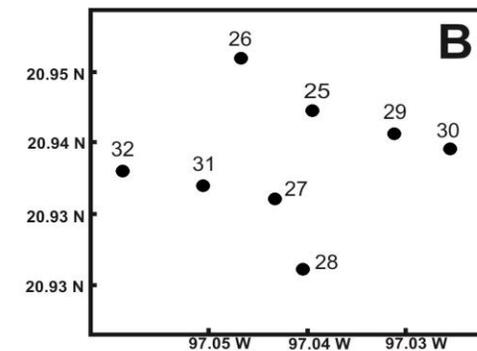
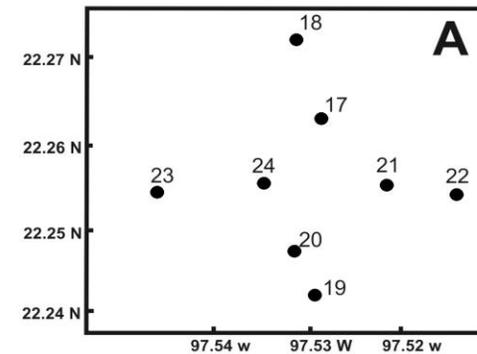
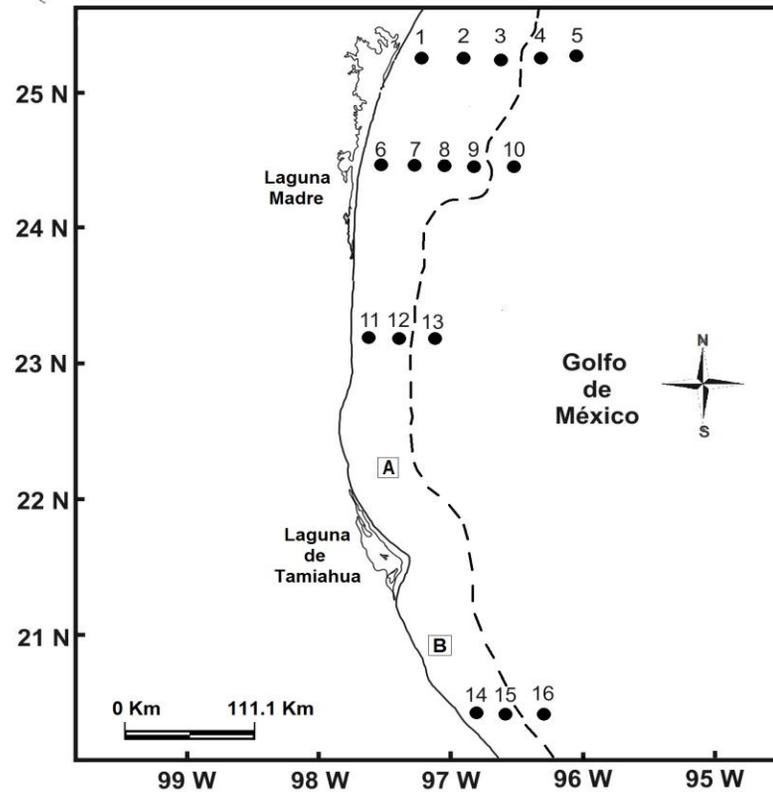


Figura 1. Izquierda: Área de estudio con cuatro transectos de los puntos de muestreo y dos plataformas petroleras en el suroeste del Golfo de México; Derecha: ubicación de los puntos de muestreo que rodearon las plataformas petroleras A y B.

Generalidades del Golfo de México

Masas de Agua

Existen diferentes masas de agua en el Golfo de México que se han clasificado en cinco tipos, las tres primeras son masas de agua costeras y se caracterizan por presentar salinidades y temperaturas elevadas y por lo general se encuentran superiores a los 250m. (Monreal-Gómez *et al.*, 2004 b):

1) Agua Subtropical Subsuperficial del Caribe (AS_tS_sC), llega a través del Canal de Yucatán y cuando entra al Golfo forma la Corriente del Lazo. Esta masa de agua se encuentra en la capa superior y se caracteriza por tener una salinidad de 36.40 y una temperatura de 22 °C (Monreal-Gómez y Salas de León 1997).

2) Agua Subtropical Subsuperficial del Golfo de México (AS_tS_sGM), se forma durante el invierno, debido a la mezcla convectiva que dejan los frentes fríos en la capa de los 200m; por lo tanto esta masa de agua tiene una menor temperatura y salinidad (Monreal-Gómez *et al.*, 2004 b).

3) Agua Común del Golfo (ACGM), se forma principalmente por dos mecanismos: El primero es a partir del AS_t S_sC y se forma en invierno mediante una mezcla convectiva, sin embargo, esto solo afecta la capa superior (Elliot, 1982). El segundo y más importante mecanismo, es la colisión del giro anticiclónico con el talud y la plataforma continental de Tamaulipas (Vidal *et al.*, 1992). A finales de otoño e invierno esta masa de agua se extiende más allá de los 200m y tiene una salinidad y temperatura alrededor de 36.4 y 22.5 °C respectivamente, además forma el 4.83% del agua que se encuentra en el Golfo de México (Monreal-Gómez *et al.*, 2004 b). Las anteriores masas de agua por lo general se encuentran superiores a los 250m. Existen dos capas más siguiendo la distribución vertical: 4) Agua Intermedia Antártica (AIA) y 5) Agua Profunda Noratlántica (APNA), (Fig. 2).

La masa de agua que se encuentra frente a las costas de Tamaulipas y Veracruz, forma parte de un sistema oligotrófico en donde la mayor producción primaria ocurre de noviembre a mayo, y se asocia a la presencia de “Nortes” que suceden en otoño e invierno, donde las lluvias y el viento son fuertes y como resultado originan una capa de mezcla que se extiende hasta los 100 m (Soto y

Escobar, 1995). Esta capa se encuentra mezclada en invierno y estratificada en verano (Vidal *et al.*, 1994). También se producen frentes a los 50m de la isobata en las costas de Tamaulipas, y se caracterizan por tener salinidad y temperatura baja, esto es resultado de las descargas del río Mississippi (Zavala *et al.*, 2003).

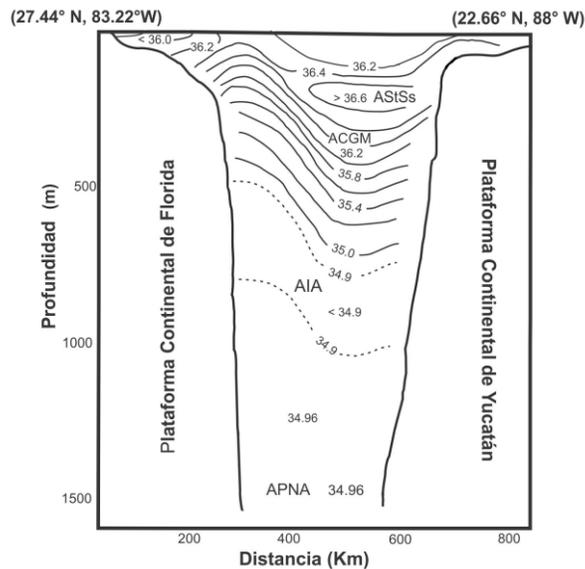


Figura 2. Sección vertical de la salinidad entre las plataformas continentales, que muestra las masas de agua del Golfo de México (Tomada de Nowlin, 1972).

Corrientes oceánicas

El sistema de corrientes en el Golfo de México se origina a partir de masas de agua con alta salinidad y temperatura, que entran al Golfo a través del Canal de Yucatán y se mueven en el sentido de las manecillas del reloj, formando la Corriente de Lazo que llega hasta el Estrecho de Florida (Monreal-Gómez *et al.*, 2004). Esta corriente se caracteriza por ser de borde continental hacia el oeste, por la inestabilidad en su ruta y por su variación en intensidad a lo largo del año (Lara-Lara *et al.*, 2008). También por tener un flujo de agua con alta salinidad (36.7) y temperaturas superficiales en el verano entre los 28 y 29 °C, que disminuyen en el invierno entre 24 y 26 °C. La intrusión de esta corriente varía estacionalmente y puede alcanzar los 27 °N en primavera y verano, pero pierde fuerza durante el otoño e invierno, alcanzando solamente los 25 °N y se acerca a Cuba generando un giro anticiclónico (Fig. 3) (Monreal-Gómez y Salas de León, 1997).

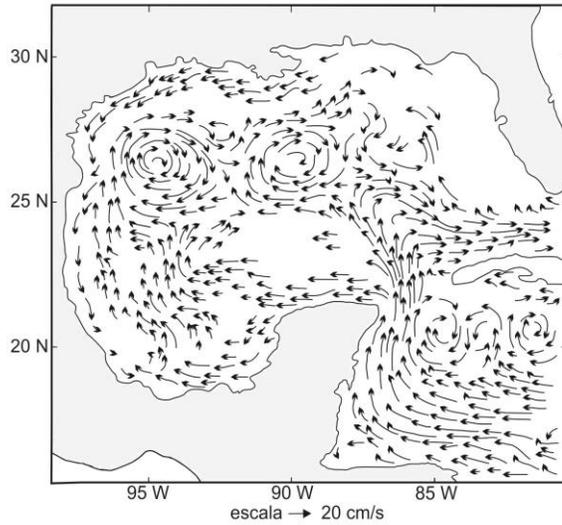


Figura 3. Características de la circulación a gran escala en el Golfo de México (Tomada de Morey *et al.*, 2003).

Los giros anticiclónicos se localizan entre los 22 ° y 27 ° N, viajan de este a oeste llevan agua cálida y salina; al desplazarse hacia el oeste, chocan con el talud y dan origen al agua común del Golfo de México (Monreal-Gómez *et al.*, 2004 b). También se aprecian remolinos expulsados de la corriente principal en dirección a las costas de Tamaulipas y Veracruz. Estas estructuras pueden permanecer en escalas de tiempo variables (Lara-Lara *et al.*, 2008) (Fig. 4).

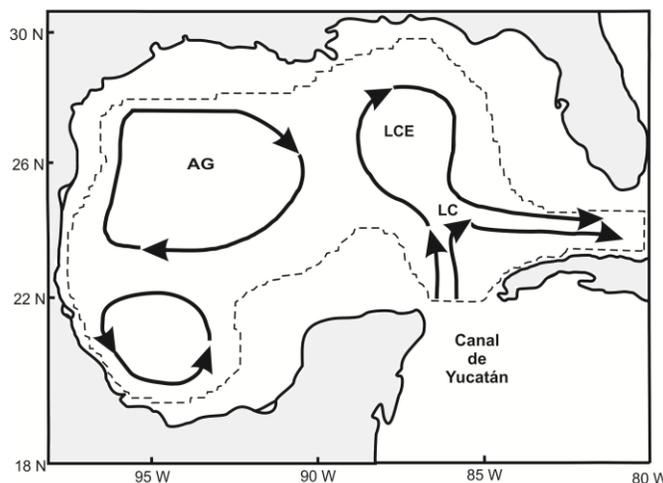


Figura 4. Circulación del Golfo de México. AG: Giro anticiclónico oeste, LCE: Remolino de la Corriente de Lazo, LC: Corriente de Lazo (Tomada de Zavala Hidalgo *et al.*, 2002).

Circulación superficial

En la plataforma de Tamaulipas y Veracruz existen corrientes estacionales impulsadas por el viento, son superficiales y están afectadas por los frentes fríos que provienen del noroeste de la plataforma de Texas-Luisiana. Estas corrientes se mueven de norte a sur durante en otoño e invierno y se caracteriza por ser intensas, variables y con baja densidad debido a una baja salinidad (Zavala *et al*, 2003) (Fig. 5).

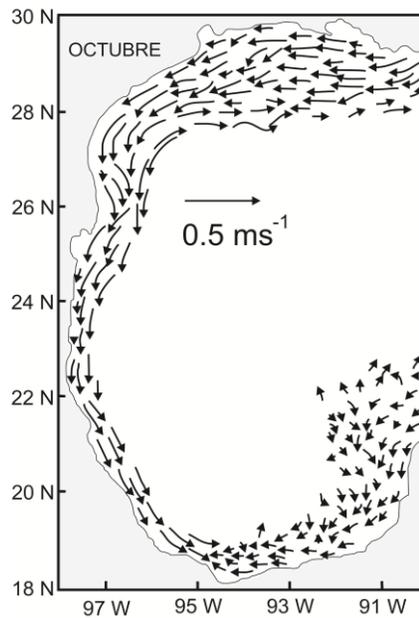


Figura 5. Corrientes superficiales en el Golfo de México en octubre (Tomada de Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003).

Batimetría

El Golfo presenta un amplio intervalo batimétrico, debido a la amplia plataforma continental de la península de Yucatán, que se estrecha frente a los estados de Veracruz y Tamaulipas, y se vuelve a ensanchar frente a la plataforma de Texas-Luisiana continuando así hasta Florida (Fig. 6). En particular la plataforma de Tamaulipas y Veracruz tiene un ancho menor a 50 km, la cual termina a los 100 o 200 m de profundidad; es abrupta y se distingue por relieves paralelos a la línea de costa, conocida como la “Cordillera Mexicana” entre los 24 ° y 19 °N (Aguirre, 2004). La profundidad en el centro del Golfo, es cercana a los 3,600m (Monreal-Gómez *et al.*, 2004 b).

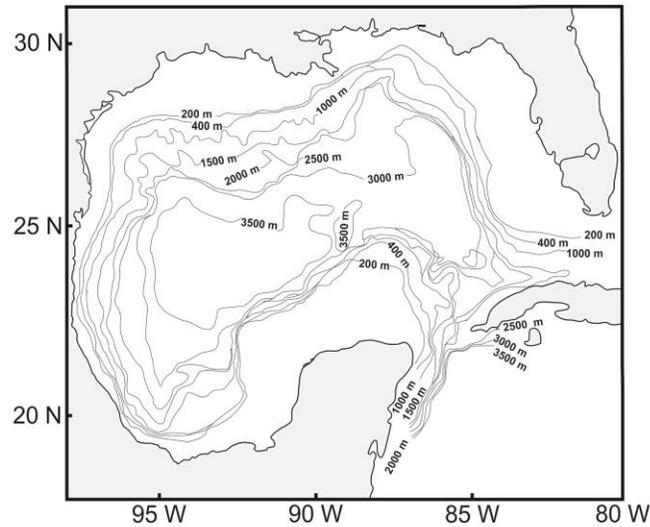


Figura 6. Localización geográfica y batimétrica del Golfo de México (Tomada de Martínez - López y Parés-Sierra, 1998).

Mareas

Las mareas en el Golfo de México son predominantemente diurnas en la región central de la cuenca, y semidiurnas cerca de las costas (Martínez-López y Parés-Sierra, 1998). No obstante, Monreal-Gómez y Salas de León (1997) definieron tres tipos de mareas: diurna, mixta con dominancia diurna y por ultimo mixta con dominancia semi-diurna. La marea diurna se localiza en la parte noreste de la península de Yucatán y se extiende hasta Coatzacoalcos, observándose de nuevo en la plataforma norte de Texas-Luisiana. La marea mixta con dominancia diurna se encuentra desde el noreste de Coatzacoalcos hasta el norte en Matamoros y parte de la plataforma de Texas. Finalmente la marea mixta con dominancia semi-diurna se localiza hacia la península de Yucatán, en Cuba y toda la costa de Florida (Fig. 7). Debido a esto, se le atribuyen a las mareas del Golfo de México un carácter diurno.

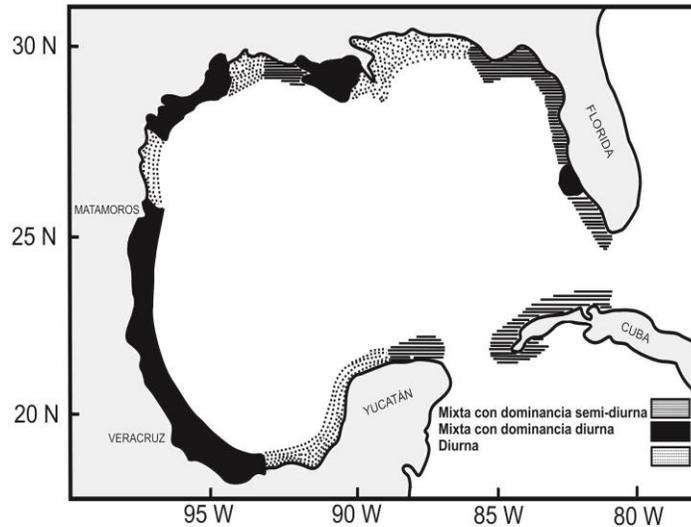


Figura 7. Tipos de mareas en el Golfo de México (Tomada de Monreal-Gómez y Salas de León, 1997).

Aporte fluvial

El Golfo de México recibe una descarga de más del 80% del agua dulce de los Estados Unidos, y más del 62% del total nacional de México. Los meses de abril y mayo constituyen el periodo de mayor descarga fluvial en las costas de Estados Unidos; para las costas de México la época de mayor descarga fluvial es en septiembre y octubre después de las lluvias continentales (Day *et al.*, 2004).

En el caso particular de la plataforma de Tamaulipas y Veracruz del Golfo de México, se presenta un ciclo anual en la variación de la descarga de los ríos, la cual es escasa de febrero a mayo, y aumenta entre julio y septiembre debido a la época de lluvias. La descarga de los ríos Soto la Marina, Bravo y Pánuco producen una capa con una salinidad de 30 y temperatura de 21 a 23 °C que puede llegar hasta los 100 km de la desembocadura (Soto y Escobar, 1995) (Fig. 8).



Figura 8. Principales ríos que descargan en el Golfo de México (Tomada de Moody, 1967).

Épocas climáticas

El golfo de México es un mar interior con una amplia ubicación latitudinal que abarca desde las regiones tropicales, subtropicales y templadas. Se han señalado tres temporadas climáticas: Secas (febrero a mayo) cuando se registra una temperatura ambiente promedio de 28.1 °C y precipitaciones promedio de 164.8 mm, con vientos principalmente del sureste, lluvias (junio a septiembre) con temperatura media de 28.3 °C, precipitación de 976.7 mm y vientos predominantes del sureste y la temporada de nortes (octubre a enero) con temperatura media de 24.4 °C, vientos fuertes y frecuentes del norte con ocasionales precipitaciones con un promedio de 345.6 mm (Yáñez-Arancibia y Day, 1988) Estos nortes son frentes atmosféricos y consisten en el intercambio de masas de aire frío y seco, que viene del continente con las masas de aire marítimo tropical propias del Golfo. Durante el verano se presentan tormentas tropicales que se forman generalmente fuera del Golfo, éstas se traslada hacia la costa de Texas o de Florida; esto genera importantes flujos de agua que al condensarse se transforman en lluvia (Monreal-Gómez *et al.*, 2004).

En la temporada de secas, aumenta la insolación, disminuyen las precipitaciones y el aporte pluvial, por lo tanto aumenta la salinidad (López-Veneroni y González- Lozano, 2009).

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

El material y los datos hidrológicos provienen de la campaña oceanográfica OGM-II (Oceanografía del Golfo de México II) realizada en el periodo del 1 al 9 de octubre del 2008, a bordo del B/O "Justo Sierra", de la Universidad Nacional Autónoma de México. El derrotero comprendió cuatro transectos y dos puntos de muestreo, alrededor de las plataformas petroleras Arenque y Bagre. Se realizaron un total de 85 estaciones de muestreo, de las cuales solo se revisaron 32. En cada estación se realizaron arrastres de zooplancton desde la superficie y hasta donde la batimetría lo permitió, aproximadamente a 200 m. Se empleó una red tipo Bongo de 61cm de diámetro de boca, con una apertura de malla de 335 y 500 μ m. Se analizaron las medusas capturadas en las redes de 335 μ m debido a las tallas chicas, ya que estas se pueden filtrar en la apertura de malla de 500 μ m. Durante la operación del arrastre de redes, la velocidad del buque fue de 2-3 nudos, con un desplazamiento circular y con un máximo de 15 minutos. Se colocó un flujómetro en la boca de las redes con la finalidad de conocer el volumen de agua filtrada y poder estandarizar las abundancias de medusas a 100 m³, expresándose como densidad (ind/100 m³).

En cubierta se lavaron las mallas de la red para concentrar la muestra en el frasco de colecta y posteriormente se fijó el material en una solución de agua marina con formol al 4%, neutralizado con borato de sodio. En cada estación se registró la temperatura (°C) y salinidad a partir del equipo CTD Neil Brown Mark IV de General Oceanic.

Trabajo de laboratorio

Se extrajeron y cuantificaron la totalidad de las medusas, las cuales fueron identificadas al nivel taxonómico más bajo posible con apoyo de literatura especializada entre las que destacan: Mayer (1910), Kramp, (1959a y 1961), Bouillon (1999), Bouillon y Boero (2000), Bouillon *et al.* (2004 - 2006) y trabajos realizados en la región y zonas adyacentes.

Análisis de los parámetros hidrológicos

Con la finalidad de describir la variación espacial de los diferentes parámetros hidrológicos (potencial de hidrogeno (pH), temperatura, salinidad y oxígeno disuelto; datos que fueron tomados durante la campaña) se realizaron representaciones graficas de cada uno de ellos con ayuda del software ODV (Schlitzer, 2015).

Análisis de los parámetros biológicos

La estructura comunitaria de medusas fue analizada en términos de riqueza específica, diversidad y dominancia con el software PRIMER V6. Para realizar las pruebas estadísticas fue necesario excluir cinco especies, debido a que presentaron valores de densidad menores a 1 ind/100 m³ y una baja frecuencia de aparición. Así mismo fue eliminada la estación 22 donde no fue registrado ningún organismo y también la estación 6 para algunos análisis, debido a su baja densidad y frecuencia. Se realizaron pruebas de normalidad a los parámetros abióticos a partir de la distribución de datos con el grafico de Q-Q Plot, utilizando el software Minitab 17, para comprobar su comportamiento normal e integrarlos en los análisis comunitarios. Los datos que no cumplieron con el supuesto de normalidad, se les realizó una transformación con logaritmo natural para su estandarización y normalización.

Para obtener la **riqueza específica (S)** se utilizó la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies que ocurren en una muestra de una comunidad determinada (Moreno, 2001).

Dónde:

S= es el número de especies presentes.

Para el análisis de la diversidad se empleó el **índice de Shannon (H)**, que contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia), la diversidad se expresa como bits/individuos (Magurran, 1988). Si $H=0$ hay una sola especie, H' es máxima cuando el valor máximo suele estar cerca de 5.

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right) (\text{Log}2) \left(\frac{n_i}{N}\right)$$

Dónde:

H' = Diversidad de Shannon.

n_i = Número de individuos por especie de una muestra.

N = Número total de individuos de una muestra.

S = Número total de especies.

Para estimar la dominancia de una especie se utilizó el **índice de Simpson (D)**, que toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. Donde el valor 1 representa ausencia de diversidad, es decir, sólo existe una especie y valores cercanos a 0 representan la equitatividad en la comunidad (Magurran, 1988).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^s n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

D = Dominancia de Simpson.

n_i = número de individuos por especie de una muestra.

N = Número total de individuos de una muestra

S = Número total de especies.

Con el objetivo de jerarquizar la dominancia se realizó un diagrama de Olmstead Tukey (Sokal y Rohlf, 1981), para identificar la dominancia de las medusas. Este análisis clasifica a las especies como dominantes, constantes, ocasionales y raras, las cuales se graficaron a partir de la relación entre las densidades en el eje "Y" y de las frecuencias de aparición en el eje "X", de tal forma que al trazar ambas se observan cuatro cuadrantes. Las dominantes, son aquellas que presentan la densidad y la frecuencia mayor a ambas medias. Las constantes presentan densidades menores a la media y la frecuencia mayor a la media. Las ocasionales presentan densidad mayor a la media y frecuencia menor a la media. Las raras

presentan densidades y frecuencias menores a ambas medias (Varona-Cordero y Gutiérrez, 2003).

Con la finalidad de estructurar los grupos afines se realizó un análisis de Cluster empleando el método de “Completo ligamiento” (SIMPROF test) con una transformación, para describir los patrones de similitud de las especies, así como para determinar los grupos de estaciones con afinidad faunística usando el índice de Similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957, Krebs, 1999). La rutina SIMPER (porcentaje de similitud) fue usada para identificar las especies de medusas que contribuyeron más a la similitud entre los grupos identificados por el análisis de afinidad faunística. Dicho análisis (SIMPER), calcula el porcentaje de similitud (contribución de la especie *i* a la disimilitud entre los grupos considerados), (Clarke, 1993). Cada grupo fue caracterizado por especies de medusas con valores por encima del 5% de contribución acumulativa. Para la realización de estos análisis, se empleó el software PRIMER V6 (Clarke y Warwick, 2001). Para cada grupo de afinidad faunística fueron calculados los índices de riqueza específica, diversidad y dominancia.

Para analizar la correlación entre las especies de medusas y los factores ambientales se realizó un análisis de ordenación mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP), para ello fue usado el software PAST (versión 2.17). El ACP (Hotelling, 1933) tiene como objetivo la representación óptima de observaciones generales *p*-dimensionales, un espacio de dimensión pequeña. En este sentido, componentes principales es el primer paso para identificar las posibles variables latentes, o no observadas que generan los datos (Legendre y Legendre, 2012). Para realizar este análisis el área de estudio fue dividida en tres zonas: La zona norte que incluye de la estación 1 a la 10, la zona centro incluye las estaciones 11, 12,13 y todas las estaciones que rodearon a la plataforma petrolera A y finalmente la zona sur que incluye las estaciones 14,15, 16 y todas las estaciones que rodearon a la plataforma petrolera B. Así mismo se realizó una estratificación por profundidad y se realizó el siguiente código con letras para indicar los cuatro estratos de profundidad establecidos: A= 0 a 50 m, B= 51 a 100 m, C= 101 a 150 m y D= >15.

RESULTADOS

Parámetros hidrológicos

Temperatura

La temperatura promedio durante la campaña realizada en octubre de 2008, a bordo del B/O "Justo Sierra" tuvo un promedio de 27.8 °C e, con oscilaciones desde los 27 °C, hasta los 28.3 °C. La temperatura más baja se presentó en la zona norte, frente a la costa de Tamaulipas y fuera de la Laguna Madre. En contraste, las temperaturas más altas se registraron hacia el centro y sur, llegando a los 28 °C frente la ciudad de Tampico, Tamaulipas y hacia el sur de Veracruz (Fig. 9).

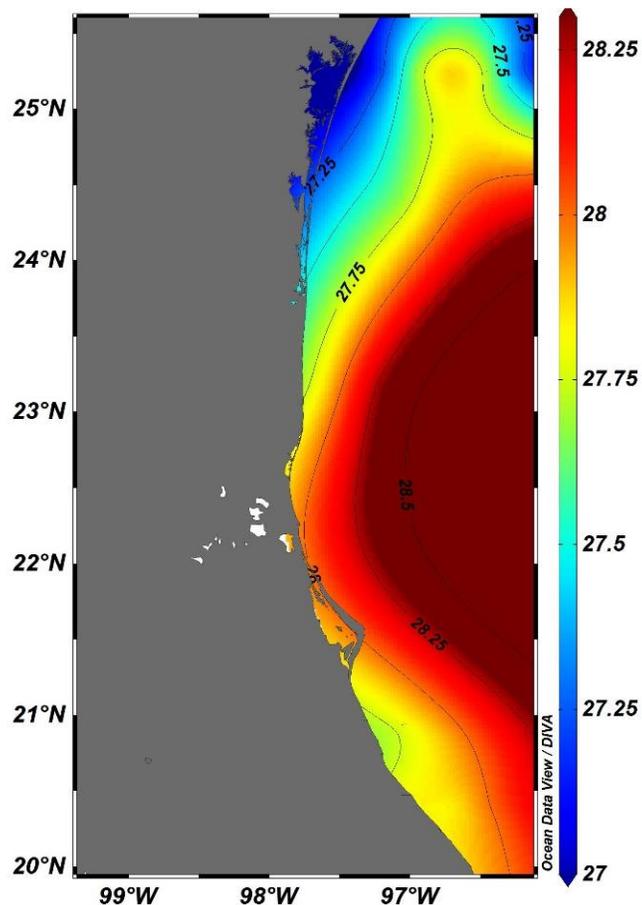


Figura 9. Temperatura (°C) en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Salinidad

La salinidad fluctuó desde los 33.8 a los 36.4, sin embargo, en el área de estudio predominaron valores de alta salinidad que se presentaron por encima de los 35.6, ubicados desde la parte norte hasta la zona sur, frente a la Laguna Madre, donde se registraron los valores más bajos de salinidad. Predominaron salinidades altas (Fig.10).

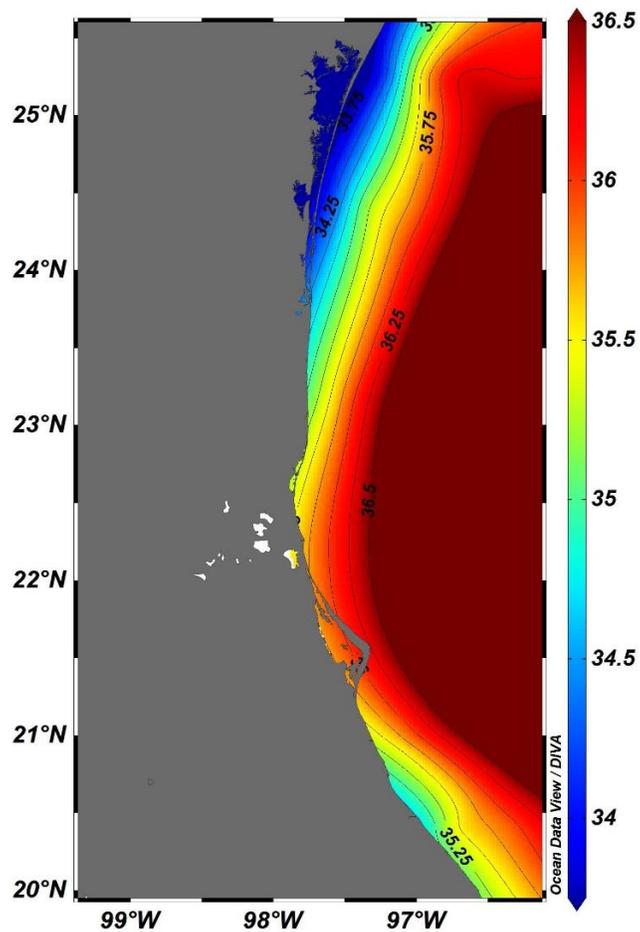


Figura 10. Salinidad en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Potencial de hidrogeno (pH)

Los valores de pH fluctuaron desde 8.1 hasta 8.4. El valor más alto se ubicó al norte frente a la Laguna Madre. Se mostró un gradiente de disminución en dirección a la parte oceánica, donde se encontró el valor más bajo que resulto de 8.1. Este valor predominó de norte a sur en la parte oceánica. Frente a la costa de Veracruz, se observaron los valores de pH intermedios que registraron 8.2. Predominaron valores alcalinos no tan elevados (Fig.11).

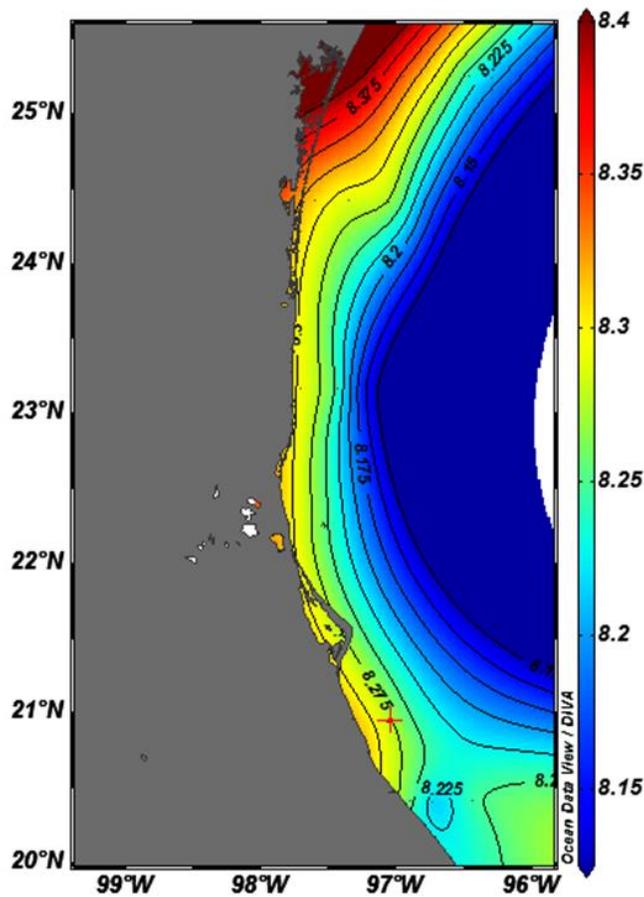


Figura 11. Potencial de hidrógeno (pH) en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto superficial, fluctuó de 2.8 a 4 ml/L. Los valores más altos se observaron en la zona centro frente a las costas de Tamaulipas y Veracruz, así como una pequeña área en el norte de Tamaulipas con los valores más elevados. Respecto a los valores más bajos se observó un área frente a Tamaulipas y otra área en el sur frente a Veracruz con valores de 2.8 ml/L. Sin embargo, predominaron los valores intermedios de 3.4 ml/L (Fig. 12).

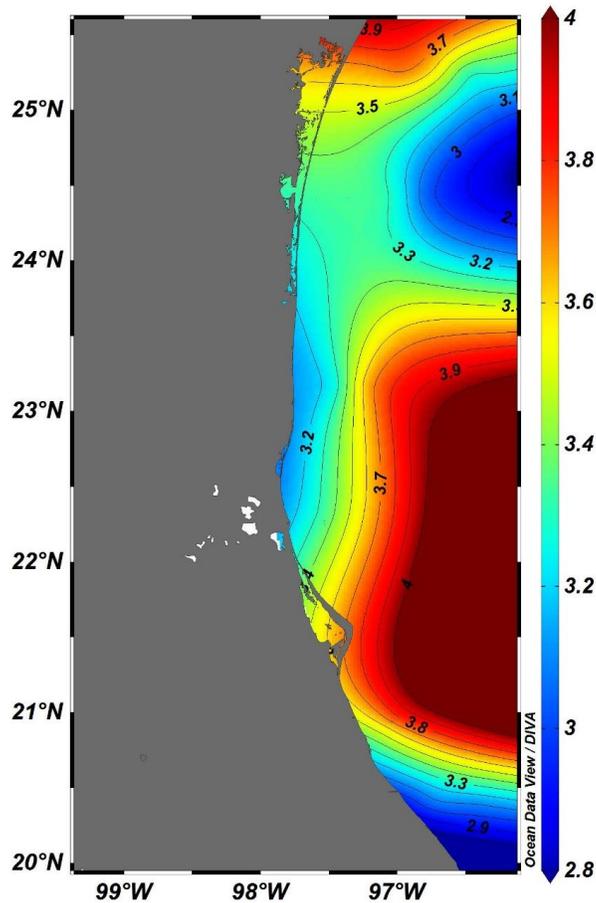


Figura 12. Oxígeno disuelto en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Composición, abundancia y distribución de la comunidad de medusas

Se analizaron un total de 13,899 ejemplares de medusas, pertenecientes a dos Clases: Hydrozoa con el 95 % y Scyphozoa con sólo el 5 % del total de los organismos. La composición de la clase Hydrozoa comprendió cuatro órdenes, 18 familias, 19 géneros y 21 especies. Para la clase Scyphozoa se registró el orden Coronatae con un género y una especie *Nausithoe punctata*. Seis taxones fueron determinados sólo a nivel de género, dos de estos fueron *Cytaeis sp.* y *Zanclaea sp.*, para identificarlos a nivel de especie es necesario observar el pólipo; en el caso de *Pegántha sp.*, *Protiara sp.*, *Merga sp.* y *Slabberia cf halterata* no se lograron determinar a nivel de especie, ya que los organismos presentaron cierto daño en sus estructuras debido al método de conservación, lo cual imposibilitó su determinación. Tres especies (*Cunina frugifera*, *Corymorpha pendula* y *Protiara sp.*) fueron identificadas como nuevos registros para el área de estudio (Tabla 1).

La clase Hydrozoa cuenta con cinco órdenes, sin embargo, sólo fueron registrados cuatro: Anthoathecata, Leptothecata, Narcomedusae y Trachymedusae. El orden más abundante fue Trachymedusae (69 %) seguido de Anthoathecata (10 %), Narcomedusae (9 %) y Leptothecata (7 %) que fue el más bajo de la clase Hydrozoa, no obstante el orden con menor abundancia fue Coronatae (5 %). de la clase Scyphozoa. La abundancia se expresó en términos de porcentaje y las especies más abundantes fueron *Aglaura hemistoma* con 45.5 %, seguida por *Liriope tetraphylla* con 23.6 %. En términos de densidad, para *A. hemistoma* se estimaron 3,171.04 ind/100 m³ y para *L. tetraphylla* 1714.94 ind/100 m³. En cuanto a la frecuencia de aparición *A. hemistoma* se presentó en 31 (%) estaciones y *L. tetraphylla* en 30 (%) estaciones. En contraste, las abundancias y frecuencias más bajas se observaron en las especies *Corymorpha forbesii* (0.014 %), *Pegántha sp.* (0.007 %) y *Staurodiscus kellneri* (0.007 (Tabla 2).

Tabla 1. Listado taxonómico de las medusas del suroeste del Golfo de México (octubre, 2008) con base en Daly *et al.* (2007).

Phylum Cnidaria Hatschek, 1888

Subphylum Meduzosoa Peterse, 1979

Clase Hydrozoa Owen, 1843

Subclase Hydroidolinia Collins, 2000

Orden Leptothecata Cornelius, 1982

Suborden Conida Broch, 1910

Familia Aequoreidae Eschscholtz, 1829

Aequorea macrodactyla (Brandt, 1835)

Suborden Proboscidoidea Broch, 1910

Familia Campanulariidae Johnston, 1836

Clytia hemisphaerica (Linnaeus, 1767)

Clytia brunescens (Bigelow, 1904)

Familia Lovenellidae Russell, 1953

Eucheilota paradoxica Mayer, 1900

Familia Malagazziidae Bouillon, 1984

Octophialucium medium Kramp, 1955

Familia Laodiceidae Agassiz, 1862

Staurodiscus kellneri (Mayer, 1910)

Orden Trachymedusae Haeckel, 1879

Familia Rhopalonematidae Russell, 1953

Aglaura hemistoma Péron & Lesueur, 1810

Familia Geryoniidae Eschscholtz, 1829

Liriope tetraphylla (Chamisso & Eysenhardt, 1821)

Orden Anthoathecata Cornelius, 1992

Suborden Filifera Kühn, 1913

Familia Cytaeididae L. Agassiz, 1862

Cytaeis Eschscholtz, 1829

Familia Hydractiniidae L. Agassiz, 1862

Podocorynoides minima (Trinci, 1903)

Hydractinia carica Bergh, 1887

Familia Pandeidae Haeckel, 1879

Amphinema dinema (Péron & Lesueur, 1810)

Halitholus intermedius (Browne, 1902)

Leuckartiara octona (Fleming, 1823)

Familia Bougainvilliidae Lütken, 1850

Bougainvillia niobe Mayer, 1894

Bougainvillia muscus (Allman, 1863)

Thamnostoma tetrellum (Haeckel, 1879)

Familia Corymorphidae Allman, 1872

Corymorpha gracilis (Brooks, 1883)

Corymorpha forbesii (Mayer, 1894)

Corymorpha pendula L. Agassiz, 1862

Familia Corynidae Johnston, 1836

Slabberia halterata Forbes, 1846

Slabberia strangulata (McCrary, 1859)

Familia Protiaridae Haeckel, 1879

Protiara Haeckel, 1879

Familia Zancleidae Russell, 1953

Zanclea Gegenbaur, 1856

Subclase Trachylina Haeckel 187

Orden Narcomedusae Haeckel, 1879

Familia Cuninidae Bigelow, 1913

Cunina frugifera Kramp, 1948

Cunina octonaria McCrary, 1859

Familia Solmarisidae Haeckel, 1879

Pegantha Haeckel, 1879

Familia Aeginidae Gegenbaur, 1857

Solmundella bitentaculata (Quoy & Gaimard, 1833)

Clases Scyphozoa Goette, 1887

Subclase Coronamedusae Calder, 2009

Orden Coronatae Vanhöffen, 1892

Familia Nausithoidae (Claus, 1883)

Nausithoe punctata Kölliker, 185

Tabla 2. Densidad (D ind/100 m³), frecuencia de aparición (F %), abundancia relativa (AR %) y categoría en el Olmstead-Tukey (OT), de las medusas recolectadas en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

TAXÓN	D	F %	AR %	OT
<i>Aglaura hemistoma</i>	3171.04	96.88	45.52	Dominante
<i>Liriope tetraphylla</i>	1714.94	93.75	23.61	Dominante
<i>Podocorynoides minima</i>	486.85	37.5	6.44	Dominante
<i>Nausithoe punctata</i>	423.33	53.13	5.86	Dominante
<i>Solmundella bitentaculata</i>	334.82	78.13	4.75	Dominante
<i>Cunina octonaria</i>	208.67	71.88	3.08	Constante
<i>Clytia hemisphaerica</i>	178.82	40.63	2.52	Constante
<i>Octophialucium medium</i>	158.51	65.63	2.37	Constante
<i>Corymorph gracilis</i>	107.58	59.38	1.43	Constante
<i>Hydractinia carica</i>	105.94	25	1.43	Rara
<i>Thamnostoma tetrellum</i>	44.51	31.25	0.65	Constante
<i>Eucheiliota paradoxica</i>	43	6.25	0.65	Rara
<i>Zanclea sp.</i>	29.96	31.25	0.42	Constante
<i>Halitholus intermedius</i>	19.44	3.13	0.29	Rara
<i>Amphinema dinema</i>	17.22	21.88	0.24	Rara
<i>Clytia brunescens</i>	7.55	12.5	0.1	Rara
<i>Corymorpha pendula</i>	6.24	9.38	0.08	Rara
<i>Bougainvillia Niobe</i>	5.58	15.63	0.08	Rara
<i>Aequorea macrodactylia</i>	4.94	21.88	0.08	Rara
<i>Bougainvillia muscus</i>	3.51	21.88	0.06	Rara
<i>Cunina frugifera</i>	2.32	6.25	0.04	Rara
<i>Protiara sp</i>	2.29	6.25	0.04	Rara
<i>Cytaeis sp.</i>	1.92	9.38	0.03	Rara
<i>Leuckartiara octona</i>	1.27	9.38	0.02	Rara
<i>Slabberia cf. halterata</i>	1.19	6.25	0.01	Rara
<i>Merga sp</i>	1.00	6.25	0.01	Rara
<i>Corymorpha forbesii</i>	0.88	3.13	0.01	Rara
<i>Slabberia strangulata</i>	0.63	3.13	0.01	Rara
<i>Pegantha sp.</i>	0.54	3.13	0.01	Rara
<i>Staurodiscus kellneri</i>	0.47	3.13	0.01	Rara

La comunidad de medusas mostró densidades que fluctuaron entre 6.9 a 1,711.1 ind/100 m³. Los valores más altos de densidad se observan en las estación 7 que registró 1,711.1 y ind/100 m³, localizada en la zona norte frente a la Laguna Madre y en la estación 11 con 776.6 ind/100 m³, localizada en la zona sur frente a Veracruz. En contraste a estos valores, la estación 6 presentó el valor más bajo con 6.9 ind/100 m³, se ubicó frente la Laguna Madre. De igual manera la estación 11 registró una baja densidad de 18.8 ind/100 m³, esta última se ubicó en la zona oceánica (Fig. 13). Las estaciones que rodearon a las plataformas petroleras A y B presentaron valores que fluctuaron de los 44.6 a 659.5 ind/100 m³, las estaciones 18 y 23 obtuvieron los valores más altos de densidad que fueron de 659.5 y 575.8 ind/100 m³ respectivamente. En contraste, los valores más bajos se observaron en las estaciones 30 y 31 con valores de 36.8 y 44.6 ind/100 m³ respectivamente (Fig. 13). Se observó que las abundancias decrecen en dirección costa-zona oceánica.

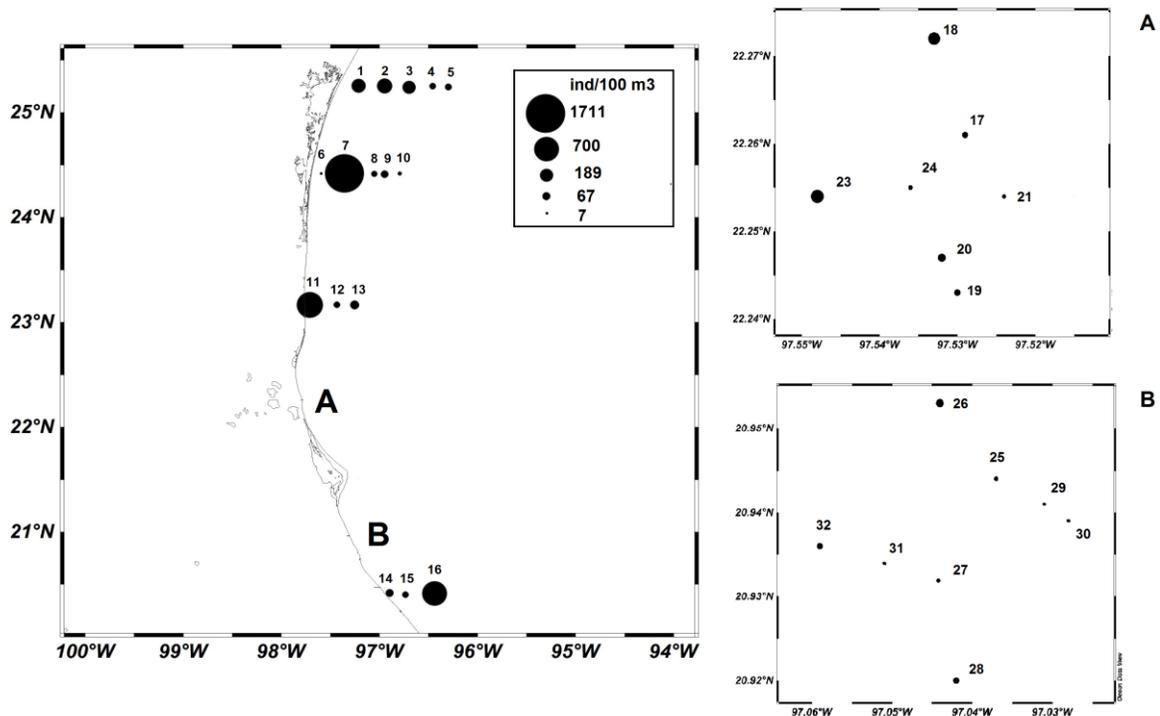


Figura 13. Izquierda: Distribución espacial de las densidades en los cuatro transectos muestreado. Derecha: Distribucion espacial de las densidades en las plataformas petroleras A y B de la comunidad de medusas del suroeste del Golfo de México.

Las medusas se clasificaron en dos grupos debido a su ciclo de vida: holoplanctónicas y meroplanctónicas, en total el 77.73 % de las especies identificadas fueron holoplanctónicas, mientras que el 22.27 % fueron meroplanctónicas, sin embargo este último fue el grupo más diverso.

Distribución y abundancia de las medusas dominantes

Aglaura hemistoma

Se registró en todas las estaciones y obtuvo la mayor abundancia; con un valor promedio de 99 ind/100 m³. El valor de mayor densidad fue de 1,040 ind/100 m³ y se observó en la estación 7, ubicada frente a la Laguna Madre. También se observaron valores altos en las estaciones 18 y 20 con 225 ind/100 m³ y 332 ind/100 m³ respectivamente. Los valores más bajos de densidad fueron de 9 ind/100 m³ y de 0.94 ind/100 m³ y se observaron en las estaciones 8 y 14 respectivamente. Esta especie fue la más abundante a lo largo del área de estudio (Fig.14).

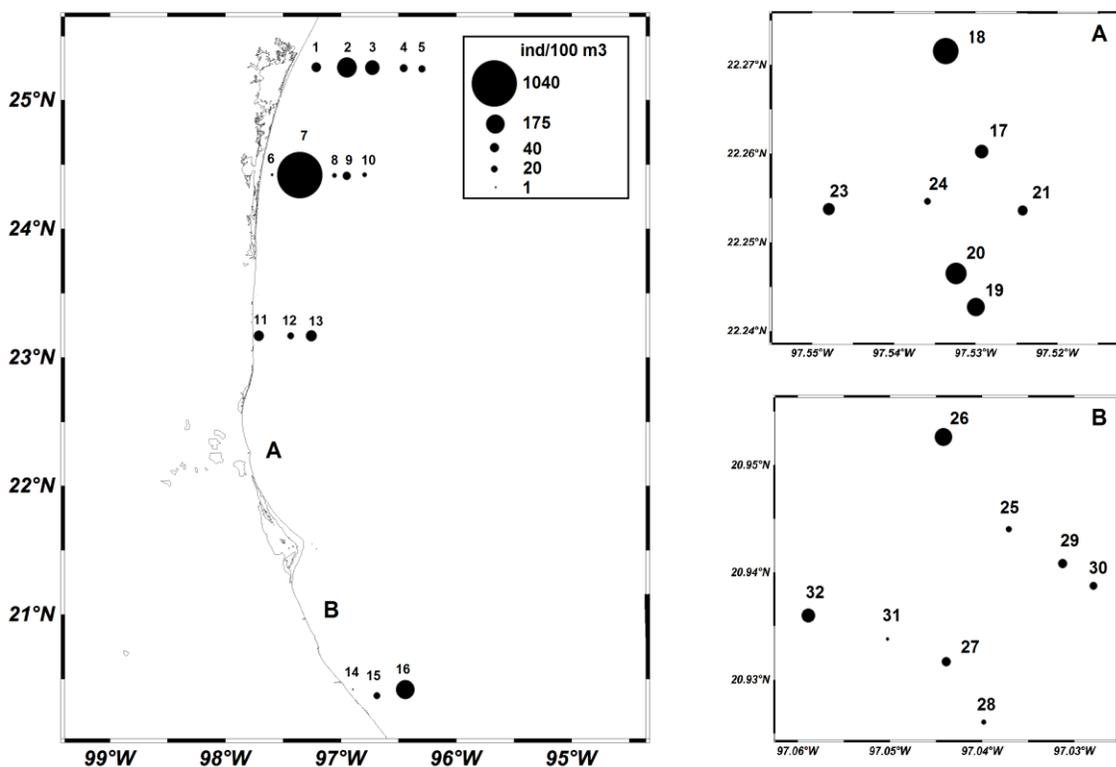


Figura 14. Distribución y densidad (ind/100 m³) de *Aglaura hemistoma* en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Liriope tetraphylla

Se observó en 31 estaciones y la densidad promedio fue de 53.5 ind/100 m³. La estación 7 obtuvo el máximo valor de densidad (593 ind/100 m³), seguida de la estación 11 ubicada hacia el sur de la Laguna Madre. En general, se presentó alta densidad en las estaciones cercanas a la costa. No obstante, los valores más bajos se ubicaron en las estaciones 10 y 13, cercanas a la zona oceánica. La mayoría de las estaciones en ambas plataformas petroleras presentaron baja densidad. (Fig. 15).

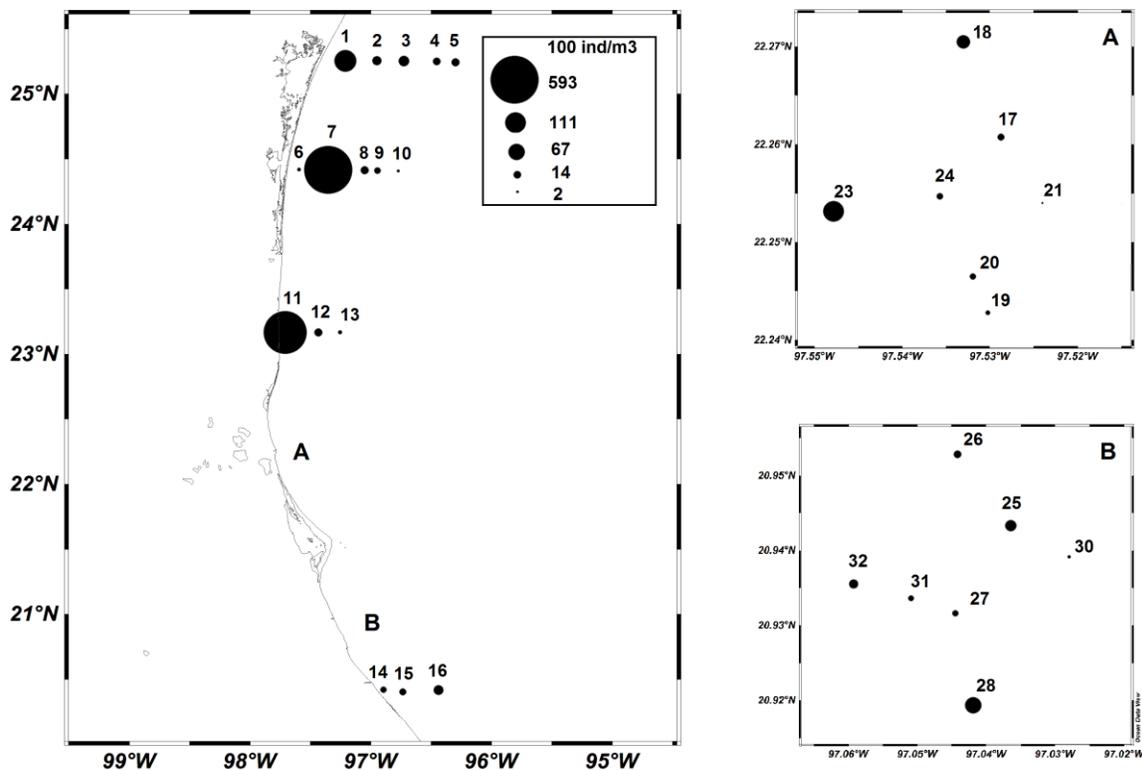


Figura 15. Distribución y densidad (ind/100 m³) de *Liriope tetraphylla* en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

***Podocorynoides minima*.**

Fue la tercera especie más abundante, sin embargo, fue poco frecuente ya que solo se registró en 12 estaciones. Obtuvo una densidad promedio de 37.4 ind/100 m³. La estación 23 presentó la mayor densidad (233.4 ind/100 m³) y se ubicó al oeste de la plataforma petrolera A, seguida de la estación 11, ubicada en la zona centro frente a la costa de Tamaulipas. No obstante, los valores de densidad más bajos se ubicaron en las estaciones 10 ubicada en la zona oceánica y la 14 ubicada al sur del área (Fig. 16).

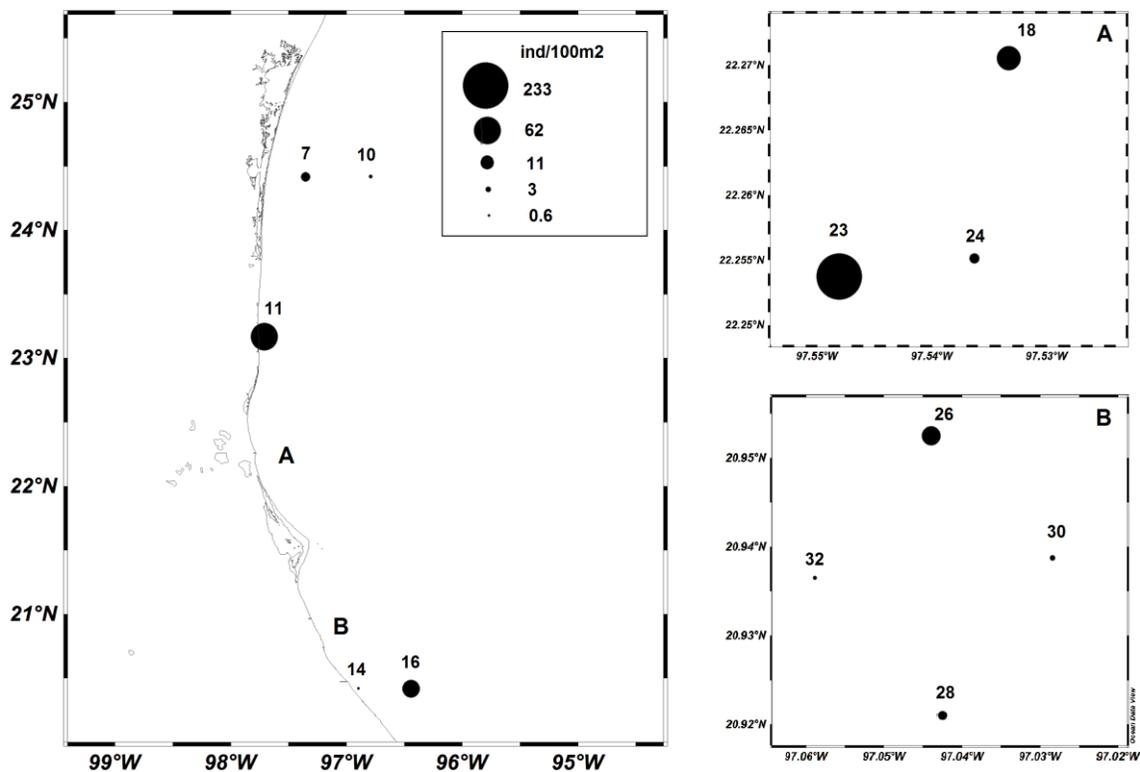


Figura 16. Distribución y densidad (ind/100 m³) de *Podocorynoides minima* en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Nausithoe punctata

Se registró en 17 estaciones y se presentó una densidad promedio de 24.9 ind/100 m³. La estación 16 presentó los valores más altos de densidad (328.4 ind/100 m³), se ubicó en la zona oceánica; seguida de la estación 14, ambas ubicadas frente a la costa de Veracruz. Las estaciones con los valores más bajos de abundancia fueron la 5 y 10, ambas ubicadas al norte en la zona oceánica frente a Tamaulipas (Fig. 17).

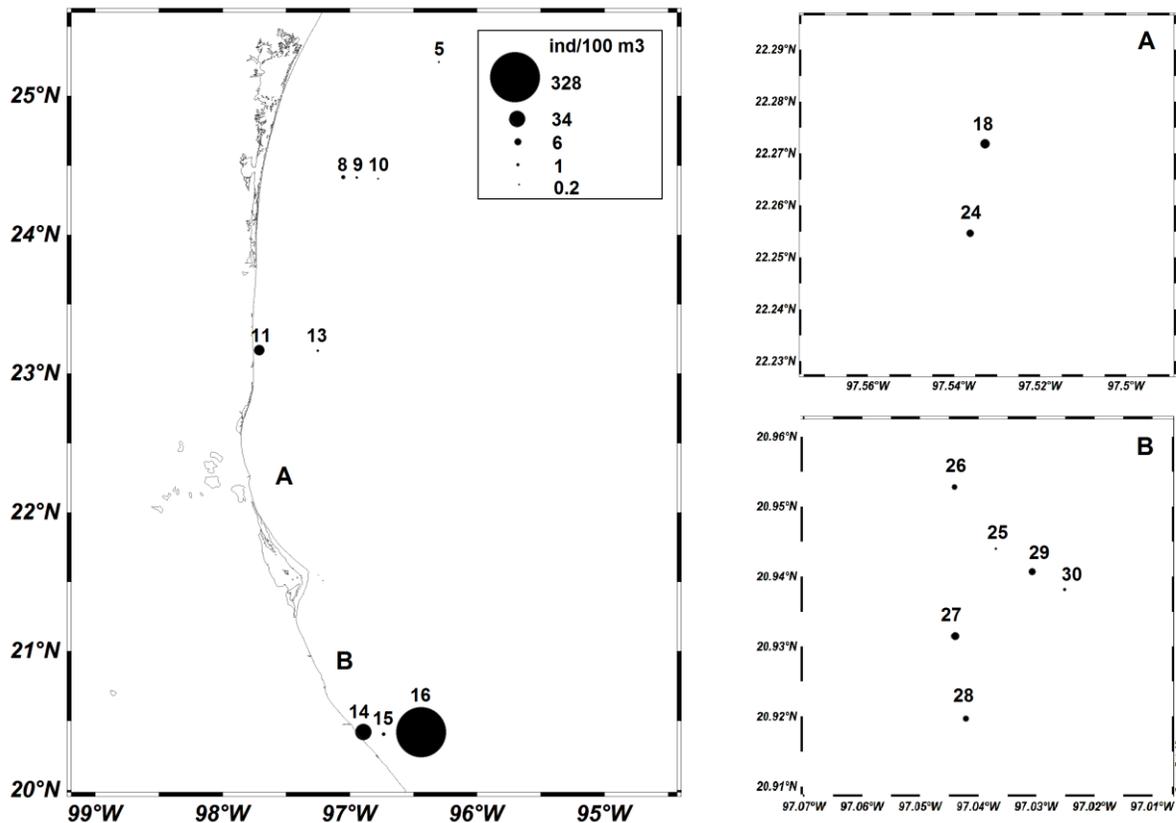


Figura 17. Distribución y densidad (ind/100 m³) de *Nausithoe punctata* en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

***Solmundella bitentaculata*.**

Se registró en 25 estaciones, esta especie tuvo una frecuencia alta, sin embargo, fue menos abundante que las especies anteriores. Presentó una densidad promedio de 13.3 ind/100 m³. Las estaciones con mayor densidad fueron la 16 (90 ind/100 m³), seguida de la 23 ubicada al oeste de la plataforma petrolera A. Los valores de densidad más bajos fueron la estación 11 ubicada frente a la costa de Tamaulipas, y la 29 ubicada al este de la plataforma petrolera B (Fig. 18).

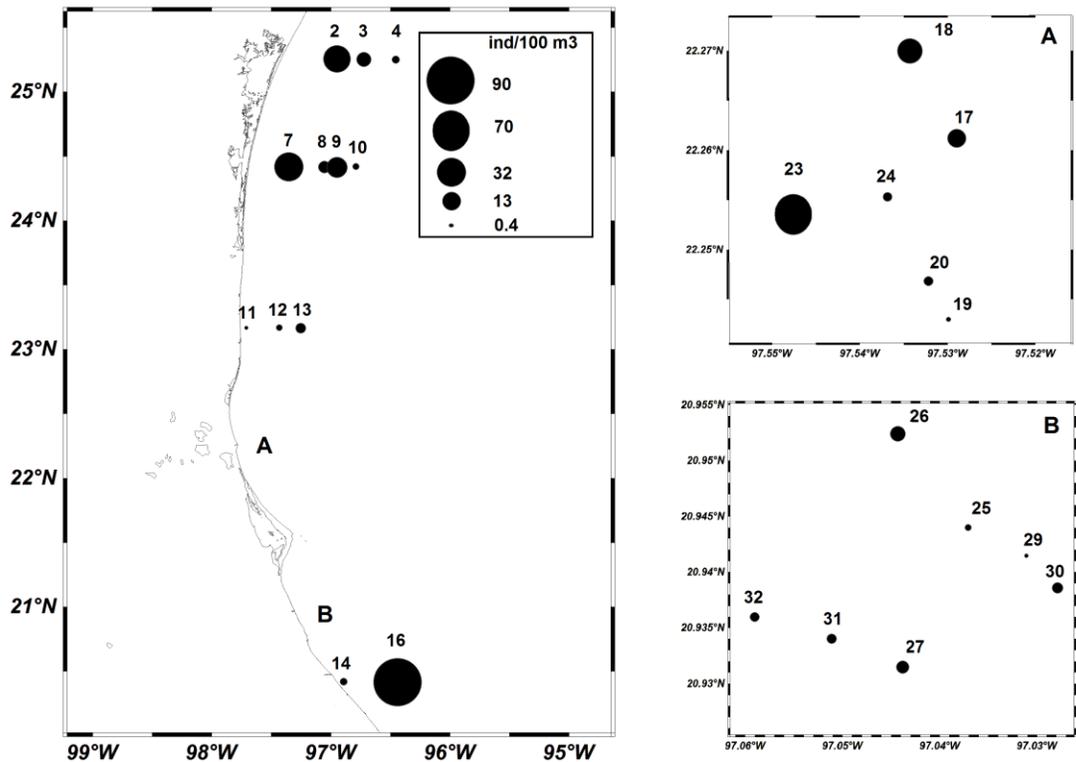


Figura 18. Distribución y densidad (ind/100 m³) de *Solmundella bitentaculata* en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

***Cunina octonaria*.**

Se registró en 23 estaciones y presentó una densidad promedio de 9 ind/100 m³, esta especie fue frecuente, sin embargo, obtuvo la abundancia más baja de las seis especies. Las estaciones con los valores de densidad más altos fueron la 23 (56.2 ind/100 m³), seguida de la 11 y los más bajos se registraron en la estación 19 ubicada al sur de la plataforma petrolera frente a Veracruz, seguida de la estación 10 localizada frente a Tamaulipas (Fig. 19).

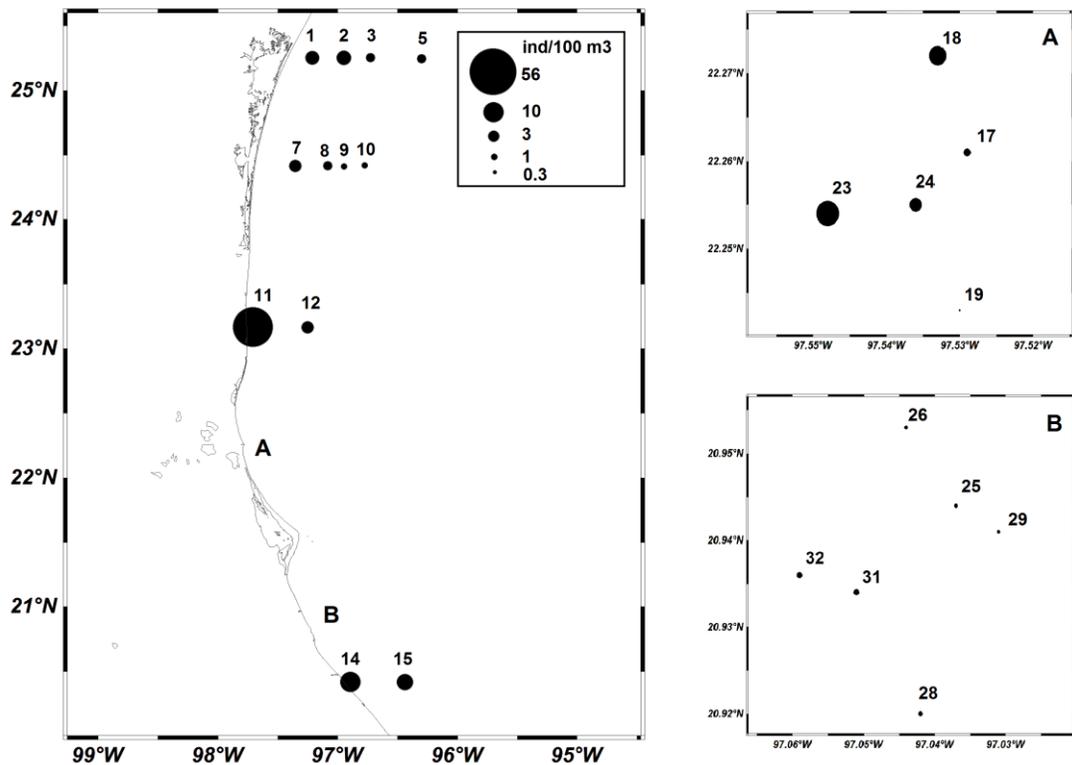


Figura 19. Distribución y densidad (ind/100 m³) de *Cunina octonaria* en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Nuevos registros de especies en el área de estudio

Cunina frugifera

Esta especie presentó una densidad de 2.32 ind/100 m³ se registró en dos estaciones: la estación 8 que se ubicó en los límites de la plataforma continental frente a Tamaulipas, y la 13 ubicada en la zona oceánica frente a Tamaulipas (Fig. 20; anexo foto 1).

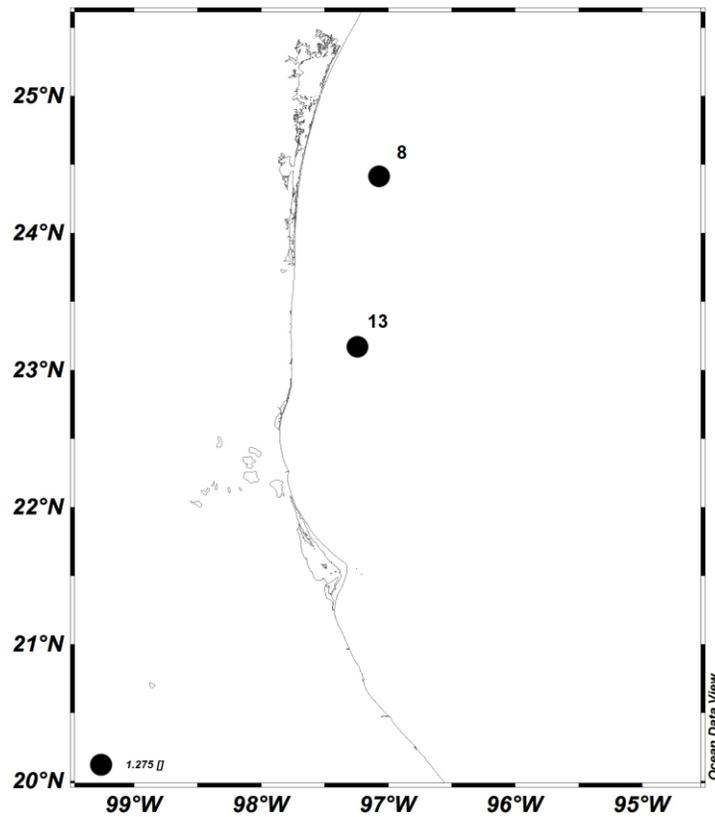


Figura 20. Distribución de *Cunina frugifera* en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Corymorpha pendula

Presentó una densidad promedio de 6.24 ind/100 m³. Se registró en tres estaciones: 18 y 23 alrededor de la plataforma petrolera A, frente a la costa de Veracruz y en la estación 31 ubicada al sur al oeste de la plataforma petrolera B (Fig. 21; anexo foto 2).

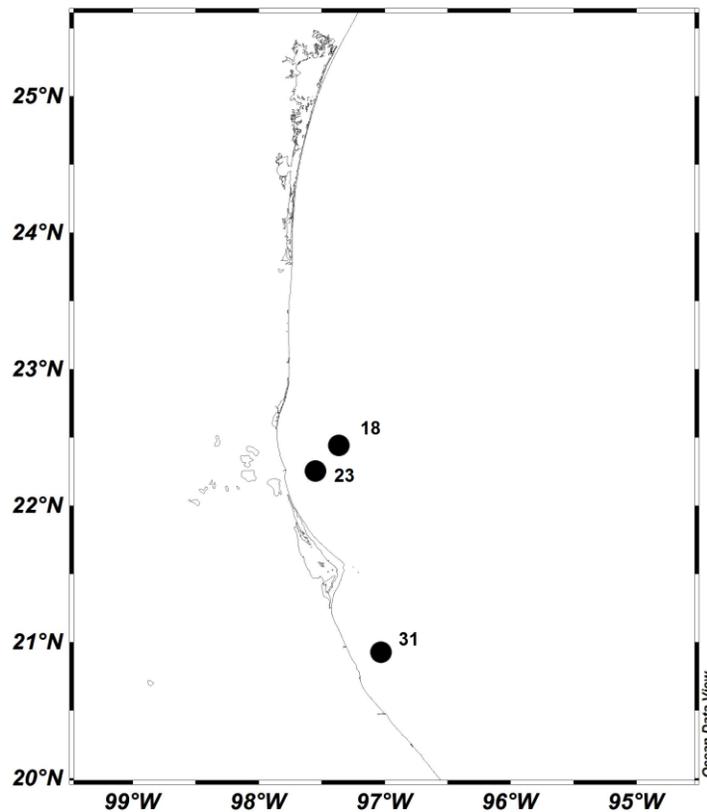


Figura 21. Distribución de *Corymorpha pendula* en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Protiara sp.

Presentó una densidad de 0.54 ind/100 m³. Esta medusa fue registrada en dos estaciones: la estación 13, ubicada en la zona oceánica frente a las costas de Tamaulipas y en la estación 30 ubicada al este de la plataforma petrolera B (Fig. 22; anexo foto 3).

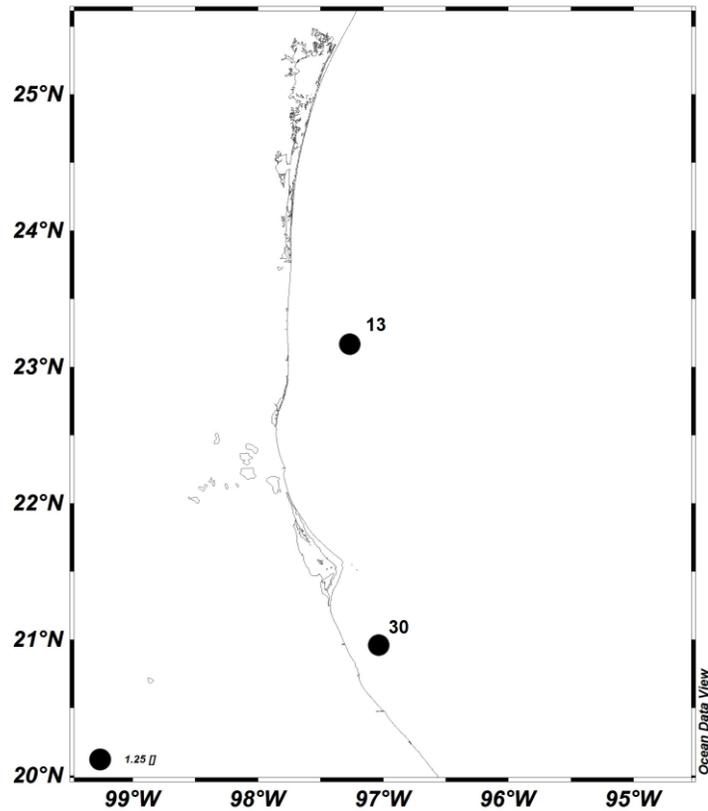


Figura 22. Distribución de *Protiara sp.* en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Parámetros ecológicos en la comunidad de medusas

Riqueza específica (S)

La riqueza específica fluctuó entre 4 y 15 especies; la máxima riqueza específica se observó en las estaciones 7,17 y 23 con 15 especies cada una. Sin embargo, el valor más bajos se observó en la estaciones 12 con sólo cuatro especies. Esto resultados sugieren que la mayor diversidad se encontró en las estaciones que rodearon a la plataforma petrolea A; y que la riqueza específica fue baja para el área de estudio (Fig. 14)

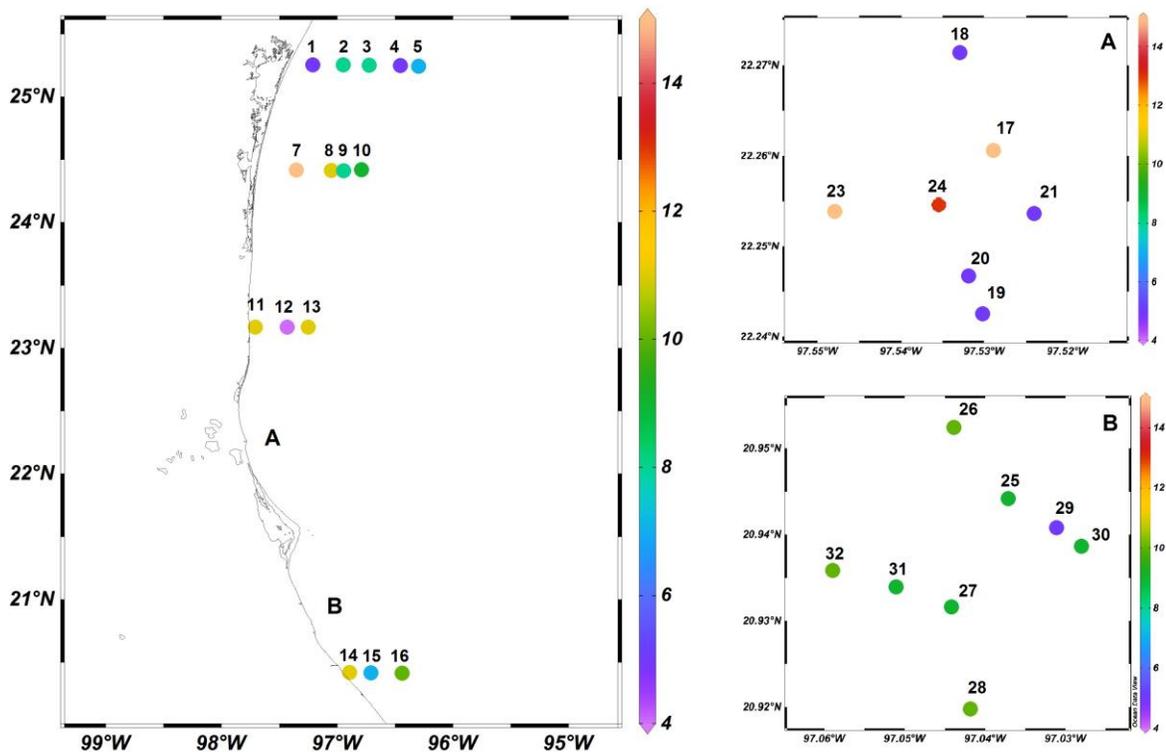


Figura 14. Distribución de la riqueza específica, de la comunidad de medusas en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Diversidad

Los valores de diversidad fueron calculados mediante el índice de Shannon (H'), estos valores fluctuaron entre 0.08 y 0.9 bits/ind. Los valores más altos se observaron frente a la costa de Veracruz, en las estaciones 23 y 24. Asimismo los valores más bajos se registraron en las estaciones 20 y 19, hacia el sur de la plataforma petrolera A. Sin embargo, frente a la Laguna Madre también se observó diversidad baja en las estaciones 2 y 4 con un valor de 0.3 y 0.4 bits/ind respectivamente. Los resultados muestran que las estaciones más diversas se encontraron alrededor de las plataformas petroleras A y B (Fig. 15).

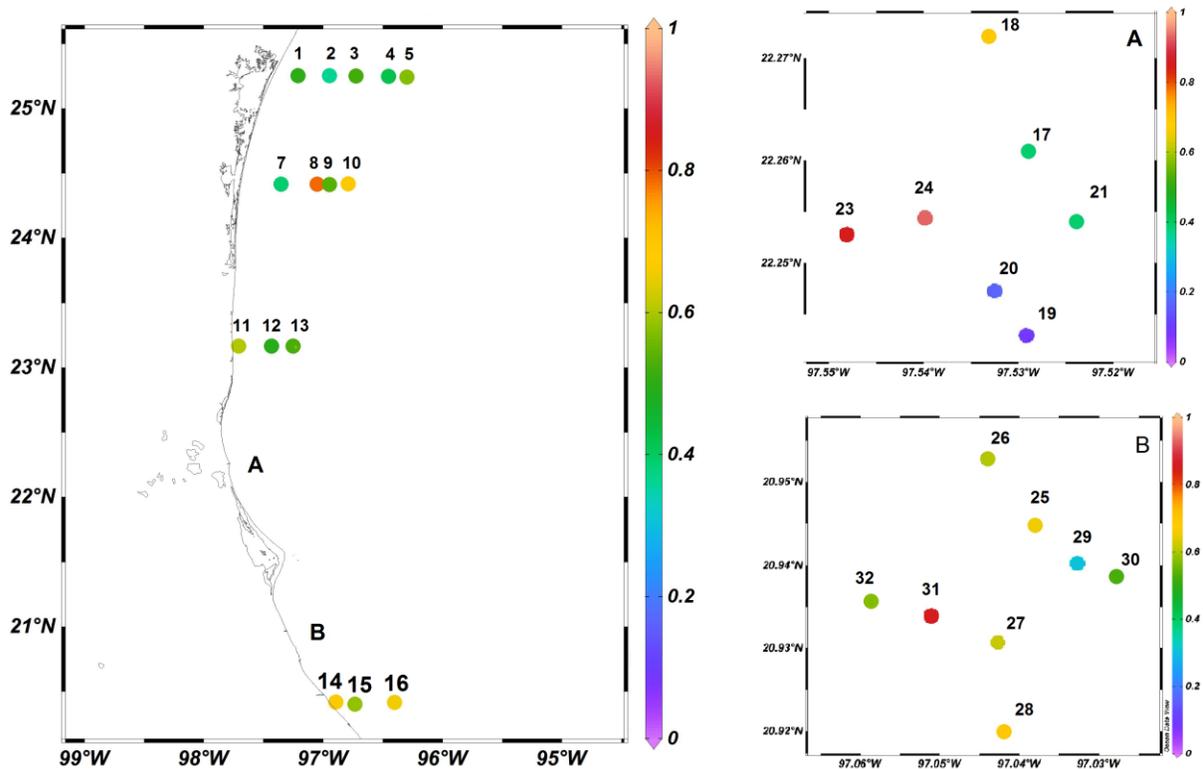


Figura 15. Diversidad de la comunidad de medusas en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Dominancia

Los valores de dominancia se calcularon mediante el índice de Simpson, estos variaron de 0.08 a 0.8. Se observaron valores altos frente a Tamaulipas hacia el sur de Laguna Madre. No obstante, el menor valor se ubicó en la estación 17. Los valores más altos de dominancia se observaron en las plataformas petroleras A y B. En la plataforma A estaciones 19, 23 y 24 se observaron altos valores de dominancia. En todas las estaciones de toda la plataforma petrolera B se registraron valores cercanos a uno. De manera general el área de estudio se encontró dominada por una o pocas especies y una baja equitatividad en la comunidad (Fig. 16).

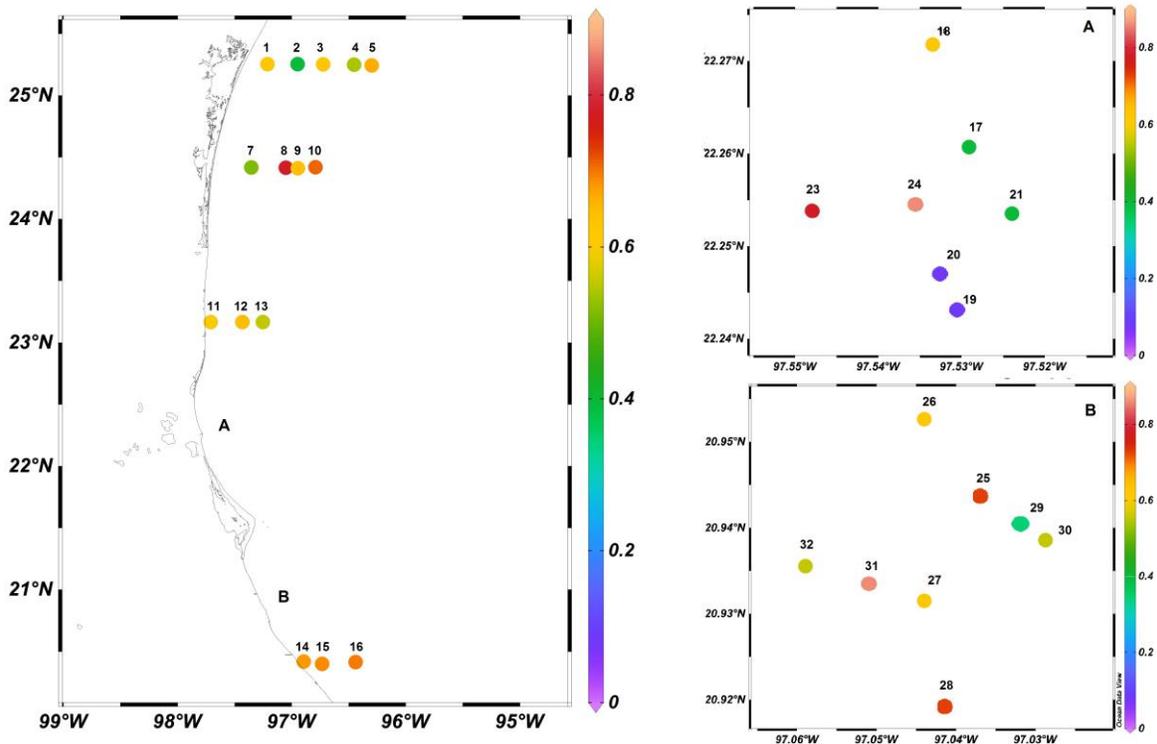


Figura 16. Dominancia de la comunidad de medusas en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Caracterización ecológica

El análisis de Olmstead Tukey permitió identificar dos especies como las dominantes (*A. hemistoma* y *L. tetraphylla*) debido a su alta densidad y frecuencia. Sin embargo, en menor instancia las especies *Podocorynoides minima* (Trinci, 1903), *Nausithoe punctata* y *Solmundella bitentaculata* también fueron agrupadas en el cuadrante de especies dominantes. Como especies constantes fueron registrados seis taxones (*Cunina octonaria*, *Octophialucium medium*, *Corymorpha gracilis*, *Clytia hemisphaerica*, *Thamnostoma tetrellum*, *Zanclaea* sp). Las especies raras conjuntaron el mayor número de especies con un total de 22 taxones (Fig.17).

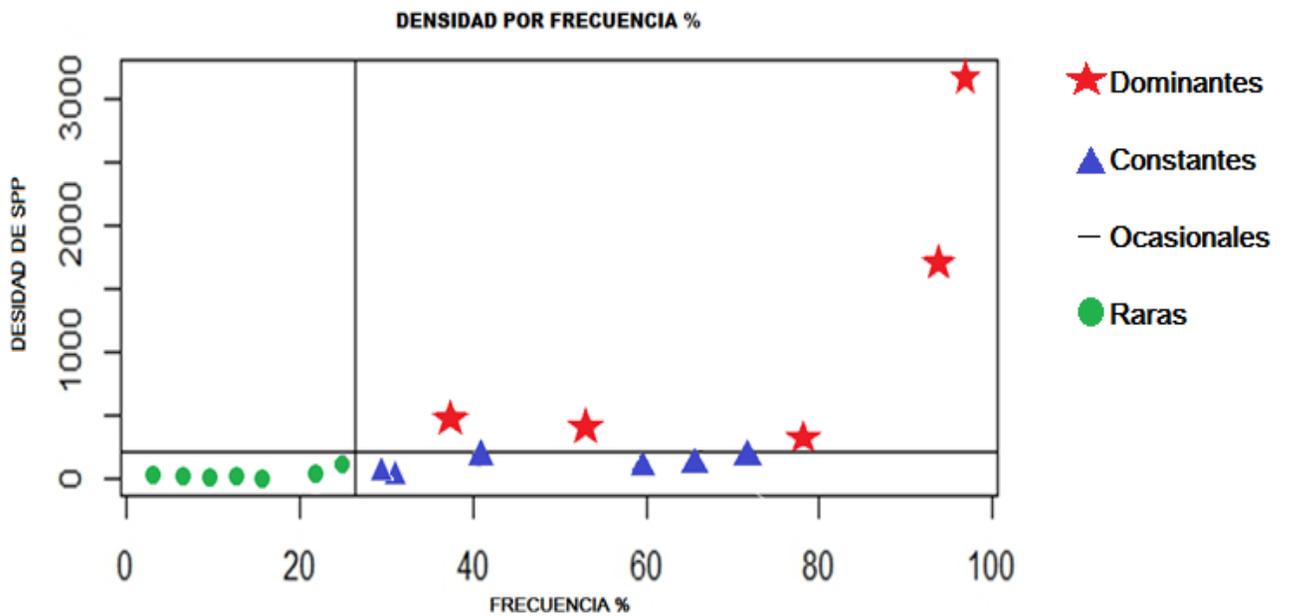


Figura 17. Diagrama de Olmstead- Tukey de las medusas del suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Asociación de medusas

El análisis de agrupamiento permitió identificar tres grupos de estaciones con afinidad en la composición de medusas, los grupos fueron denominados como A, B y C (Fig.18).

El grupo A se formó con seis estaciones, las cuales se distribuyen a lo largo del área de estudio. Este grupo presentó los valores más altos de abundancia con una densidad promedio de 780 ind/100 m³. Hidrológicamente no se observaron fluctuaciones significativas en los valores de temperatura con un promedio de 28 °C y salinidad promedio de 35.8. Todo el grupo se localizó dentro de la capa de mezcla (<59 m). Este grupo comprendió principalmente a especies meroplanctónicas, sin embargo, las especies que más contribuyeron al grupo son holoplanctónicas y dominantes; dichas especies fueron: *A. hemistoma* con el 18 % de contribución acumulativa y *L. tetraphylla* con el 14.1 %, *S. bitentaculata* con el 9.5 %, y *C. octonaria* con el 8.5 %. Las especies meroplanctónicas que también contribuyeron fueron: *P. minima* con el 13.2 %, seguida de *C. gracilis* con el 8.8 %, *H. carica* con el 6.3 % y *Zanlea* sp con el 5.9 %. La riqueza específica de esta asociación fluctuó entre 10 y 15 especies, mientras que los valores de diversidad variaron de 0.3 a 0.8 bits/ind y dominó una especie (*A. hemistoma*) (Fig.18).

El grupo B se formó con seis estaciones, las cuales se encontraron dispersas a lo largo del área de estudio. La densidad promedio fue de con 107.6 ind/100 m³. Los valores de temperatura fueron de 27 °C, fueron las estaciones con valores bajos de salinidad con un promedio de 35.4 y presentaron valores altos de pH (8.3). Este grupo estuvo compuesto principalmente por medusas meroplanctónicas, sin embargo las especies holoplanctónicas fueron las que más contribuyeron a la asociación; entre las que se encuentran: *L. tetraphylla* con el 23.2%, *A. hemistoma* con el 20.7% y *C. octonaria* con el 14.6%. Las especies meroplanctónicas que más contribuyeron a esta asociación fueron: *C. hemisphaerica* con el 14.2%, *C. gracilis* con el 8.4% y *N. punctata* con el 7.3%. La riqueza específica de esta asociación fluctuó entre 5 y 13 especies, los valores de diversidad fluctuaron entre 0.4 y 0.9 bits/ind y hubo dominancia por una especie (*L. tetraphylla*) (Fig.18).

El grupo C se formó con 18 estaciones. Este grupo presentó los valores más bajos de abundancia, con una densidad promedio de 97.8 ind/100 m³. Hidrológicamente fue el grupo con mayor fluctuación; con una temperatura promedio de 27.9 °C, una salinidad de 35.9 y obtuvo los valores más bajos de O₂ disuelto. Este grupo estuvo integrado principalmente por medusas meroplanctónicas, sin embargo, las especies que más contribuyeron en la asociación fueron holoplanctónicas: *A. hemistoma* con el 36.2 % *L. tetraphylla* con el 21.7 %, *S. bitentaculata* con el 14.7 % y *C. octonaria* con el 5.6 %, la especie meroplanctónica que más contribuyó con la asociación fue: *O. medium* con el 12.2 %. La riqueza específica de esta asociación fluctuó entre 4 y 11 especies, la diversidad varió de 0.08 a 0.8 bits/ind y hubo dominancia por una especie (*A. hemistoma*) (Fig.18).

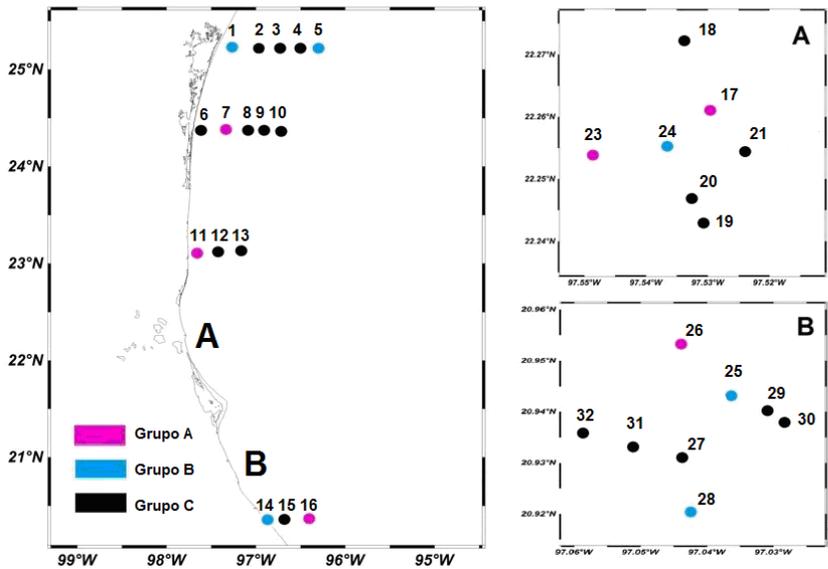
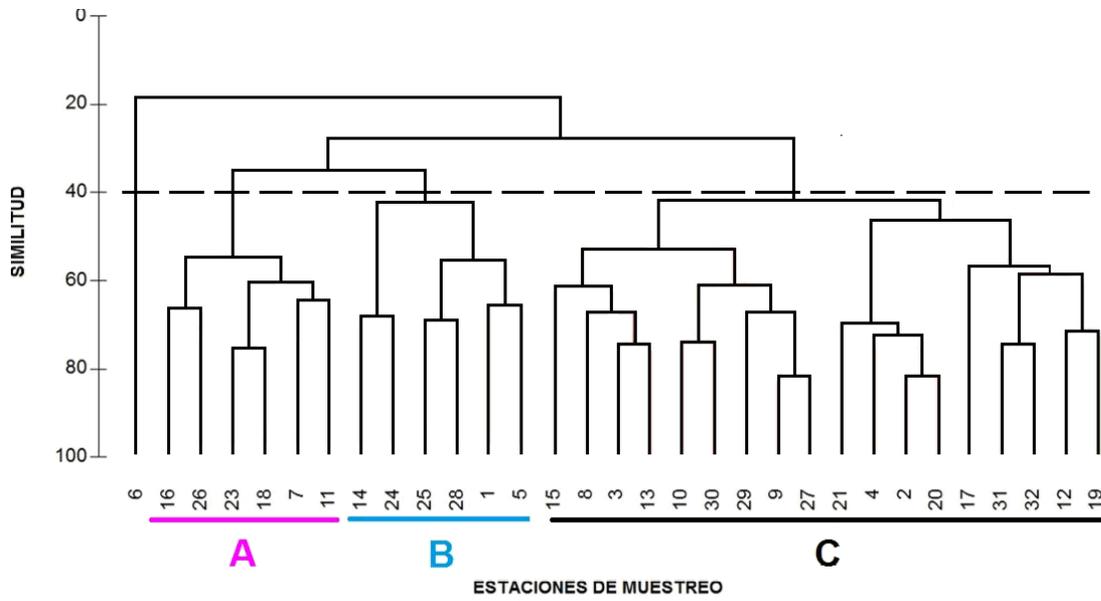


Figura 18.Superior: Dendrograma de las estaciones de muestreo por completo ligamiento, con base en el índice de Similitud de Bray- Curtis. Inferior: Estaciones de muestreo, con los grupos formados por el dendrograma en el suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Se realizó un Análisis de componentes principales (ACP) para observar las asociaciones en la estructura de la comunidad de medusas con relación a la zona geográfica, estratos de profundidad y parámetros fisicoquímicos, se obtuvieron mediante un análisis de ordenación. Para dicho análisis se utilizaron los componentes dos y tres, con valores propios de 2.1 y 1.9 con relación a las variables ambientales, además los dos componentes principales representaron 34% de la varianza explicada, segundo componente resultó con una varianza de 18.1% y el tercero con el 16 % (Tabla 3).

Tabla 3. Resumen de resultados del ACP para la comunidad de medusas del suroeste del Golfo de México, octubre 2008.

Componente principal	Valor propio	Varianza %
1	3.5	29.9
2	2.1	18.1
3	1.9	15.9

Con los componentes tres y dos se estimaron coeficientes de correlación significativos los cuales oscilaron entre 0.7 y 0.8, para observar con mayor claridad la relación de las variables se aplicó varimax el cual permitió visualizar estas correlaciones y tener una mejor interpretación de los resultados, con lo que se asume una correlación con el gráfico de ACP (Tabla 4, Fig. 20).

Tabla 4. Coeficientes de correlación entre series de las variables ambientales para los tres primeros ejes del análisis de ordenación ACP, para la comunidad de medusas del suroeste del Golfo de México, octubre 2008. (A= 0 a 50 m, B= 51 a 100 m, C= 101 a 150 m y D= >151.* valores con correlación significativa).

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Norte	-0.2182	*0.6769	*-0.5921
Centro	0.7473	0.0656	*0.4317
Sur	-0.517	*-0.7254	0.1567
A	-0.8544	-0.2837	0.2784
B	0.5642	*0.4486	*0.4561
C	0.08538	0.2227	-0.1523

Tabla 4. (Continuación) Coeficientes de correlación entre series de las variables ambientales para los tres primeros ejes del análisis de ordenación ACP, para la comunidad de medusas del suroeste del Golfo de México, octubre 2008. (A= 0 a 50 m, B= 51 a 100 m, C= 101 a 150 m y D= >151.* valores con correlación significativa).

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
D	0.2776	-0.3122	*-0.8137
Temp	0.803	*-0.3831	0.2479
Sal	0.7245	-0.2983	-0.06133
O₂	-0.3051	-0.2031	0.3665
pH	-0.5568	*0.5422	*0.3939
Densidad	0.1384	*0.4296	0.1814

La primera asociación se formó con la estación 14 y las todas las estaciones que rodearon la plataforma petrolera B. Estas estaciones se relacionaron con la zona sur, la temperatura y el rango de profundidad A (0 a 50 m). Las estaciones 14, 27, 28 y 32 mostraron mayor afinidad con la temperatura y la zona sur (Fig. 20).

La segunda asociación se formó con las estaciones 1,2, 3, 7,11 y 12 y las estaciones que rodearon a la plataforma A. Presentaron afinidad con la zona centro, aunque la correlación para algunas estaciones fue negativa ya que algunas pertenecen a la zona norte. Esta asociación mostró afinidad con el estrato de profundidad B (51 a 100 m) a excepción de la estación 12 que resultó afín al estrato de profundidad C (101 a 150 m). Se relacionaron por su alta salinidad y por sus altas densidades (Fig. 20).

La tercera asociación se estructuró con las estaciones 4, 9, 10, 13, 15 y 16 y que se relacionaron con el estrato D (> a 150 m), (Fig. 20).

Finalmente la cuarta asociación se formó con las estaciones 5, 6, 8; que presentaron afinidad con la zona norte, y la estación 8 con el estrato de profundidad C (101 a 150 m) (Fig. 20).

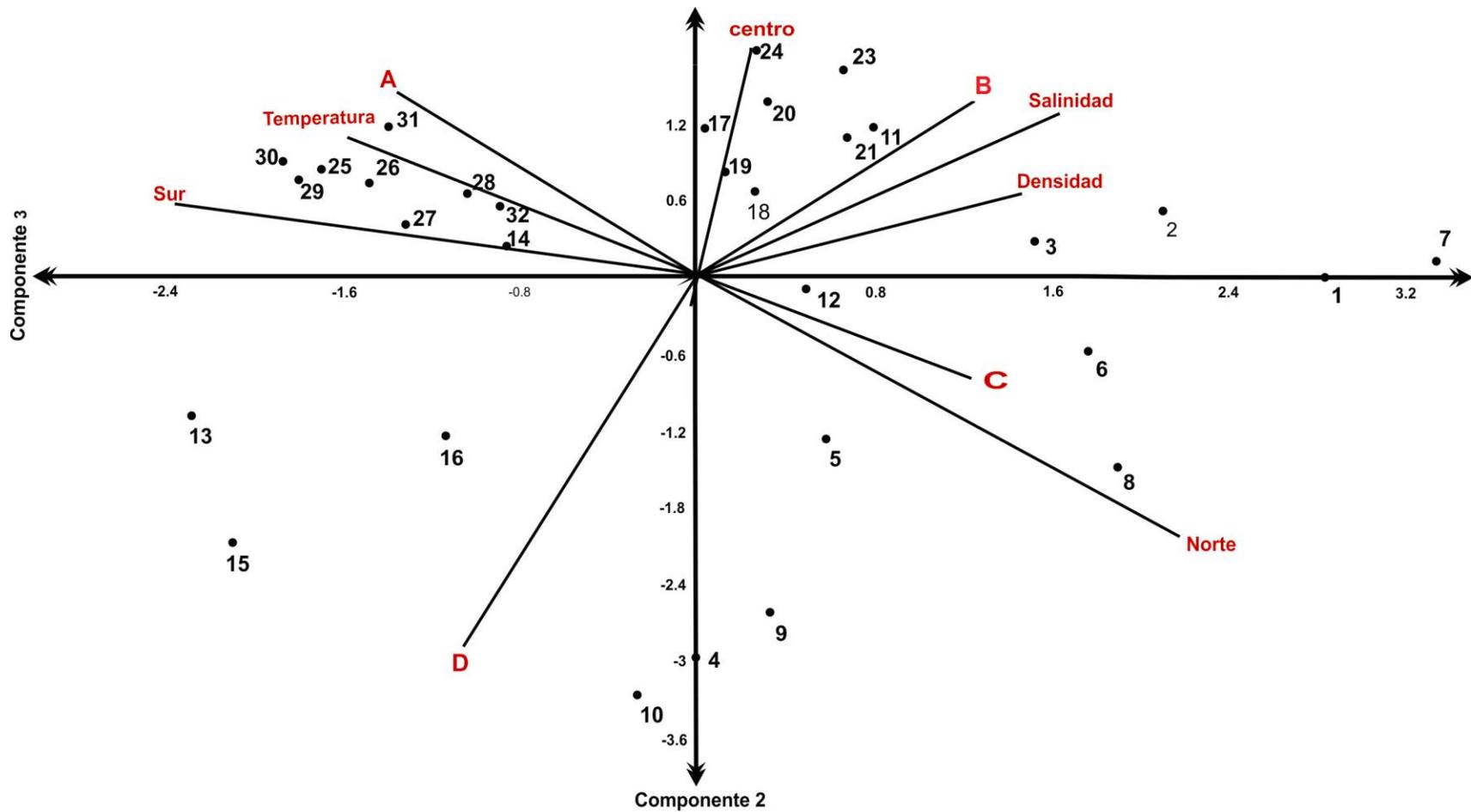


Figura 20. Análisis de componentes principales de variables las variables ambientales de la comunidad de medusas del suroeste del Golfo de México, octubre 2008. Distribución de las estaciones en el plano de los dos primeros componentes principales del ACP. Estratos de profundidad: A= 0 a 50 m, B= 51 a 100 m, C= 101 a 150 m y D= >151

DISCUSIÓN

Parámetros hidrológicos

Durante octubre del 2008 las aguas del suroeste en el Golfo de México se caracterizaron por una temperatura promedio de 27.8 °C con un intervalo de 27 a 28.3 °C, valores que podrían considerarse como el inicio del descenso de temperatura en el Golfo (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2002). Así mismo Gutiérrez-Aguirre *et al.* (2015) registraron frente a la Laguna Madre, temperaturas bajas para el mes de octubre que variaron de los 24 °C hasta 26 °C.

Para la salinidad se registró un promedio de 35.7 con un intervalo de 33.8 a 36.4, lo cual coincide con el intervalo observado por Zavala-Hidalgo *et al.* (2003) en el otoño con valores de salinidad de 33 a 36.5, también mencionaron que en octubre los valores de salinidades son más bajos que en verano; al igual que Gutiérrez-Aguirre *et al.* (2015) quienes registraron valores más bajos de salinidad que oscilaban entre 4 y 32.

El valor promedio de pH fue de 8.2 y coincidió con el valor promedio descrito por Contreras y Castañeda (2004) quienes observaron que el agua de mar en el Golfo de México, posee valores de 8.2 en promedio.

El valor promedio de oxígeno disuelto fue de 3.4 ml/L, valor que difiere con el registrado para la región del anticiclón mexicano de Tamaulipas de 4.4 ml/L, este valor se origina debido al hundimiento de aguas superficiales con altos contenidos de oxígeno; también se han registrado valores para los límites del anticiclón de 2.2 ml/L y son valores característicos de esta región para el Golfo de México (De la Lanza Espino, 1991).

Composición, abundancia y distribución de la comunidad de medusas

La comunidad de medusas estuvo representada en su mayoría por especies del orden Anthoathecata, esto se debió a que es el orden con el mayor número de especies a nivel mundial (Bouillon y Boero, 2000), en ese sentido la comunidad fue representada por los decrecientes órdenes: Leptothecata, Narcomedusae, Trachymedusae y Coronatae (Clase Scyphozoa). Este patrón fue registrado en el norte del Mar Mediterráneo por Buecher y Gibbons (1999) quienes observaron que

el orden Anthoathecata tuvo la mayor diversidad pero baja abundancia, seguido de los mismos órdenes mencionados anteriormente; dichos autores también reconocieron al orden Trachymedusae como el más abundante, debido a que sólo obtuvieron cuatro especies con el 60 % de la abundancia total. Para este estudio el orden Trachymedusae fue el más abundante debido a dos especies *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*, estas medusas ya había sido registradas por Segura-Puertas (1992), Segura-Puertas y Ordoñez-López (1994), Correia-Valencia (1992), Martell-Hernández (2010), Puente-Tapia (2012), Giles-Pérez (2013) y Flores-Coto *et al.* (2016), como las medusas con la mayor abundancia en sus respectivos estudios en el sureste y suroeste del Golfo de México así como el Mar Caribe.

Ambas medusas son de carácter holoplanctónico, es decir, todo su ciclo de vida ocurre en la columna de agua, lo cual les confiere ciertas ventajas respecto a los organismos meroplanctónicos, tales como presentar únicamente la fase medusa, por lo tanto al no poseer pólipo no tienen ninguna limitante en relación al hallazgo de un sustrato (Boero y Bouillon 1993), y presentan requerimientos más bajos de alimento (Goy, 1997); son organismos que dominan la zona oceánica (Gibbons y Buecher, 2009) lo que les otorga una mayor área de distribución, también se ha observado que tienen una correlación positiva con masas de agua profundas y oligotróficas (Buecher y Gibbons, 2000).

Al comparar el presente estudio con el de Gutiérrez-Aguirre *et al.* (2015) el cual se efectuó en un área cercana, pero en un ciclo de noviembre de 1990 a octubre de 1991, durante tres temporadas climáticas; en este estudio se determinaron 22 especies de hidromedusas en las tres épocas, mientras que en el presente estudio se registraron 21 especies en sólo un muestreo; de igual manera Mendoza-Becerril (2006) registró 21 especies en un muestreo de cuatro meses en la Laguna Madre.

Se recolectaron tres posibles nuevos registros para la el área de estudio: *C. frugifera*, esta especie fue registrada para el Atlántico en las costas de Uruguay y el oeste de África (Kramp, 1957). Sin embargo, para las costas de México solo se ha reportado para el Pacífico tropical oriental y para el Golfo de California (Segura-Puertas, 1984; Melendez-Rosas, 2015). *Corymorpha pendula*, se registró en

Vineyard Sound, Massachusetts y en la bahía de Massachusetts (EUA), ambas regiones al norte del Atlántico (Albert, 1903), y no hay registros para las costas de México. *Protiara sp.*, este género se encontró en Vineyard Sound, Massachusetts en el Atlántico norte. Esta medusa podría ser una de las especies del género *Protiara* descritas por Bigelow en 1912 (Schuchert, 2009). Dichos taxones no habían sido registrados para el área de estudio, sin embargo, debido al mal estado de conservación y al poco número de organismos fueron colocadas bajo la categoría de “posibles” nuevos registros.

La comunidad de medusas de suroeste del Golfo de México, presentó un amplio intervalo en los valores de densidad. Sin embargo se observaron dos centros de alta densidad con diferentes distribuciones. El primero fue en la zona nerítica, frente a la Laguna Madre, el segundo se ubicó en algunas estaciones del norte y oeste que rodearon a la plataforma petrolera A, ambos localizados sobre la plataforma continental, siendo *A. hemistoma*, *L. tetraphylla*, *C. octonaria*, *N. punctata* las especies que favorecieron los valores de alta densidad. El registro de dichas especies, coincide con lo observado por Correia-Valencia (1992) y Zamponi *et al.* (1990), quienes encontraron a las hidromedusas (*Cunina*, *Aglaura* y *Liriope*) y una escifomedusa (*Nausithoe*) como especies altamente dinámicas que aprovechan los nichos disponibles, debido a un rápido crecimiento que es favorecido por las aguas cálidas poco profundas que se encuentran en la zona nerítica con elevada productividad planctónica. Aunque no ha sido registrada una surgencia en el área de estudio para el de otoño e invierno, periodo donde se ha detectado productividad planctónica; si se han observado altos valores de clorofila-a, debido a la materia orgánica que proviene de la plataforma de Texas, (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006), lo cual pudo haber generado la productividad planctónica en estos centros de alta densidad.

La comunidad de medusas estuvo dominada por las especies meroplanctónicas; así mismo Gibbons y Buecher (2009) observaron en el Atlántico Norte que la zona nerítica se encuentra dominada por medusas meroplanctónicas de los órdenes Leptothecata y Anthoathecata; debido a que en esta zona la fase pólipo puede encontrar un sustrato adecuado para concluir su ciclo de vida. En

ese sentido, la ubicación de las estaciones del presente estudio pudo favorecer la alta diversidad de las especies meroplanctónicas. Gibbons y Buecher (2009) también observaron que la zona oceánica está dominada por las medusas holoplanctónicas (Narcomedusae y Trachymedusae). No obstante dentro del área de estudio se encontraron medusas holoplanctónicas (*A. hemistoma*, *L. tetraphylla*, *S. Bitentaculata*, *C. octonaria*) que además fueron muy abundantes en todo el muestreo; siendo *C. frugifera* la única medusa holoplanctónica que cumplió con lo mencionado anteriormente, ya que solo se observó en dos estaciones una de ellas (13) ubicada en la zona oceánica.

Resultados similares encontraron Loman-Ramos *et al.* (2007) quienes para la misma época del año registraron a *L. tetraphylla*, *C. octonaria*, *C. folleata*, *A. hemistoma*, *S. bitentaculata*, *N. punctata* y *O. medium* como las especies más abundantes para el sur del Golfo de México. De igual manera Zamponi *et al.* (1990), observaron que en la zona nerítica proliferan las hidromedusas (Cunina, Aglaura y Liriope) y algunas escifomedusas como *Nausithoe*, estos autores lo atribuyen a que las aguas cálidas promueven un rápido crecimiento, y a la dinámica de estas especies que las vuelve capaces de aprovechar cualquier nicho disponible.

En general para la densidad se observó una tendencia de distribución costa-océano (Fig.13), tal como lo menciona Puente-Tapia (2012) para el sur del Golfo de México. Palma y Apablaza (2004) también observaron una ligera disminución de la abundancia de los cnidarios en ese sentido. No obstante, la comunidad de medusas no está distribuida uniformemente en el Golfo de México, ya que presenta variaciones en su abundancia y distribución en respuesta a los cambios físicos del ambiente (Suárez-Morales *et al.*, 2002). Loman-Ramos (2005) mencionó que la distribución de las medusas también está guiada por su alimentación y por la biología de cada especie.

La especie más abundante fue *A. hemistoma* con el 45.6% del total de medusas recolectadas en todas las estaciones de muestreo, encontrándose a lo largo de toda el área de estudio sin un patrón de distribución definido.

Esta especie ha sido registrada como la más abundante por Puente-Tapia (2012). La segunda especie más abundante fue *L. tetraphylla* que mostró el 22.6 % del total de medusas, estuvo presente en casi todas las estaciones; en contraste con el presente estudio, Loman-Ramos (2007) y Giles-Pérez (2013) la encontraron como la especie más abundante. Estas especies ya han sido registradas con la mayor abundancia y frecuencia por Segura-Puertas (1992), Segura- Puertas y Ordoñez-López (1994), Loman-Ramos *et al.* (2007), Martell-Hernández (2010), Puente-Tapia (2012) y Giles-Pérez (2013). Cabe mencionar que este resultado fue diferente para el estudio de Mendoza-Becerril (2006) quien encontró a *Eirene tenuis* como la más abundante en la Laguna Madre.

A. hemistoma y *L. tetraphylla* tienen características eurihalinas y euritermicas, esto les permite ser especies dominantes en diversas regiones tropicales y subtropicales de todos los océanos (Mayer 1910). En los estudios de Loman-Ramos (2007), Puente-Tapia (2012), Guitierrez-Aguirre (2015) y Correia-Valencia (1992), registraron a ambas medusas como eurihalinas y euritérmicas. Esta característica le permite a estas especies tolerar abruptas variaciones de temperaturas y salinidades (Santhakumari y Nair, 1999).

Podocoryne minima fue la tercer medusa más abundante; es posible que esto se deba a las estrategias reproductivas que presenta dicha especie, debido a la capacidad que tienen de desarrollar las gónadas para la reproducción sexual, al mismo tiempo que desarrollan brotes medusoides para la reproducción asexual (Uchida y Sugiera, 1977). Mendoza-Becerril (2009) la registró como la especie más abundante en el sistema Arrecifal Veracruzano. La cuarta especie más abundante fue *N. punctata*, que se encontró en 17 estaciones; frente a Veracruz, donde se ubicaron las mayores abundancias. Esta distribución fue similar a la observada por Puente-Tapia (2010), quien también la mencionó como una especie abundante, Loman-Ramos *et al.* (2007) registro a esta especie como abundante en la plataforma continental de Veracruz, al igual que en el presente estudio. Por lo tanto es común encontrar a dicha especie en el Golfo de México debido a que se distribuye en océanos tropicales y subtropicales (Segura-Puertas *et al.*, 2009).

Los trabajos en el área de estudio son escasos y solo fue posible comparar con dos trabajos: Gutiérrez-Aguirre *et al.* (2015) quienes estudiaron a las medusas en un área frente a la Laguna Madre y determinaron que en octubre, la comunidad nerítica de hidromedusas fue equitativa mientras que la riqueza y abundancia fueron mínimas; en contraste con el presente estudio, donde la comunidad fue dominada por sólo dos especies: *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*. Sin embargo, Mendoza-Becerril (2006) observó resultados similares en el mes de octubre en la Laguna Madre, donde la comunidad fue dominada por una sola especie (*Eirene tenuis*), también registró baja diversidad y equidad.

A pesar de que la comunidad de medusas ha sido ampliamente estudiada en la región sureste del Golfo de México por Correia-Valencia (1992), Segura-Pertas y Ordóñez-López (1994), Puente-Tapia (2012) y Martell-Hernández (2010), en este estudio no fue posible comparar con precisión los índices de riqueza específica, diversidad, dominancia y equidad; debido a la diferencia entre las áreas de estudio. Es importante mencionar que la riqueza fue uno de los índices que se comparó con el estudio de Segura-Puertas *et al.* (2009), ellos observaron que la riqueza fue baja ya que solo encontraron 26 especies de las 79 registradas por dichos autores.

Con la prueba de Olmstead-Tukey se obtuvieron tres categorías: dominantes, constante y raras en el área de estudio. Las mismas categorías fueron reportadas en el trabajo de Martel-Hernández (2010) y fueron similares en proporción a las registradas en el presente estudio, ya que solo se reportaron seis especies como constantes (*C. octonaria*, *O. medium*, *C. gracilis*, *C. hemisphaerica*, *T. tetrellum*, *Zanclaea* sp); no se registró ninguna especie ocasional y el resto de las especies (22) fueron catalogadas como raras por su baja frecuencia y abundancia.

Asociación de medusas

En este estudio, el análisis de agrupamiento definió tres grupos de estaciones según la composición y abundancia; sin embargo, las agrupaciones no se observaron delimitadas en una zona específica; en comparación con los resultados de Loman-Ramos (2007) y Puente-Tapia (2012) para el sur del Golfo de México, quienes encontraron agrupaciones delimitadas en la zona oceánica y

la zona nerítica; de igual manera Giles-Pérez (2013) registró en el Caribe mexicano dos grandes agrupaciones de estaciones: la primera fue delimitada por las especies meroplanctónicas y la segunda fue delimitada por las especies holoplanctónicas. Al igual que en el presente estudio, Martell- Hernández (2010) y Mendoza-Becerril (2009) no observaron un patrón bien delimitado para las agrupaciones de estaciones.

Sin embargo existieron notables diferencias en la densidad entre los tres grupos analizados. El grupo A obtuvo la máxima densidad, el grupo C la mínima y el grupo B una densidad intermedia. Cabe mencionar que el grupo A se formó con estaciones cercanas a la costa, y las especies que más contribuyeron a este grupo fueron *A hemistoma* y *L. tetraphylla*. Palma y Apablaza (2004), observaron que la cercanía a la costa les confiere a estas medusas varias ventajas, debido a que se reproducen en aguas cálidas y tienen mayor accesibilidad a sus presas. Con las observaciones anteriores, se puede inferir que la densidad de medusas tiene un sentido decreciente en dirección costa-océano, resultado similar al de Puente Tapia (2012) en el sur del Golfo de México.

El análisis de componentes principales presentó una relación significativa entre las estaciones y la zona geográfica, la salinidad, la temperatura y en menor medida con la abundancia. También se observó una relación positiva con el estrato batimétrico, sin embargo, no se sabe exactamente a que profundidad fueron capturadas las medusas, es decir, sólo se tiene la máxima profundidad de muestreo. Cabe mencionar que se encontró una relación entre el ACP y el análisis de agrupamiento donde las estaciones asociadas en el grupo A no rebasaron los 59 m de profundidad, esto sugiere que se ubicaron en la capa superficial de agua donde se encuentra la capa de mezcla de 100 m (Nowlin, 1972); esta capa está estrechamente relacionada con las concentraciones de clorofila *a* y a su vez con la productividad primaria (Walsh, 1989), esto también pudo explicar las altas densidades de las estaciones pertenecientes al grupo A.

Los parámetros de oxígeno disuelto y pH no mostraron una relación significativa con las estaciones.

En general no se observó una relación estrecha entre la distribución de medusas y los parámetros ambientales en el área de estudio. Resultados similares fueron observados por Loman-Ramos, (2005) para el otoño de 1992 en el sur del Golfo de México; y el de Segura-Puerta y Damas-Romero (1997) quienes no encontraron relación con los parámetros hidrológicos y la abundancia de las medusas. Por lo tanto no se demostró una relación satisfactoria con los parámetros hidrológicos del suroeste del Golfo de México, sin embargo, no solo se debe relacionar la distribución de las medusas con la hidrología de la región muestreada sino también debería ser relacionada con la biología de cada especie, con los factores físicos y químicos del agua pero a una escala espacio-temporal y finalmente con la disponibilidad de alimento (Graham *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

- En el periodo de octubre de 2008 los parámetros hidrológicos fueron homogéneos y se mantuvieron dentro de las variaciones normales (salinidad de 36.7 y temperaturas entre los 24 y 29 °C) para el área de estudio.
- La comunidad de medusas se formó por dos clases: 1) Hydrozoa que comprendió cuatro órdenes, 18 familias, 19 géneros y 21 especies y 2) la clase Scyphozoa que comprendió una sola especie.
- El orden Trachymedusae fue el más abundante ya que sus especies son holoplanctónicas, por lo tanto todo su ciclo de vida ocurre en la columna de agua lo que les confiere ventaja sobre las medusas meroplanctónicas, sin embargo, fueron las medusas con la mayor diversidad ya que algunas forman parte del orden Anthoathecata el orden más diverso a nivel mundial, finalmente el Coronatae fue el menos abundante y diverso.
- *Cunina frugífera*, *Corymorpha pendula* y *Protitaria sp.* constituyen posibles nuevos registros para el Golfo de México.

- La comunidad de medusas presentó un gradiente de densidad ligeramente mayor en relación costa-océano, con un pulso de mayor densidad al norte, frente a la Laguna Madre en el estado de Tamaulipas.
- Las medusas *A. hemistoma* y *L. tetraphylla*, *P. minima*, *N. punctata*, y *S.bitentaculata* fueron dominantes en función a su densidad y frecuencia de aparición en el área de estudio durante octubre del 2008.
- Los valores de riqueza específica, diversidad y equidad fueron bajos, debido a la alta dominancia de las especies antes mencionadas.
- Los análisis de agrupamiento utilizados formaron tres grupos de estaciones: A) cercanas a la costa, con las mayores abundancias y los valores más altos de temperatura; B) las estaciones se encontraron dispersas en el área y presentó los valores más bajos de temperatura y salinidad; C) estaciones dispersas en toda la región con las menores abundancias y los valores más altos de salinidad.
- La localización geográfica de las estaciones, la salinidad y la temperatura fueron las variables que tuvieron afinidad con las medusas, sin embargo, no fue posible observar un patrón de distribución definido.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, G., 2004. La observación de impactos en el Golfo de México mediante imágenes de satélite. Pp.881-896. *En: Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.), Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Volumen 2.* Instituto Nacional de Ecología, México. 1047 p.
- Alvariño, A., 1972. Zooplankton del Caribe, Golfo de México y regiones adyacentes del Pacífico. *Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía*, México. 223-247 p.
- Alvariño, A., 1985. Predation in the plankton realm: mainly with reference to fish larvae. *Investigaciones Marinas 2*: 1-122.
- Arai, M. N., 1992. Active and passive factors affecting aggregations of hydromedusae: a review. Pp.99-108. *En: Bouillon, J., F. Boero, F. Cicogna, J. M. Gili y R. G. Hughes (Eds.), Aspect of hydrozoan biology. Volumen 56 (2-3) Scientia Marina 202 p*
- Ates, R. M. L. 1988. Medusivorous fishes, a review. *Zoologische Mededelingen 62 (3)*: 29-42.
- Ates, R. M. L. 1991. Predation of Cnidaria by vertebrates other than fishes. *Hydrobiologia 216/217*: 305-307.
- Boero, F. y J. Bouillon., 1993. Zoogeography and life cycle patterns of Mediterranean hydromedusae (Cnidaria). *Biological Journal of the Linnean Society 48*: 239–266.
- Bouillon, J. 1985a. Essai de classification des hydroportes-hydroméduses (Hydrozoa-Cnidaria). *Indo-Malayan Zoology 2*: 29-243
- Bouillon, J., 1999. Hydromedusae. Pp. 385-465. *En: D. Boltovskoy (Ed.) South Atlantic Zooplankton.* Backhuys, Leiden. 868 p.
- Bouillon, J. y F. Boero., 2000. Phylogeny and classification of hydromedusae. Synopsis of the families and genera of the hydromedusae of the world, with a list of the worldwide species. *Thalassia Selentina 24*: 1-296.
- Bouillon, J., M. D. Medel, F. Pagès, J. M. Gili, F. Boero, C. Gravili., 2004. Fauna of the Mediterranean Hydrozoa. *Scientia Marina 68(S2)*: 5-438

- Bouillon, J.; C. Gravili; F. Pagès, J. M. Gili, F. Boero., 2006. An introduction to Hydrozoa. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 1936. 194 p.
- Bray, J. R. y J. T. Curtis., 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Buecher, E. y M. J. Gibbons., 1999. Temporal persistence in the vertical structure of the assemblage of planktonic medusae in the NW Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 189: 105–115.
- Buecher, E. y M. J. Gibbons., 2000. Interannual variation in the composition of the assemblages of medusae and ctenophores in Sant Helena Bay, Southern Benguela Ecosystem. *Scientia Marina* 64: 123–134
- Canché-Canché, V. E. y I. Castellanos., 2005. Medusas (Cnidaria) de la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. *Hidrobiologica* 15: 65-72.
- Clarke, K. R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- Clarke, K. R. y R. N. Warwick., 2001. Primer v6.0: User Manual/Tutorial Primer-E: *Plymouth*: 91p
- Contreras, F. y O. Castañeda., 2004. Las lagunas costeras y estuarios del Golfo de México: Hacia el establecimiento de índices ecológicos. Pp. 373-416. *En*: Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. Volumen 2. Instituto Nacional de Ecología, México. 1047 p
- Correia- Valencia, K., 1992. Medusas del Golfo de México y Litoral Norte/Noreste de Brasil (ocurrencia y distribución). *Tesis Doctoral*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 248 p.
- Correia-Valencia, K. y L. Segura., 1995 Nuevos registros de dos especies de Anthomedusae (Pandeidae y Niobiidae) en el Golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México 22: 125-127.
- Cruz-Orozco, R., 1967. Geología marina de la Laguna de Tamiahua. Resultados preliminares. *En*: Memorias del III Congreso Nacional de Oceanografía. Campeche, Campeche, México. 78-79p.

- Daly, M., M. R. Brugler, P. Cartwright, A. G. Collins, M. N. Dawson, D. G. Fautin y S. L. Romano., 2007. The Phylum Cnidaria: a review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa* 1668: 127–182.
- Day, J. W., A. Díaz, G. González, P. Moreno. y A. Yáñez., 2004. Diagnóstico ambiental del Golfo de México (resumen ejecutivo). Pp.15-41. *En: Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.), Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Volumen 1.* Instituto Nacional de Ecología, México. 627 p.
- De la Lanza Espino, G., 1991. *Oceanografía de los mares mexicanos.* AGT editor, S.A., México. 569 p.
- Elliot, B. A., 1982. Anticyclonic rings in the Gulf of México. *Journal of Physical Oceanography* 12: 1292-1309.
- Flores-Coto, C., Puente-Tapia, A., Añorve, L. S., y Fernández-Alamo, M. 2016. Segregated distribution of *Lyriope tetraphylla*, *Aglaura hemistoma* and *Nausithoe punctata* (Hydrozoa) in the Southern Gulf of Mexico. *Open Journal of Ecology* 6(09): 568.
- Gasca, R. y L. Loman., 2013. Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 154-163.
- Gibbons, M. J., E. Buecher, D. Thibault - Botha, R. R.Helm., 2009. Patterns in marine hydrozoan richness and biogeography around southern Africa: implications of life cycle strategy. *Journal of biogeography*, 37(4): 606-616.
- Giles-Pérez. G. I., 2013. Abundancia, composición, distribución y algunos aspectos ecológicos de las medusas (Cnidaria: Hydrozoa, Scyphozoa y Cubozoa) frente a las costas del Caribe mexicano. *Tesis de Licenciatura.* Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 126 p.
- González, C. E. y J. E. A. Camargo., 1985. Ambientes sedimentarios recientes en Laguna Madre, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 46(1): 29-64.
- Goy, J., 1997. The medusae (Cnidaria, Hydrozoa) and their trophic environment: an example in the north-western Mediterranean. *Annales de l'Institut océanographique* 73(2): 159-171.

- Graham, W. N., F. Pagès y W. M. Hammer., 2001. A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia* 451: 199-212.
- Gutiérrez-Aguirre, M. A., Delgado-Blas, V. H., y Cervantes-Martínez, A. 2015. Diversidad de las hidromedusas (Cnidaria) de la región nerítica del sureste de Tamaulipas, México. *Teoría y Praxis* 18: 153-167.
- Hedgpeth, J. W., 1954. Scyphozoa. En: Galtsoff, P. S. (Ed.), *Gulf of Mexico: Its Origin, Waters and Marine Life*. Volumen 55. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington 556 p.
- Hotelling, H. 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology* 24: 417-441.
- Kramp, P. L. 1957. Hydromedusae from the Discovery Collections. Pp. 82 En: *Discovery Reports* 29: 128 p.
- Kramp, P. L. 1959a. The Hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. *Dana-Reports* 46:1-283.
- Kramp, P. L., 1961. Synopsis of the medusae of the world. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 40: 1- 469.
- Krebs, C. J., 1999. *Ecological methodology*. Addison Welsey Educational Publishers, California. 607
- Lara-Lara, J.R., et al. 2008. Los ecosistemas marinos. Pp149-156. En: Soberón, J., G. Halffter y J. Llorente (Eds.), *Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 621 p.
- Legendre, P. y L. F. Legendre. 2012. *Numerical ecology*. Elsevier. Oxford. 989 p.
- Loman- Ramos, L., 2005. Medusas del sur del Golfo de México: Variación espacial en la estructura comunitaria y asociaciones durante el otoño de 1999. *Tesis de Maestría*. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Merida. 91 p.
- 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(3): 203-212.

- López-Veneroni, D. y M. C. González., 2009. Masas de agua, nutrientes, productividad de la Sonda de Campeche, México. Pp 125-154. *En: L. A. Soto y M.C. González, Petróleos mexicanos y la salud ambiental de la Sonda de Campeche, México. 300 p.*
- Magurran, A. E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- Márquez, R., 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. Fondo de cultura Económica. Ciudad de México, México. 200 p.
- Martell-Hernández, L. E., 2010. Variación espacial de la comunidad de cnidarios planctónicos (Meduzoa) en el sureste del Golfo de México en otoño de 1998. *Tesis de Maestría*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 79 p.
- Martínez López, B. y A. F. Parés-Sierra., 1998. Circulación del Golfo de México inducida por mareas, viento y la Corriente de Yucatán. *Ciencias Marinas*. 24(1): 65-93.
- May, A. J., 1903. A contribution of the morphology and development of *Corymorpha pendula*. *The American Naturalist* 895(582).
- Mayer, A. G., 1910. *Medusa of the world. Hydromedusae*. Volumen I. Carnegie Institution, Washington, pp. 1-735
- Meléndez-Rosas, N. M., 2015. Listado sistemático y distribución de las especies de medusas (Cnidaria: Medusozoa) en costas mexicanas .*Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz. 137 p.
- Mendoza-Becerril, M. A. 2006. Diversidad de medusas (Phylum: Cnidaria) en la Laguna Madre, Tamaulipas. México. *Tesis de Licenciatura*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional, México 60 p.
- Mendoza-Becerril, M. A., 2009. Variación espacio-temporal en la estructura de la comunidad de hidromedusas (Cnidaria: Hydrozoa) del Sistema Arrecifal Veracruzano. *Tesis de Maestría*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 61p.

- Mianzan, H., M. Pájaro, G. A. Colombo y A. Madirolas., 2001. Feeding on survival food: gelatinous plankton as a source of food for anchovies. *Hydrobiologia*. 451: 45-53.
- Mills, C. E., 1995. Medusae, Siphonophores, and Ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystem. *International Council for the Exploration of the Sea Journal of Marine Science*. 52(3-4): 575-581.
- Monreal-Gómez, M. A., D. A. Salas-De León., 1997. Circulación y estructura termohalina del Golfo de México. *Contribución a la Oceanografía Física en México*. Unión Geofísica Mexicana, México 3: 183-199.
- Monreal-Gómez, M. A., D. A. Salas-De León y A. Gracia-Gasca., 2004. Golfo de México, circulación y productividad. *Ciencias* 76: 24-33.
- Monreal-Gómez, M. A., D. A. Salas De León y H. Velasco-Mendoza., 2004b. La hidrodinámica del Golfo de México. Pp. 47-68. *En: Caso, M. I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.), Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Volumen 1*. Instituto Nacional de Ecología, México. 627 p.
- Moody, C. L., 1967. Gulf of Mexico distributive province. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 51:179-199
- Moreno, C. E., 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis. Sociedad Entomologica Aragonesa, Zaragoza, 84 p.
- Morey, S. L., P. J. Martin, J. J. O'Brien, A. A. Wallcraft y J. Zavala., 2003. Export pathways for river discharged fresh water in the northern Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 108(C10): 1-15.
- Nowlin, W. D., 1972. Winter circulation patterns and property distributions Pp. 3-52. *En: Capurro L. R. A. y J. L. Reid (Eds.) Contributions on the Physical Oceanography of the Gulf of Mexico*. Gulf Publishing, Huston. 288p.
- Palma, S. y P. Apablaza., 2004. Abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en un área de surgencia en el norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. *Investigaciones Marinas*, Valparaíso. 32(1): 49-70.

- Petróleos mexicanos (PEMEX), 2012. Exploración y producción. http://contratos.pemex.com/noticias/noticias/Documents/fechas_visitas_rn_/atun.pdfhttp://contratos.pemex.com/antiores/region_norte/areas/arenqu Paginas/default.aspx
- 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, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 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., 1992 Effects of predation by the scyphomedusan *Chrysaora quinquecirrha* on zooplankton populations in Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 87: 65–76
- Purcell, J. E. y M. N. Arai., 2001. Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review. *Hydrobiologia* 451: 27–44.
- Ruíz, G. M., J. T. Carlton, E. D. Grosholz y A. H. Hines., 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: Mechanisms, extent, and consequences. *American Zoologist* 37: 621–632.
- Russell, F. S., 1970. The medusae of the British Isles. II. *Pelagic Scyphozoa (with a supplement to the first volume on hydromedusae)*. Cambridge University Press, Cambridge. 284 p.
- Santhakumari, V. y Nair, V. R., 1999. Distribution of hydromedusae from the exclusive economic zone of the west and east coasts of India. *Indian Journal of Marine Sciences* 20: 150-157.
- Schlitzer, R. 2015. Ocean Data View, <http://odv.awi.de>.
- Schuchert P., 2009. The European athecate hydroids and their medusa (Hydrozoa: Cnidaria): Filifera Part 5. Pp. 494. *En*. Decrouez D., A. Cibois, y P. Schuchert. (Eds.) *Annales de la Société Suisse de Zoologie et du Muséum D'Histoire Naturelle de la Ville de Genève*. Tome 116; Fascicule 3 4. 633p.

- Sears, M., 1954. Hydromedusae of the Gulf of Mexico. Pp. 273-290. *En*: Galtsoff, P. S. (Ed.), *Gulf of Mexico: Its Origin, Waters and Marine Life*. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington. 55: 556 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Comisión Nacional de la Pesca (CONAPESCA), 2002. Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular para la rehabilitación y prolongación de escolleras y dragados de canales en la Boca de Tampachichi, Laguna de Tamiahua, Veracruz. México. 121 p.
- 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*. Publicación Especial 8: 1-320.
- Segura-Puertas, L., 1992. Medusae (Cnidaria) from Yucatan Shelf and Mexican Caribbean. *Bulletin of Marine Science* 51(3): 353-359.
- Segura-Puertas, L. y U. Ordoñez-López., 1994. Análisis de la comunidad de medusas (Cnidaria) de la región oriental del Banco de Campeche y del Caribe mexicano. *Caribbean Journal of Science* 30(1-2): 104-115.
- Segura-Puertas, L., y M Damas-Romero., 1997. Variación estacional de la comunidad de medusas (Cnidaria) en la Laguna Bojórquez, Cancún, México. *Hidrobiológica* 7: 59-64.
- Segura-Puertas, L., E. Suárez- Morales y L. Celis., 2003. A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of Mexico. *Zootaxa* 194(1): 1-15.
- Segura-Puertas, L., L. Celis, y L: Chiaverano., 2009. Medusozoans (Cnidaria: Cubozoa, Scyphozoa and Hydrozoa) of the Gulf of Mexico. Volumen 1. Pp 369-394. *En*: Darryl L. F., D. K. Camp (Eds.) *Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota: Biodiversity*. Texas A & M University Press. 1312 p.
- Sokal, R. y F. J. Rohlf., 1981. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman, San Francisco. 837 p.
- Soto, L. A. y E. Escobar-Briones. 1995. Coupling mechanisms related to benthic production in the SW Gulf of Mexico. *Biology and Ecology of Shallow*

- Coastal Waters. *Proceedings of the 28th European Marine Biological Symposium*, Crete, Greece. 233-242.
- Suárez-Morales, E., M. O. Zamponi y R. Gasca., 1997. Hydromedusae (Cnidaria:Hydrozoa) of Bahía de la Ascensión, Caribbean coast of Mexico: a seasonal survey. *Proceedings of the 6th International Conference on Coelenterat Biology*, Leiden, Netherlands: 465-472.
- Suárez-Morales, E., R. Gasca, L. Segura-Puertas y D. C. Biggs., 2002. Planktonic cnidarians in cold core ring in the Gulf of Mexico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 73(1): 19-36.
- Uchida, T. y Y. Sugiura., 1977. On medusa-budding in the Anthomedusa, *Podocoryne minima* (Trinci). *Seto Marine Biological Laboratory* 24(1): 53-57.
- Van der Spoel, S. 1991. Hydromedusae distribution patterns. *Hydrobiologia* 216/217: 489–496.
- Varona-Cordero, F. y F. J. Gutiérrez., 2003. Estudio multivariado de la fluctuación espacio-temporal de la comunidad fitoplanctónica en dos lagunas costeras del estado de Chiapas. *Hidrobiologica* 13(3): 177-194.
- Vidal, V., F. V. Vidal y J. M. Pérez., 1992. Collision of a Loop Current anticyclonic ring against the continental shelf slope of the western Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 97(C2): 2155-2172.
- Vidal, V. M., F. V. Vidal, A. F. Hernández, E. Meza y L. Zambrano., 1994. Winter water mass distributions in the western Gulf of Mexico affected by a colliding anticyclonic ring. *Journal of Oceanography* 50(5): 559-588.
- Vinogradov, M. E., 1970. *Vertical distribution of the oceanic zooplankton*. Institute of Oceanography Academy Science U.S.S.R, Moscow. English translation, Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem. 339 p.
- Walsh, J. J., D. A. Dieterle, M. B. Meyers, y F. E. Müller., 1989. Nitrogen exchange at the continental margin: A numerical study of the Gulf of Mexico. *Progress in Oceanography* 23(4): 245-301.
- Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day Jr., 1988. Ecological characterization of Terminos Lagoon-estuarine system in the southern Gulf of Mexico. Pp 1-29. *En: A.*

- Yáñez Arancibia y J. W. Day Jr. (Eds.). Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: la región de la Laguna de Términos. Instituto de Ciencias de Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Coast. Ecol. Inst. LSU. D.F. México. 518 p.
- Zamponi M. O., E. Suárez-Morales y R. Gasca., 1990. Hidromedusas (Coelenterata: Hydrozoa) y Escifomedusas (Coelenterata: Scyphozoa) de la Bahía de la Ascensión, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Pp 99-107. *En: Navarro, D. L. y J. G. Robinson (Eds.). Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo México.* Centro de Investigaciones de Quintana Roo/Program of Studies in Tropical Conservation, University of Florida, Quintana Roo.
- Zavala-Hidalgo, J., A. Parés y J. Ochoa. 2002. Seasonal variability of the temperature and heat fluxes in the Gulf of Mexico. *Atmósfera* 15(2): 81-104.
- Zavala-Hidalgo, J., S. L. Morey y J. J O'Brien., 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 108 (C12): 1-19.
- Zavala-Hidalgo, J., A. Gallegos, B. Martínez, S. L. Morey y J. J O'Brien., 2006. Seasonal upwelling on the western and southern shelves of the Gulf of Mexico. *Ocean Dynamics* 56(3-4): 333-338.

ANEXO

Fotos de las especies que son posibles nuevos registros en el área de estudio



Foto 1. *Cunina frugifera*. A: Vista ventral de un organismo sexualmente maduro. B: Vista Ventral y dorsal respectivamente (Foto tomada por M. en F Ana Isabel Bieler Antolíni).

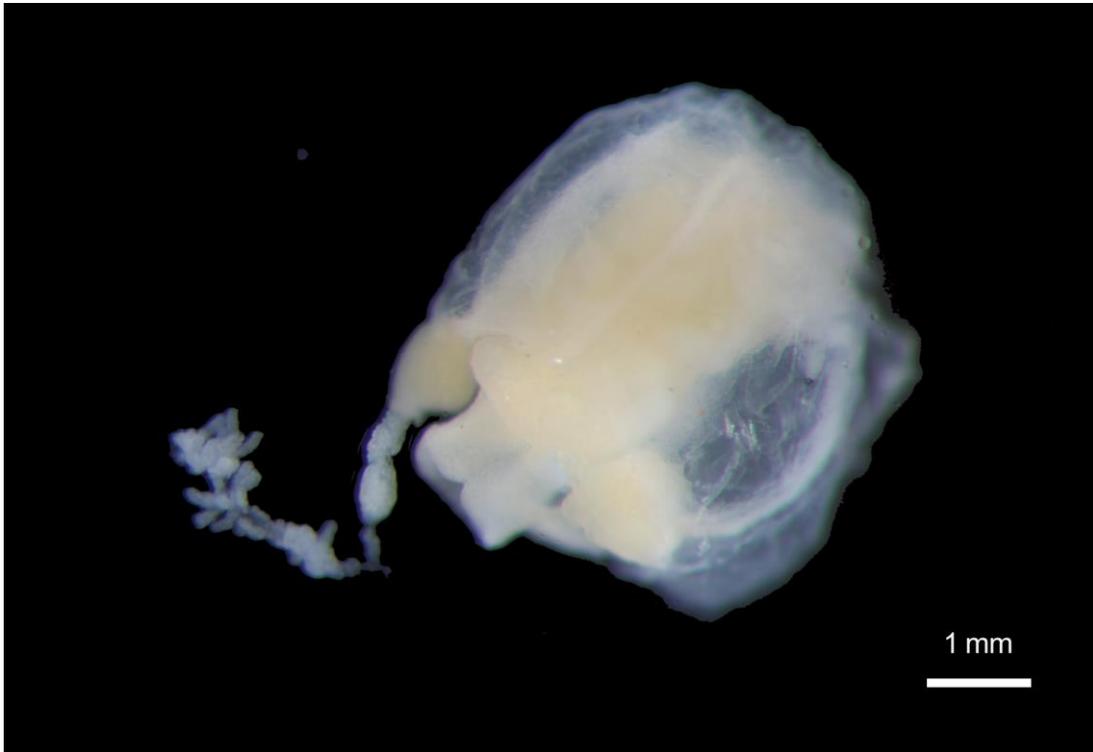


Foto 2. *Corymorpha pendula* (Foto tomada por M. en F Ana Isabel Bieler Antolíni).

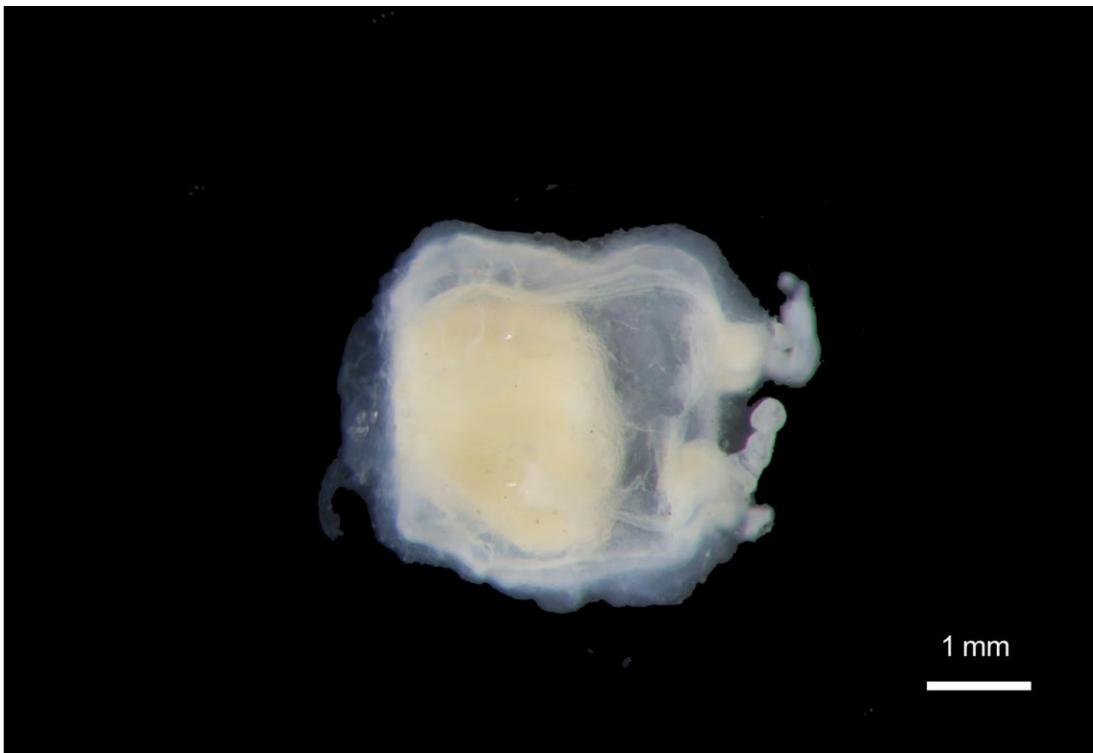


Foto 3. *Protiara* sp. (Foto tomada por M. en F Ana Isabel Bieler Antolíni).