



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA)
Biología Marina

ESPECIES DEL GÉNERO *Triplos* (Bory) Gómez 2013 (DINOPHYCEAE) EN LA REGIÓN CENTRAL DEL GOLFO DE MÉXICO: COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA:
MARTHA IRENE ESTRADA MARTÍNEZ

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Sergio Licea Durán
UNAM Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

COMITÉ TUTORAL:
Dr. David Alberto Salas De León
UNAM Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Dra. Rosalba Alonso Rodríguez
UNAM Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Dra. María Esther Angélica Meave del Castillo
UAM Unidad Iztapalapa
Dra. Celia María Bulit Gámez
UAM Unidad Xochimilco

Ciudad Universitaria, CD. MX, Diciembre de 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



ESPECIES DEL GÉNERO *Tripes* (Bory) Gómez 2013 (DINOPHYCEAE) EN LA REGIÓN CENTRAL DEL GOLFO DE MÉXICO: COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

(Biología Marina)

PRESENTA:

MARTHA IRENE ESTRADA MARTÍNEZ

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Sergio Licea Durán
UNAM ICML Ciudad Universitaria

COMITÉ TUTORAL:

Dr. David Alberto Salas De León
UNAM ICML Ciudad Universitaria

Dra. Rosalba Alonso Rodríguez
UNAM ICML Unidad Académica Mazatlán

Dra. María Esther Angélica Meave del Castillo
UAM Unidad Iztapalapa

Dra. Celia María Bulit Gámez
UAM Unidad Xochimilco

Ciudad Universitaria, CD. MX. Diciembre de 2018.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a las siguientes personas e instituciones:

Al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología por darme la oportunidad de desarrollar la investigación de mi interés para obtener el grado de Maestra en Ciencias.

Al Programa Nacional de Posgrados de Calidad del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por haberme proporcionado los recursos económicos para realizar una maestría en la modalidad de tiempo completo.

Agradezco a los laboratorios de Físico-Química y de Fitoplancton y Productividad por facilitarme las muestras y los datos obtenidos en los Proyecto "Marco Ambiental de las Condiciones Oceanográficas en el Sector NW de la ZEE de México en el Golfo de México (MARZEE-I y MARZEE-II) y la campaña UEYATL-I.

A mi Tutor Principal: Dr. Sergio Licea Durán, por dirigir y darme un lugar en el Laboratorio de Fitoplancton y Productividad, así como todas las facilidades para realizar mi Tesis.

A los integrantes del Jurado de Examen de Grado: Drs. David Alberto Salas De León, Rosalba Alonso Rodríguez, María Esther Angélica Meave del Castillo, y Celia Bulit Gámez por el apoyo brindado para la conclusión de esta investigación a través de sus observaciones y sugerencias compartiendo en todo momento sus conocimientos y amplia experiencia.

A los miembros del Comité Tutorial: Drs. David Alberto Salas De León, María Esther Meave del Castillo, por el tiempo dedicado a la revisión de mi tesis, por sus valiosas observaciones y sugerencias y sobre todo por el apoyo brindado para la conclusión de esta investigación.

A la M. en C. Ruth Luna Soria por su apoyo técnico en el Laboratorio de Fitoplancton y Productividad y al M. en C. León Felipe Álvarez Sánchez por facilitar las imágenes de satélite y su valioso asesoramiento en el manejo del SIG.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Agradezco al Dr. Javier Aldeco Ramírez, por su apoyo incondicional y seguimiento en el transcurso de esta Maestría y a la Dra. Martha Signoret Poillon por haberme alentado en todo momento a realizar esta meta. Gracias Martha donde quiera que te encuentres por confiar en mí.

Agradezco de manera especial:

A mis padres por enseñarme con su ejemplo a cumplir con mis objetivos, superando obstáculos por difíciles que estos sean, por mostrarse siempre perseverantes y fuertes ante las diferentes circunstancias de la vida.

A Roberto por su tiempo y tolerancia en el transcurso de esta Maestría.

A mi familia pues de todos ellos he aprendido algo valioso que me ha servido para cumplir con mis objetivos.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Esther.
Aunque tu mente decidió olvidar...aún así continúas dando lecciones de vida.

Y a mi padre Gabriel.
Por tu ejemplo de fortaleza, amor al trabajo y a tu persona.

Contenido

INDICE DE FIGURAS.....	6
INDICE DE TABLAS.....	7
INDICE DE ANEXOS.....	8
Resumen	9
Abstract	10
Introducción.....	11
Antecedentes	15
Justificación.....	15
Objetivo general.....	16
<i>Objetivos específicos:</i>	16
Área de estudio.....	17
Material y métodos	19
<i>Trabajo de campo y laboratorio</i>	19
<i>Composición de especies</i>	20
<i>Categorías convencionales de las especies</i>	20
<i>Análisis estadístico de datos</i>	21
<i>Distribución espacio-temporal de las especies</i>	22
<i>Análisis de variables físico-químicas</i>	23
Resultados	23
<i>Composición y categorías convencionales de especies</i>	23
<i>Distribución espacio-temporal de las especies</i>	28
<i>Análisis de variables físico-químicas</i>	36
Discusión	44
<i>Composición</i>	44
<i>Categorías convencionales de las especies</i>	45
<i>Distribución de las especies</i>	47
<i>Variables físico-químicas</i>	51
Conclusiones.....	54
Literatura citada	55

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PRINCIPALES CARACTERES MORFOLÓGICOS DEL GÉNERO <i>TRIPPOS</i> (MODIFICADA DE TENENBAUM 2006).	12
FIGURA 2. DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS DEL GÉNERO <i>TRIPPOS</i> (MODIFICADO DE STEIDINGER Y TANGEN 1997; GÓMEZ ET AL. 2010).	13
FIGURA 3. ÁREA DE ESTUDIO, UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO Y BATIMETRÍA (M).	18
FIGURA 4. FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA (%) DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>TRIPPOS</i> , CAMPAÑAS MARZEE-I Y MARZEE II.	24
FIGURA 5. FRECUENCIA Y ABUNDANCIA RELATIVA ACUMULADA (%) DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>TRIPPOS</i> , CAMPAÑA UEYATL-I.	25
FIGURA 6. GRUPOS DE ESPECIES OBTENIDAS EN LA CAMPAÑA MARZEE I. LA LÍNEA PUNTEADA INDICA LA DISTANCIA DE CORTE. LAS ELIPSES MUESTRAN LAS ASOCIACIONES DE ESPECIES OBTENIDAS DE MANERA GENERAL MEDIANTE LA FRA.	26
FIGURAS 7 A-C. GRUPOS DE ESPECIES OBTENIDAS EN LA CAMPAÑA MARZEE - II Y UEYATL-I. LA LÍNEA PUNTEADA INDICA LA DISTANCIA DE CORTE. LAS ELIPSES MUESTRAN LAS ASOCIACIONES DE ESPECIES OBTENIDAS DE MANERA GENERAL MEDIANTE LA FRA Y LA ARA.	27
FIGURAS 8 A-B. AGRUPAMIENTOS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO CON LAS ESPECIES ENCONTRADAS EN LAS CAMPAÑAS MARZEE-I Y MARZEE- II. LA LÍNEA PUNTEADA INDICA LA DISTANCIA DE CORTE.	29
FIGURAS 9 A-B. AGRUPAMIENTOS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO A 10 M DE PROFUNDIDAD, CON LAS ESPECIES DETERMINADAS EN LA CAMPAÑA UEYATL –I, OCTUBRE 2013 POR MEDIO DE AC Y AD. LA LÍNEA PUNTEADA REPRESENTA LA DISTANCIA DE CORTE EN LA PROFUNDIDAD DE 10 M.	31
FIGURAS 10 A-B. AGRUPAMIENTOS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN LA PROFUNDIDAD DEL MÁXIMO DE CL-A, CON LAS ESPECIES DETERMINADAS EN LA CAMPAÑA UEYATL –I, OCTUBRE 2013 POR MEDIO DE AC Y AD.	33
FIGURA 11 A-D. REPRESENTACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO <i>TRIPPOS</i> EN RELACIÓN AL NÚMERO DE ESPECIES EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO. CAMPAÑAS MARZEE-I, II Y UEYATL.	34
FIGURA 12 A-B. CONCENTRACIÓN DE ORGANISMOS (CÉLS L ⁻¹) DEL GÉNERO <i>TRIPPOS</i> . A) 10 M DE PROFUNDIDAD, B) MÁXIMO DE CL-A DURANTE LA CAMPAÑA: UEYATL-I.	35
FIGURAS 13 A-D. ESTACIONES DE LAS CAMPAÑAS A Y C) MARZEE-I; B Y D) MARZEE-II, SOBRE IMÁGENES SATELITALES DE ALTIMETRÍA, CORRIENTE GEOSTRÓFICA E IMÁGENES SATELITALES DE LA CONCENTRACIÓN DE CL-A.	37
FIGURA 14 A-B. CONCENTRACIÓN DE CÉLS L ⁻¹ DE ORGANISMOS DEL GÉNERO <i>TRIPPOS</i> EN ESTACIONES DE LA CAMPAÑA UEYATL-I SOBRE IMÁGENES DE ALTIMETRÍA Y CORRIENTES GEOSTRÓFICAS EN LAS PROFUNDIDADES: A) 10 M Y B) MÁXIMO DE CL-A, CON RELACIÓN A LOS GIROS PRESENTES (FLECHAS), AL ESTE Y OESTE.	39
FIGURA 15 A-B. CONCENTRACIÓN DE CÉLS L ⁻¹ DE ORGANISMOS DEL GÉNERO <i>TRIPPOS</i> EN ESTACIONES DE LA CAMPAÑA UEYATL-I SOBRE IMÁGENES SATELITALES DE CONCENTRACIÓN DE CL-A, EN LAS PROFUNDIDADES: A) 10 M Y B) MÁXIMO DE CL-A.	40
FIGURA 16 A-D. VALORES NORMALIZADOS DE LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA CAMPAÑA UEYATL-I. A Y B) NIVEL 10 M; C Y D) NIVEL MÁXIMO DE CL-A.	42
FIGURA 17 A-D. PROYECCIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS EN EL ACP A 10 M DE PROFUNDIDAD DE LA CAMPAÑA UEYATL-I.	43
FIGURA 18 A-D. PROYECCIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS EN EL ACP EN LA PROFUNDIDAD DEL MÁXIMO DE CL-A DE LA CAMPAÑA UEYATL-I.	44

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. SUBDIVISIÓN DEL GÉNERO <i>TRIPOS</i> EN SUBGÉNEROS DE ACUERDO CON GÓMEZ <i>ET AL.</i> (2010).....	13
TABLA 2. DATOS GENERALES DE LAS CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS (MUESTRAS COLECTADAS CON BOTELLA NISKIN Y RED).	20
TABLA 3. CATEGORÍAS CONVENCIONALES OBTENIDAS MEDIANTE LOS VALORES DE LAS FRECUENCIAS Y ABUNDANCIAS RELATIVAS ACUMULADAS.	21
TABLA 4. ESPECIES PRESENTES POR ZONA A 10 M DE PROFUNDIDAD EN LA CAMPAÑA UEYATL-I OBTENIDAS POR MEDIO DEL AD.	31
TABLA 5. ESPECIES PRESENTES POR ZONA EN LA PROFUNDIDAD DEL MÁXIMO DE CL- A DURANTE LA CAMPAÑA UEYATL-I OBTENIDAS POR MEDIO DEL AD.	33
TABLA 6. VALORES MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS EN LA CAMPAÑA UEYATL-I.	41

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. COMPOSICIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO <i>TRIPLOS</i> DETERMINADAS EN LAS MUESTRAS DE AGUA (RED Y BOTELLA) DE LAS CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS MARZEE I, MARZEE II Y UEYATL-I DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SU FRA Y ARA. ..	64
ANEXO 2. LÁMINAS DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>TRIPLOS</i>	68
ANEXO 3. CATEGORÍAS DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>TRIPLOS</i> , CONFORME A ESCALA PROPUESTA DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE LA FRECUENCIA RELATIVA (FR) Y LA FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA (FRA) DE LAS CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS MARZEE I, MARZEE II Y UEYATL-I	80

Resumen

Se estudió la composición, abundancia y distribución espacio-temporal de especies de dinoflagelados del género *Tripos* y su relación con las variables físico-químicas en la región central del Golfo de México. Se analizaron en total 436 muestras de fitoplancton colectadas con botella Niskin y con red obtenidas en tres campañas oceanográficas (julio de 2010, enero de 2011 y octubre de 2013). Las variables físico-químicas se obtuvieron de informes de investigación y de imágenes satelitales del programa COPERNICUS. Los análisis cuali y cuantitativos se realizaron mediante un microscopio de luz invertido por el método de Utermöhl. Con los resultados se propusieron 4 categorías convencionales de especies conforme a la Frecuencia Relativa Acumulada (FRA) y Abundancia Relativa Acumulada (ARA), que coincidieron con los agrupamientos formados por medio del Análisis de Conglomerados (AC). Se determinaron 59 especies, de las cuales *T. teres*, *T. furca*, *T. pentagonus*, *T. fusus* y *T. lineatus* presentaron los valores más altos de FRA (75.01–100.00%) y por ello fueron consideradas “comunes”, mientras que *T. gallicus*, *T. trichoceros*, *T. symmetricus*, *T. kofoidii*, *T. furca*, *T. fusus*, *T. lineatus* y *T. pentagonus* con valores altos, (50.01-75.00%), fueron consideradas “constantes”. Las especies restantes tuvieron valores de FRA por debajo del 50.00%. La mayor riqueza de especies se presentó en la época de lluvias (julio) con 45 y la menor en la época de nortes con 35. La mayor abundancia de organismos se registró a 10 m de profundidad en la zona nerítica de (102 a 416 céls/L⁻¹). La menor concentración de organismos (6 a 96 céls/L⁻¹) se registró en la misma profundidad en la zona oceánica. La mayor riqueza de especies y abundancia de organismos no correspondió con las concentraciones máximas ni con los niveles donde se registran los valores máximos de clorofila *a*. El procesamiento estadístico por medio del AC y Análisis Discriminante (AD) permitió agrupar a las especies en 4 zonas y la mayor riqueza se encontró en la zona límite entre la plataforma y el talud continental y en áreas con aportes epicontinentales en las tres campañas. Los procesos tales como surgencias, giros ciclónicos, descargas epicontinentales y esorrentías influyeron en la distribución de estos organismos. El Análisis de Componentes Principales (ACP) y el AD determinaron que la temperatura y salinidad se relacionaron significativamente con la composición y distribución de las especies del género. Por el contrario, los nutrientes con excepción de los fosfatos, no tuvieron relación con la distribución y abundancia del género *Tripos* posiblemente por el carácter mixótrofo de la mayoría de sus especies.

Abstract

Composition, abundance and spatio-temporal distribution of dinoflagellate species of the genus *Tripos* and its relationship with the physicochemical variables were studied in the central region of the Gulf of Mexico. A total of 436 samples of phytoplankton collected with Niskin bottle and net obtained in three oceanographic cruises were analyzed (July 2010, January 2011 and October 2013). Physicochemical variables were obtained from research reports and satellite images of the COPERNICUS program. The qualitative and quantitative analyzes were performed using an inverted microscope by the Utermöhl method. Four conventional categories of species were proposed according to the Accumulated Relative Frequency (FRA) and Accumulated Relative Abundance (ARA), which coincided with the groupings formed through the Conglomerate Analysis (AC). Fifty nine species were determined, of which *T. teres*, *T. furca*, *T. pentagonus*, *T. fusus* and *T. lineatus* presented the highest values of FRA (75.01 -100.00%) and were therefore considered "common", while *T. gallicus*, *T. trichoceros*, *T. symmetricus*, *T. kofoidii*, *T. furca*, *T. fusus*, *T. lineatus* and *T. pentagonus* with high values (50.01-75.00%) were considered "constant". The remaining species had FRA values below 50.00%. The highest species richness occurred in the rainy season (July) with 45 and the lowest in the northern season with 35. The highest abundance of organisms was recorded at 10 m depth in the neritic zone (102 to 416 céls/L). The lowest concentration of organisms (6 to 96 céls/L) was recorded in the same depth in the oceanic zone. The highest species richness and abundance of organisms did not correspond with the maximum concentrations or with the levels where the maximum chlorophyll a values was registered. The statistical processing of Conglomerate Analysis and Discriminant Analysis made it possible to group the species in 4 zones. The highest species richness was found at the boundary between the shelf y continental slope areas in the three cruises. Processes such as upwelling, cyclonic eddies, epicontinental discharges and runoff influenced the distribution of these organisms. The Principal Component Analysis (PCA) and the AD determined that temperature and salinity were significantly related in the composition and distribution of the species of the genus. On the other hand, nutrients with the exception of phosphates had no relation in the distribution and abundance of the *Tripos* genus, possibly due to the mixotrophic nature of most of their species.

Introducción

Entre los grupos que componen el fitoplancton marino están las diatomeas y los dinoflagelados. Este último grupo es el segundo en orden de relevancia en el ambiente marino por su alta diversidad de especies y biomasa. Así contribuyen a la producción primaria del microplancton y a la transferencia de energía (Graham y Wilcox 2000; Horner 2002).

Los dinoflagelados se distribuyen en aguas tropicales, subtropicales y templadas, tanto en ambientes oceánicos como costeros. Tienen estrategias vitales complejas con ciclos de vida cortos y respuesta rápida a los factores ambientales, principalmente a la temperatura, por lo que son considerados buenos indicadores biológicos para definir corrientes oceánicas y rangos de temperatura, en particular las especies del género *Tripos* (Dodge y Marshall 1994, Steidinger y Tangen 1997; Tunin-Ley y Lemée 2013).

Entre los procesos hidrodinámicos que afectan a este grupo de organismos están: la turbulencia, las mareas, el oleaje y las corrientes (Okolodkov 2003; Monreal-Gómez *et al.* 2004). En el caso particular del Golfo de México, los giros ciclónicos y anticiclónicos que se desprenden de la Corriente de Lazo son factores que influyen en la distribución de las especies (Licea *et al.* 2013; Zamudio *et al.* 2013).

Gómez (2005) reconoce un total de 1555 especies de dinoflagelados incluidas en 117 géneros y 135 nuevas especies en el período de 1993 a 2003; entre los géneros más diversos esta *Ceratium* (actualmente *Tripos*) con 64 especies.

Otra característica de algunos dinoflagelados es su capacidad para producir florecimientos que dañan a peces y otros organismos al provocar condiciones de anoxia, afectando la economía pesquera y los ecosistemas acuáticos (Hart y Wragg 2009).

Las especies del género *Tripos* se pueden encontrar de manera solitaria o formando cadenas, tienen el cuerpo ligeramente aplanado dorso-ventralmente. En la parte ventral tienen un área profunda y amplia llamada sulcus formada por las placas 6'', 5c y 6'''. Presentan un cuerno apical en la epiteca

y dos cuernos antapicales en la hipoteca, rara vez falta el antapical derecho totalmente pues aún en las especies más o menos bicornes suele notarse un fragmento de él. En algunas especies los límites entre la epiteca y el cuerno apical son imprecisos porque la epiteca se prolonga gradualmente hacia el cuerno apical. En otras, el cuerno apical se ensancha formando una espátula más o menos amplia (Balech 1988) (Figura 1).

- LT. Longitud Total
- CA. Cuerno Apical
- E. Epiteca
- H. Hipoteca
- Ci. Cingulum
- S. Sulcus
- CAD. Cuerno Antapical Izquierdo
- CAI. Cuerno Antapical Derecho
- BH. Base de la Hipoteca

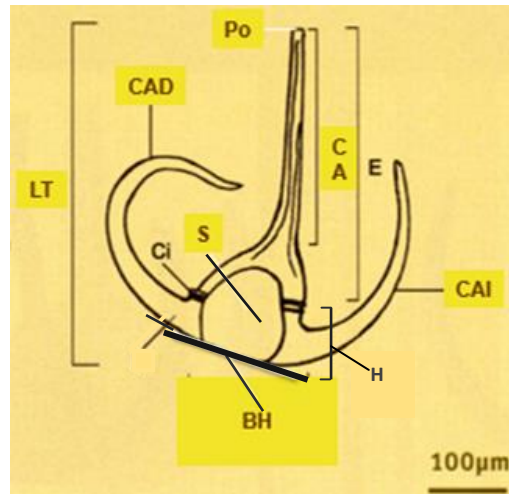


Figura 1. Principales caracteres morfológicos del género *Tripes* (modificada de Tenenbaum 2006).

Otra característica del género *Tripes*, y por lo que fue separado del género *Ceratum* es la presencia de cinco placas en el cíngulo, lo cual se refuerza con las diferencias moleculares (Sournia 1986; Gómez *et al.* 2010). Las placas de la teca presentan la fórmula tabular siguiente: 1 placa del poro (Po), 4 placas apicales (4'), 6 placas precingulares (6''), 6 placas postcingulares (6'''), 2 placas antapicales (2''''), 5 placas cingulares (5c) y 4 placas sulcales (4s). Las 4 placas apicales dan origen al cuerno apical, mientras que la 4'''' y 5'''' placa postcingular dan origen al cuerno antapical derecho y la 1'''' y 2'''' postcingular al cuerno antapical izquierdo (Fensome *et al.* 1993; Balech 1988; Steidinger y Tangen 1997) (Figura 2).

Kofoed (1907), con base en la forma de la célula, la ornamentación y la tabulación, realizó una subdivisión del género en subgéneros y secciones y otros autores, posteriormente conforme a estos criterios ubicaron a las especies en alguna subdivisión (Tabla 1).

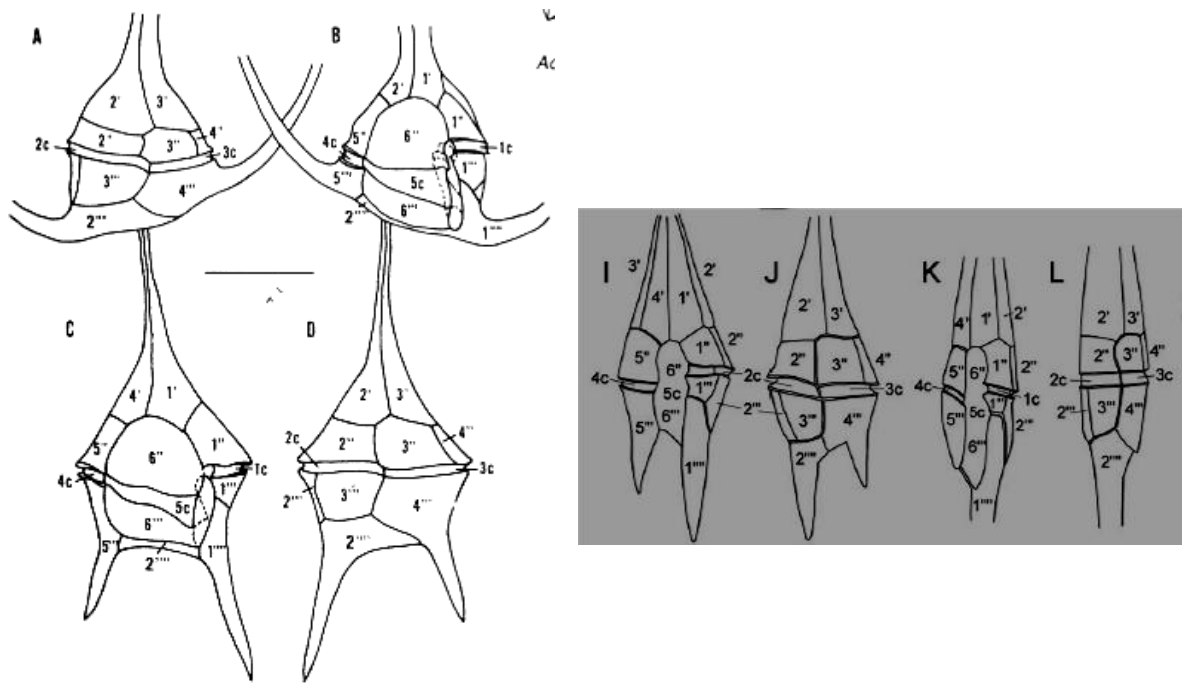


Figura 2. Disposición de las placas del género *Tripos* (modificado de Steidinger y Tangen 1997; Gómez *et al.* 2010).

Tabla 1. Subdivisión del género *Tripos* en subgéneros de acuerdo con Gómez *et al.* (2010).

Subdivisiones del género y sus autores.
<i>Amphiceratium</i> (Vanhöffen) Ostenfeld (Ostenfeld 1903; Paulsen 1908).
<i>Archaeceratium</i> Jörgensen (Jörgensen 1911) = <i>Poroceratium</i> (Vanhöffen) Pavillard (Pavillard 1916).
<i>Biceratium</i> (Vanhöffen) Ostenfeld (Ostenfeld 1903; Paulsen 1908).
<i>Ceratium</i> = <i>Tripoceratium</i> Kofoid (Kofoid 1909) = <i>Euceratium</i> (Gran) Ostenfeld (Gran 1902; Ostenfeld 1903) = <i>Orthoceratium</i> Sournia (Sournia 1968)

Respecto a su metabolismo, la mayoría de las especies del género *Tripos* son mixótrofas y combinan la autotrofia con la heterotrofia, como mecanismo adaptativo para incrementar su sobrevivencia bajo condiciones limitantes de nutrientes. La escasa información indica que en el género *Tripos* se han observado vacuolas alimenticias, particularmente en *T. furca* que atrapa presas y utiliza la fagotrofia como estrategia alternativa sólo cuando la concentración de los nutrientes inorgánicos principalmente nitrógeno y fósforo, disminuye, siendo de relevancia la relación

entre la concentración y la proporción de estos dos nutrientes (Gaines y Elbrachter 1987; Stoecker 1999; Smalley y Coats 2002; Smalley 2003; Hansen 2011, Barton *et al.* 2013).

La reproducción asexual en el género *Tripos* es a través de la mitosis con una división celular longitudinal, transversal u oblicua; ocurre desmoquisis, cuando la teca materna se comparte entre las dos células hijas; y por eleuteroquisis cuando, la célula madre se desprende de la vieja teca y las células hijas forman una teca nueva (Garduño *et al.* 2009). Bajo condiciones limitantes de nutrientes, estrés, excesiva turbulencia o densidades elevadas de la población se puede presentar la reproducción sexual y se producen gametos compatibles que copulan para producir un hipnocigoto o quiste de resistencia. En el momento de la germinación ocurre la meiosis, lo que da por resultado la formación de un planomeicito y más tarde a cuatro células vegetativas haploides (Hoek 1995). La reproducción sexual se ha observado en más de 20 especies de dinoflagelados marinos entre los cuales está *Tripos horridus* (Pfiester y Anderson 1987; Hoek *et al.* 1997), mientras que Gómez *et al.* (2010) reportaron la formación de quistes de resistencia en las especies *Tripos furca* y *T. candelabrus*.

Taylor (1980) y Fensome *et al.* (1993) mencionan que las especies del género *Tripos* pertenecen al Orden Gonyaucales, criterio adoptado en este estudio siguiendo la nueva combinación propuesta por Gómez (2013). Mientras que Loeblich III (1982), Sournia (1986) y Steidinger y Tangen (1997) lo ubican en el Orden Peridiniales en la familia *Ceratiaceae*. La clasificación taxonómica de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas le otorga la prioridad al género *Tripos* Bory 1823, con la especie tipo *Tripos muelleri*:

Clasificación taxonómica del género *Tripos*

Reino: Protistas

División: Dinoflagellata (Bütschli)

Clase: Dinophyceae Pascher

Orden: Gonyaucales F.J.R.Taylor

Familia: Ceratiaceae Willey y Hickson

Género: *Tripos* (Bory) Gómez 2013

Antecedentes

Existen contribuciones sobre el sur del Golfo de México en las que se trata de manera general la abundancia y composición de algunos dinoflagelados y donde se mencionan especies del género *Tripos*. Entre ellas se pueden citar a Krylov (1974), Licea (1977), Santoyo y Signoret (1973, 1975), Licea y Santoyo (1991), Guerra-Martínez *et al.* (1996), Licea y Luna (1999) y Licea *et al.* (2004). Más recientemente Steidinger *et al.* (2009) en una revisión de las especies de dinoflagelados del Golfo de México mencionan 97 especies de *Tripos* (como *Ceratium*). Sin embargo, enfatizan que algunas especies deben ser revisadas. Okolodkov (2010) estudió la morfología de 33 especies del género *Tripos* (como *Ceratium*) en el sector noroeste del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. También cabe mencionar los trabajos de Figueroa (1990), Zamudio (1998) y Orduño (2012) en la costa sur del Golfo de México. A pesar de estos esfuerzos no existe un estudio particular que trate sobre la composición, la abundancia y la distribución del género *Tripos*, ni de su relación con las variables físico-químicas en el área de estudio.

Justificación

En México poco se sabe acerca de la composición, abundancia y distribución de las especies del género *Tripos* y su relación con las variables físico-químicas en la región central del Golfo de México. Los antecedentes previamente citados señalan que las investigaciones con registros del género *Tripos* se limitan a listados de especies, donde algunas aún tienen que ser revisadas para realizar determinaciones precisas; y en algunos de estos trabajos se menciona que los datos de abundancia y distribución se restringen a la región costera del sur del Golfo de México.

Con la finalidad de aportar información respecto al conocimiento de la ecología del género *Tripos* en el área de estudio es necesario determinar la composición, abundancia espacio-temporal, patrones de distribución, así como la influencia de algunas variables físico-químicas (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, clorofila *a* y nutrientes) sobre este género que se presenta frecuentemente en muestras de fitoplancton siendo relevante por el aporte y transferencia de energía a los siguientes niveles además se considera un indicador biológico debido a su respuesta rápida a factores

ambientales y a que tiene especies como *Tripos furca* y *T. fusus* que producen florecimientos algales que pueden afectar la ecología regional.

Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son las especies que conforman el género *Tripos* en la zona central del Golfo de México, cuál es su abundancia y distribución en espacio y tiempo en esta región?
- ¿Cuáles son las variables físico-químicas que tienen relación con la presencia, abundancia y distribución de las especies del género *Tripos*?

Hipótesis

Considerando que la mayoría de las especies del género *Tripos* son mixótrofas, la composición, abundancia y distribución del género estará influida por variables físico-químicas (temperatura y salinidad) y factores oceanográficos en zonas de aportes continentales, surgencias y giros ciclónicos.

Objetivo general

Analizar la composición, abundancia y distribución de especies de dinoflagelados del género *Tripos* y su relación con algunas variables físico-químicas, en el área central del Golfo de México, para contribuir al conocimiento de la ecología de estas especies.

Objetivos específicos:

- Determinar las especies del género *Tripos* mediante el uso de claves y descripciones en la literatura especializada a través de la morfometría de cada taxón.
- Determinar la relación entre la composición, abundancia y distribución de las especies del género *Tripos* con las variables físico-químicas (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, clorofila *a* y nutrientes).
- Determinar si existe relación entre la distribución de las especies del género *Tripos* con la circulación del Golfo de México durante los períodos de muestreo.

Área de estudio

Se ubica en la plataforma y talud continental al noroeste del Golfo de México, frente al estado de Tamaulipas y norte de Veracruz y en la parte central media y occidental del Golfo de México, entre los 22° 00' y 26° 07' Lat. norte y 87° 00' y 97° 30' Long. oeste y está delimitada al norte por el río Bravo y al sur por el río Pánuco. En esta región confluyen dos tipos de circulación, la oceánica y la costera, lo que hace que esta zona sea sumamente dinámica (Fig 3).

La plataforma continental de Tamaulipas y norte de Veracruz tiene una marcada influencia de los ríos Bravo, Soto la Marina y Pánuco; y de la Laguna Madre y de Tamiahua, que enriquecen con nutrientes y materia orgánica las aguas del Golfo de México (Zavala-Hidalgo *et al.* 2003; 2006)

La circulación en el Golfo de México está relacionada con las aguas cálidas y salinas que entran a través del Canal de Yucatán y salen por el Estrecho de Florida, así como por los intensos frentes fríos del norte denominados "Nortes" que afectan a la región de noviembre a febrero. Las aguas que penetran a la cuenca del golfo forman giros oceanográficos que se desplazan al interior del mismo, los cuales tienen una circulación anticiclónica e influyen en las aguas adyacentes generando giros ciclónicos frente al estado de Tamaulipas ((Zavala-Hidalgo *et al.* 2003; 2006; Armstrong y Grady 1967). El resto de las aguas adyacentes continúan hacia el Estrecho de Florida formando un meandro. Este comportamiento genera una franja ligeramente plegada hacia el este, de donde proviene el nombre de la Corriente de Lazo. Dicha corriente contiene un flujo superficial de alta salinidad y temperatura durante el verano, que se reduce en el invierno (Leipper 1970; Behringer *et al.* 1977). La corriente superficial sobre la plataforma de Tamaulipas de septiembre a marzo tiene dirección hacia el sur, mientras que de mayo a agosto es hacia el norte (Zavala-Hidalgo *et al.* 2003). La circulación en esta región está influenciada por la formación de giros ciclónicos y anticiclónicos derivados de la Corriente de Lazo lo cual tiene efectos directos sobre la plataforma continental; así como la producción primaria, los florecimientos algales y las pesquerías (Sturges y Lugo-Fernández 2005).

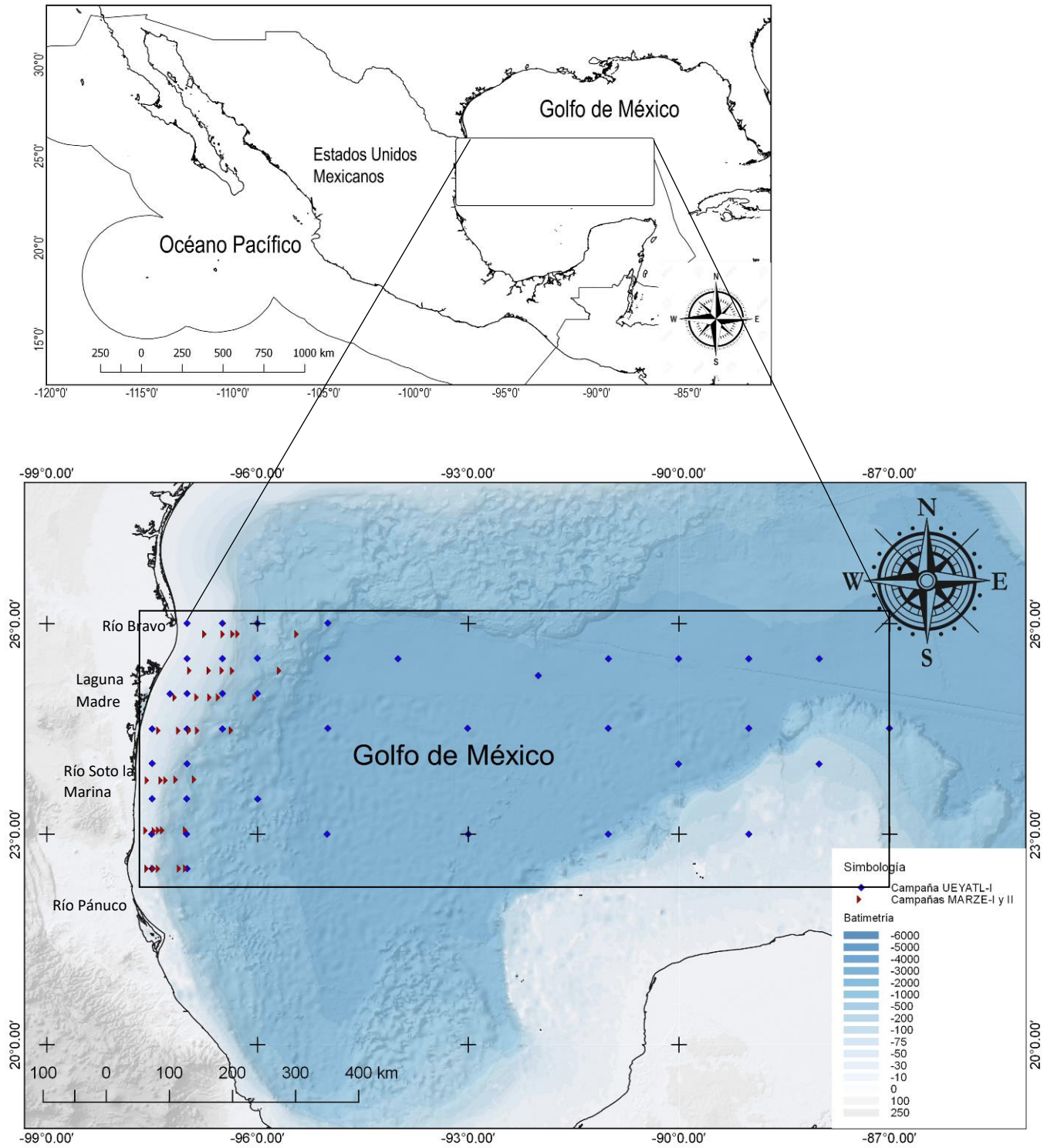


Figura 3. Área de estudio, ubicación de las estaciones de muestreo y batimetría (m).

Material y métodos

Trabajo de campo y laboratorio

La colecta de muestras de agua se realizó a bordo del B/O Justo Sierra de la UNAM mediante un CTD (medidor de conductividad, temperatura y presión) Neil Brown Mark-IIIB equipado con un perfilador de fluorescencia y botellas Niskin de diez litros de capacidad. Para conocer la composición, abundancia y distribución del género *Tripes* se obtuvieron muestras de agua en envases de un litro que fueron etiquetadas con los datos de los sitios de colecta y se preservaron con una solución de lugol y acetato de sodio a saturación. Las muestras obtenidas se analizaron en el Laboratorio de Fitoplancton y Productividad del ICML de la UNAM (Tabla 2).

Las muestras de agua de un litro destinadas al análisis cuali y cuantitativo del fitoplancton de la campaña UEYATL-I fueron sometidas a un proceso de sedimentación durante 72 horas con la finalidad de que el material contenido se depositara en el fondo de la botella. Posteriormente se realizó la decantación a un volumen de 100 ml o menos, dependiendo de las características de cada una y se analizaron en cámaras de sedimentación de distintos volúmenes dependiendo de la cantidad de organismos presentes, conforme al método de Utermöhl (Edler y Elbrächter 2010). La lectura de las muestras se realizó por el método de transectos, por campos o hasta completar 300 organismos y la abundancia se expresó en céls L⁻¹ (Venrick 1978).

Adicionalmente se recolectaron muestras mediante una red cónica de 30 cm de diámetro y un metro de largo con aberturas de malla de 25 y 54µm en 103 sitios. El arrastre se realizó en ascenso vertical a una velocidad de 2 m/s y una profundidad de 150 m ó dependiendo de la profundidad total de la estación. Las muestras se preservaron con formalina a una concentración final de 2%, se etiquetaron con los datos de los sitios de muestreo y en el laboratorio se analizaron cualitativamente con ayuda de un microscopio invertido Olympus IX71 (Tabla 2).

Tabla 2. Datos generales de las campañas oceanográficas (muestras colectadas con botella Niskin y red).

Campañas:	Fecha:	No. de Estaciones	No. de Muestras
MARZEE-I	1 al 8 de julio de 2010	35	194
MARZEE II	27 de enero al 1 de febrero 2011	25	151
UEYATL-I	11 al 29 de octubre de 2013	43	91
	Total	103	436

Composición de especies

La determinación de las especies se hizo con la ayuda de literatura especializada, claves, descripciones en libros y artículos en el tema, entre los que sobresalen: Taylor (1976), Sournia (1986), Steidinger (1979), Licea *et al.* (1996), Steidinger y Tangen (1997), Okolodkov (2003, 2008, 2010), Gómez (2005, 2010, 2013), Vidal y Lozano-Duque (2011) entre otros; y por medio de datos morfométricos, las fotografías fueron procesadas mediante módulo Axion vision 4.8.2. Para facilitar la observación de algunas especies de difícil determinación se hicieron tinciones con azul de tripano. Los resultados se presentan en los ANEXOS 1 y 2.

Categorías convencionales de las especies

De acuerdo a los resultados de los análisis cuali y cuantitativos de los ANEXOS 1 y 3 se establecieron de forma convencional cuatro categorías (Tabla 3), mediante la frecuencia relativa acumulada (FRA) de la comunidad del género *Tripes*, tomando como base los criterios de Margalef (2005) y Krebs (2009), quienes afirman que se puede conocer la importancia de cada una de las especies a través de su presencia/ausencia. Al respecto, la contribución de las especies es dada por la frecuencia de su presencia/ausencia, que de acuerdo con Mostacedo y Fredericksen (2000) la frecuencia relativa es definida como la relación de los registros absolutos de una especie y el número total de registros de todas las especies, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia Relativa} = \left(\frac{\text{Frecuencia absoluta de la especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \right) * 100$$

Donde:

Frecuencia absoluta de la especie= total de registros de una especie en cada estación

Frecuencia absoluta de todas las especies= total de registros de todas las especies en cada estación

Asimismo, se utilizaron las cuatro clases citadas (Tabla 3) para categorizar la concentración de organismos por unidad de volumen (cél L⁻¹), se realizó la transformación a Abundancia Relativa Acumulada (ARA) expresada en por ciento, la cual se obtuvo dividiendo los valores de concentración de organismos por unidad de volumen entre el total de cada sitio de muestreo multiplicado por cien. En este caso, la contribución de las especies es en función de la mayor o menor abundancia de las especies.

En la representación gráfica de la FRA y ARA (Figs. 4 y 5), se distinguen con una barra las especies con un porcentaje menor o igual al 5% del total: De acuerdo con McCune y Grace (2002) se trata de especies raras que por regla general deben ser eliminadas para reducir el ruido y mejorar la detección de relaciones entre la composición y el ambiente; por su parte, Ramírez (2005) señala que la conversión a porcentaje permite no sobrestimar la contribución de las especies, descartando aquellas con muy altos o bajos valores de los porcentos de FRA y ARA que afecten poco a los resultados.

Tabla 3. Categorías convencionales obtenidas mediante los valores de las frecuencias y abundancias relativas acumuladas.

Categoría de la especie	Contribución de la especie	Frecuencia Relativa Acumulada y Abundancia Relativa Acumulada (%)
COMÚN	MUY ALTA	75.01 – 100.00
CONSTANTE	ALTA	50.01 – 75.00
ESCASA	MEDIA	25.01 – 50.00
OCASIONAL	BAJA	5.01 – 25.00

Análisis estadístico de datos

Adicionalmente se realizó el agrupamiento de las especies de las campañas MARZEE-I y MARZEE-II, por medio de un Análisis de Conglomerados (AC) a través del método de Ward y distancia euclidiana, que consiste en un gráfico de dos dimensiones que reúne a las estaciones o especies de acuerdo a su afinidad, utilizando una línea de corte estadística y el análisis la información de los grupos formados. Para ello, se utilizaron los datos categóricos de presencia/ausencia lo que permitió conocer los patrones de distribución de las especies (Hair *et al.* 1999; Ramírez 2005).

De la misma manera la clasificación de las especies de la Campaña UEYATL-I, se efectuó por el método de Ward y distancia euclidiana, previa estandarización de la abundancia a logaritmo natural (ln). Con los grupos formados se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) con el fin de conocer las especies que definen su distribución en el área de estudio. Esta técnica permitió representar la asociación de las especies en un espacio vectorial en dos, tres o más dimensiones, donde la distancia entre los puntos de categorías muestra las relaciones sobre un gráfico (Hair *et al.* 1999; Cuadras 2014).

Distribución espacio-temporal de las especies

Para conocer la estructura espacio-temporal de la comunidad del género *Tripes* en las campañas MARZEE-I y MARZEE-II, se realizó el agrupamiento de estaciones en función de las especies presentes mediante un AC. De igual manera para la Campaña UEYATL-I se efectuó el AC previa estandarización de las variables cuantitativas. La validación de los grupos formados en el AC de esta campaña se realizó por medio de un Análisis Discriminante (AD), método que permite mejorar la ordenación hecha mediante el AC (Anderson 2003). En el AD, las variables dependientes fueron los grupos previamente formados, mientras que las variables independientes fueron: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila-a (Cl-a), nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), amonio (NH₄), fostafo (PO₄), dióxido de silicio (SiO₂) y, la concentración de organismos en céls L⁻¹. Esto permitió determinar la zona a la que pertenecen las especies mediante las relaciones lineales entre las variables continuas que mejor discriminan, a partir de una regla de decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula utilizando la Prueba de Fisher:

H₀ = La variable X1 no es buena para discriminar

H_A = La variable X1 es buena para discriminar

Si F Calculada > F tablas se rechaza la H₀

Si F Calculada ≤ F tablas se acepta la H₀

Para el AD de la Campaña UEYATL-1 se utilizaron los datos fisico-químicos del Proyecto UEYATL-I (Merino *et al.* 2014). Se realizó la transformación de las variables cuantitativas (NH₄, NO₃, NO₂, PO₄, SiO₂, Cl-a, la temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y abundancia de las especies del

género *Tripes*) con el fin de normalizar los datos mediante logaritmo natural (*ln*) o elevación al cubo (Hair *et al.* 1999 y Ramírez 2005).

Análisis de variables físico-químicas

Las variables físico-químicas de las campañas MARZEE-I, II y de UEYATL-I se analizaron utilizando la información referida en Soto *et al.* (2010; 2012) y Merino *et al.* (2014) respectivamente. Asimismo se utilizaron algunas imágenes de satélite de clorofila *a*, velocidad de las corrientes geostróficas y altimetría de los modelos COPERNICUS (<http://marine.copernicus.eu/>) [Figs. 13-15] editados mediante el Programa Qgis v. 2.14. Con los grupos previamente formados de la campaña UEYATL-I, se realizó un ACP con el fin de conocer las variables ambientales de mayor relevancia en la distribución del género *Tripes*. El AD y el ACP proporcionaron información complementaria de las variables ambientales de mayor relevancia que definen los grupos de especies

El ACP permitió explicar la variabilidad total de los datos en un menor número de factores, tomando en cuenta las correlaciones existentes (De la Fuente 2011; Cuadras 2014).

Resultados

Composición y categorías convencionales de especies

Se determinaron 59 especies del género *Tripes* en 436 muestras recolectadas con red y botella. La composición de las especies se muestra en los anexos 1 y 3. 45 especies corresponden a la campaña MARZEE-I, 38 a la campaña UEYATL-I y, 35 a la campaña MARZEE-II; del total de especies 22 se presentaron en los tres muestreos. De acuerdo a los porcentajes registrados en la FRA, las especies con valores de 75.01-100% aquí denominadas “**comunes**” fueron: *T. teres*, *T. furca*, *T. pentagonus*, *T. fusus*, *T. lineatus*, mientras que las especies con valores de 50.01-75% denominadas “**constantes**” fueron: *T. gallicus*, *T. trichoceros*, *T. symmetricus*, *T. kofoidii*, *T. furca*, *T. fusus*, *T. lineatus* y *T. pentagonus*. Las especies restantes tuvieron valores de FRA por debajo del 50% y se ubicaron en las categorías “**escasas**” y “**ocasionales**” (ANEXO 1 y 3).

A partir de la distribución de la FRA de las tres campañas así como la ARA de la campaña UEYATL-I, se observan especies en un número pequeño con los porcentajes de frecuencias más altos, que

corresponde a las llamadas “**comunes**”, así como numerosas especies con baja frecuencia denominadas “**ocasionales**”. La curva acumulativa tanto de la FR como de la AR ordena las especies de mayor a menor relevancia y la barra indica las especies con un porcentaje menor o igual al 5% del total (Figs. 4 y 5).

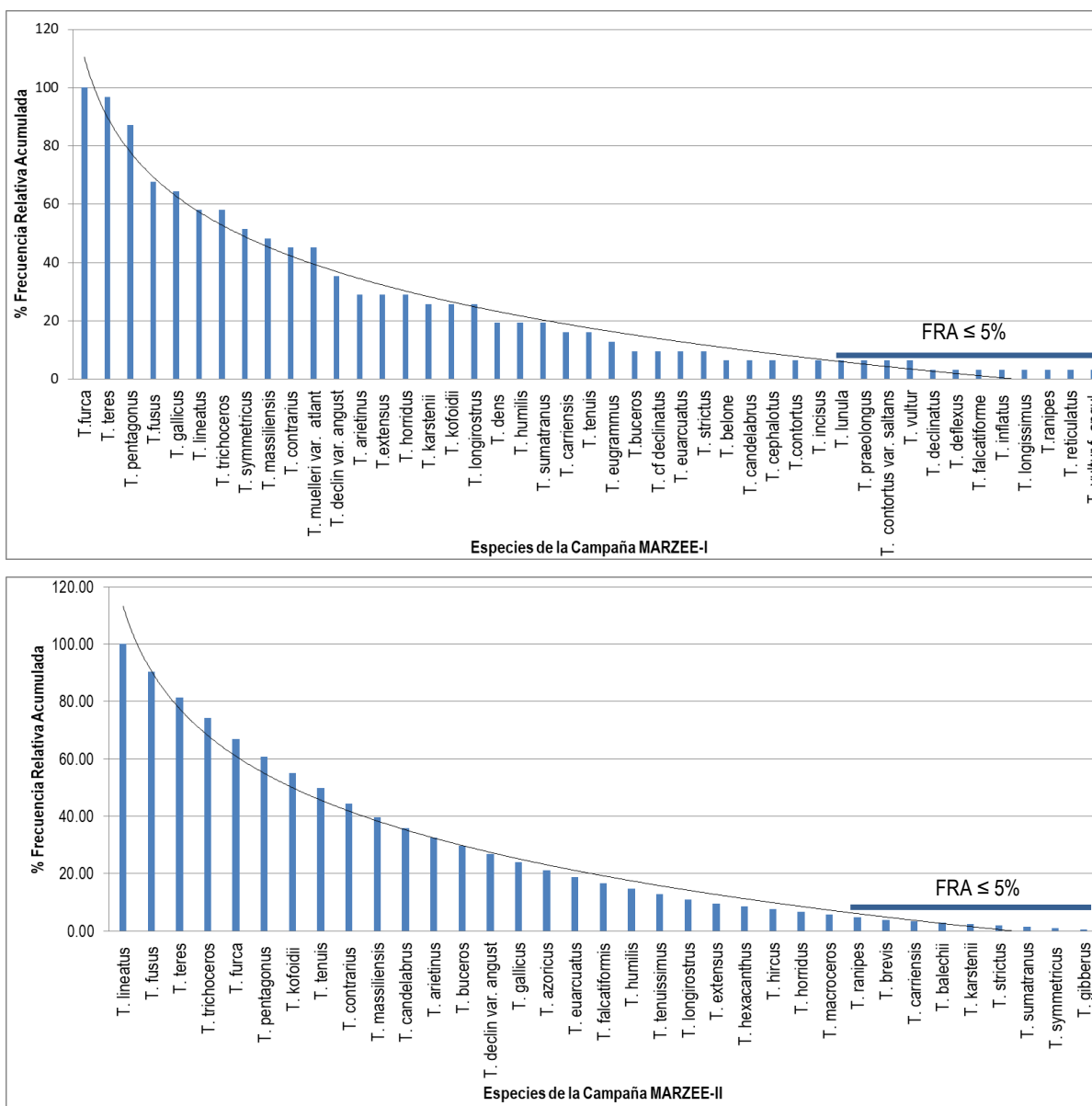


Figura 4. Frecuencia relativa acumulada (%) de las especies del género *Tripos*, campañas MARZEE-I y MARZEE II.

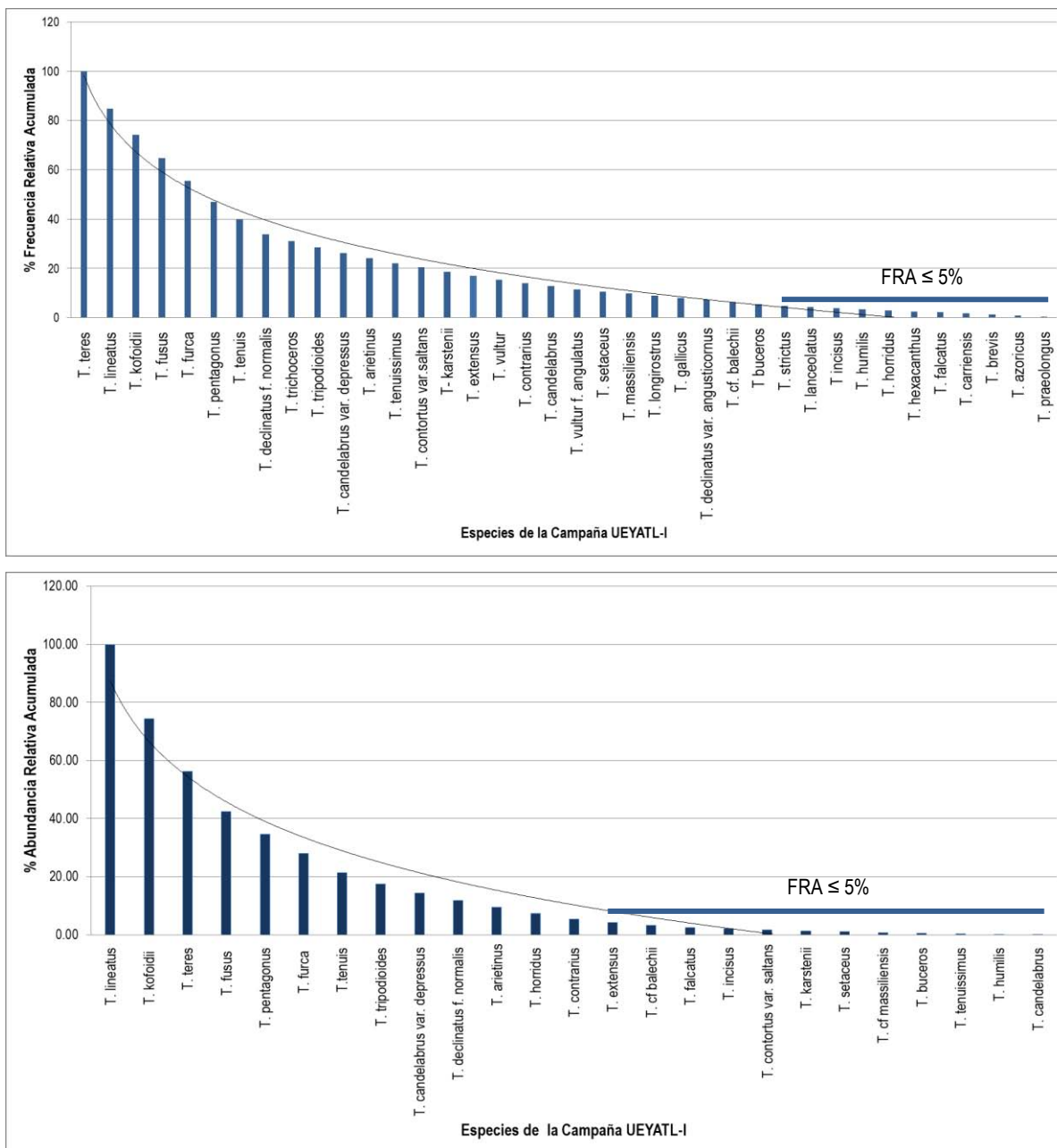


Figura 5. Frecuencia y abundancia relativa acumulada (%) de las especies del género *Tripes*, campaña UEYATL-I.

En el AC de las campañas MARZEE-I, MARZEE-II y UEYATL-I; se observan 4 asociaciones de especies que se obtuvieron de la FRA y la ARA de acuerdo con las categorías propuestas en **comunes, constantes, escasas y ocasionales**. En la campaña MARZEE-I de 45 especies determinadas se obtuvieron 2 grupos: el primero incluye las especies ocasionales y el segundo las escasas, comunes y constantes (Fig. 6). Las agrupaciones formadas corresponden con los porcentajes obtenidos de la FRA (ANEXOS 1 y 3). En la campaña MARZEE-II con 35 especies

determinadas, se obtuvieron 3 grupos: el primero incluye especies comunes/constantas; el segundo ocasionales y el tercero escasas (Fig. 7 A). En la campaña UEYATL-I con los datos de abundancia estandarizados de las 18 especies del género *Tripos* identificadas a 10 m de profundidad se formaron 2 grupos. El primero corresponde a las especies denominadas comunes y constantes con una concentración de organismos por unidad de volumen entre 175 y 618 céls L⁻¹; el segundo está representado por especies escasas con abundancia entre 33 y 108 céls L⁻¹; y las catalogadas como ocasionales con abundancia de 10 a 76 céls L⁻¹ (Fig. 7 B). Asimismo, en la campaña UEYATL-I las 16 especies registradas en el nivel del máximo de Cl-a se agruparon conforme a la concentración de organismo por unidad de volumen. El grupo uno se integró con las especies comunes, ocasionales y escasas con alta concentración de organismos (57 a 188 céls L⁻¹). El grupo dos estuvo representado por especies ocasionales y escasas con baja concentración de organismos (5 a 41 céls L⁻¹) y, el grupo tres se formó por especies ocasionales que presentaron alta concentración de organismos (69 a 92 céls L⁻¹) [Fig. 7 C). En las tres campañas las agrupaciones formadas corresponden de manera general con los porcentos de la FRA y ARA (ANEXO 1 y 3).

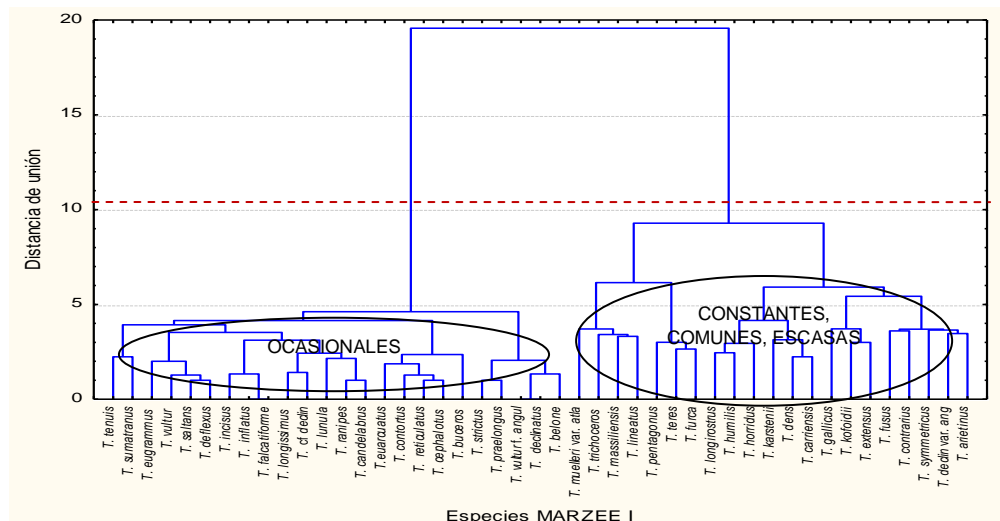
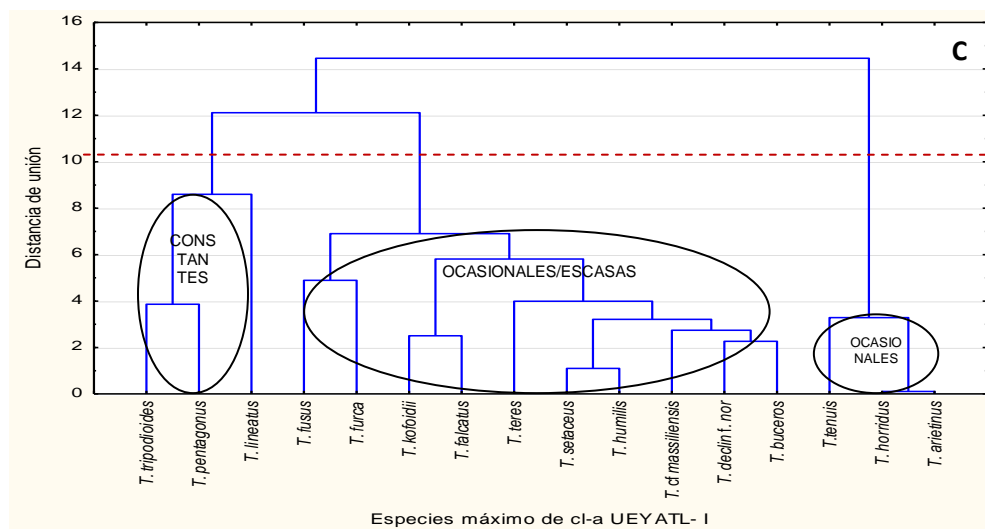
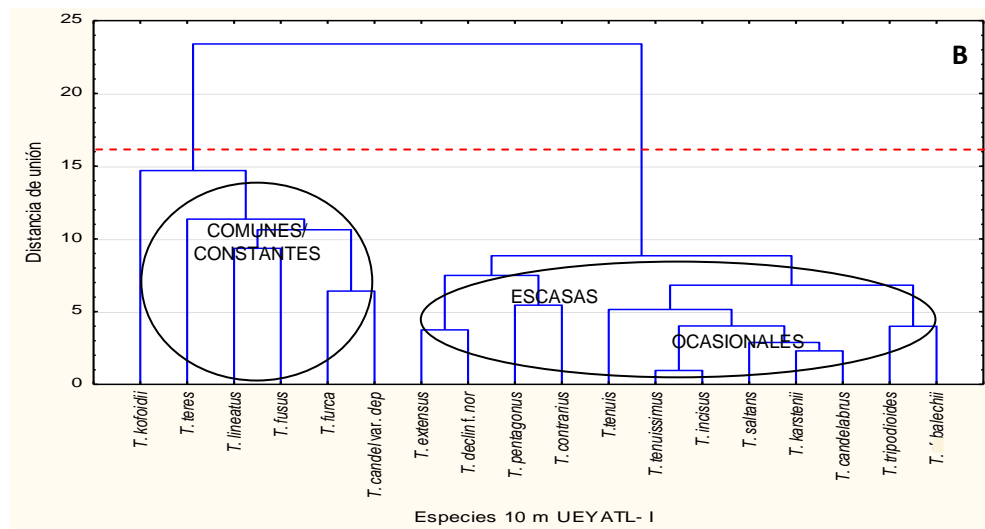
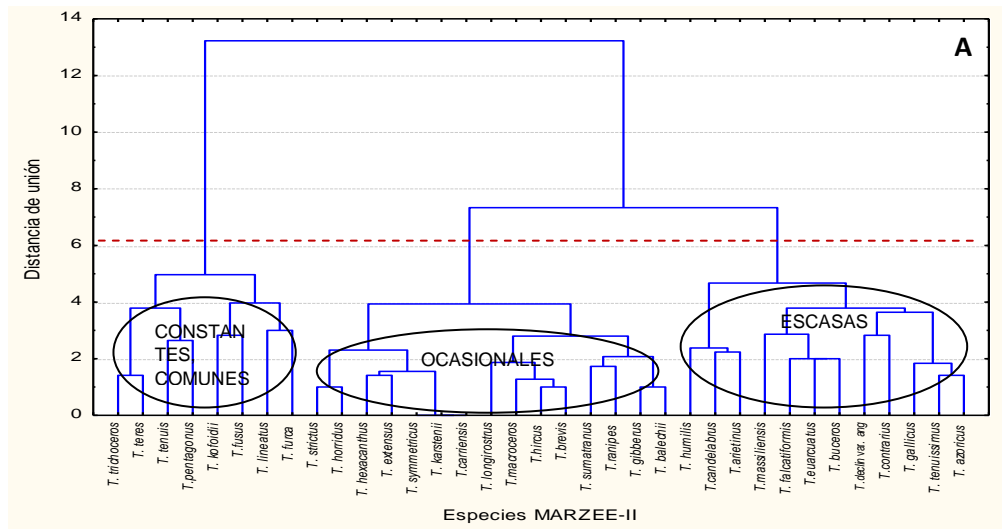


Figura 6. Grupos de especies obtenidas en la campaña MARZEE I. La línea punteada indica la distancia de corte. Las elipses muestran las asociaciones de especies obtenidas de manera general mediante la FRA.



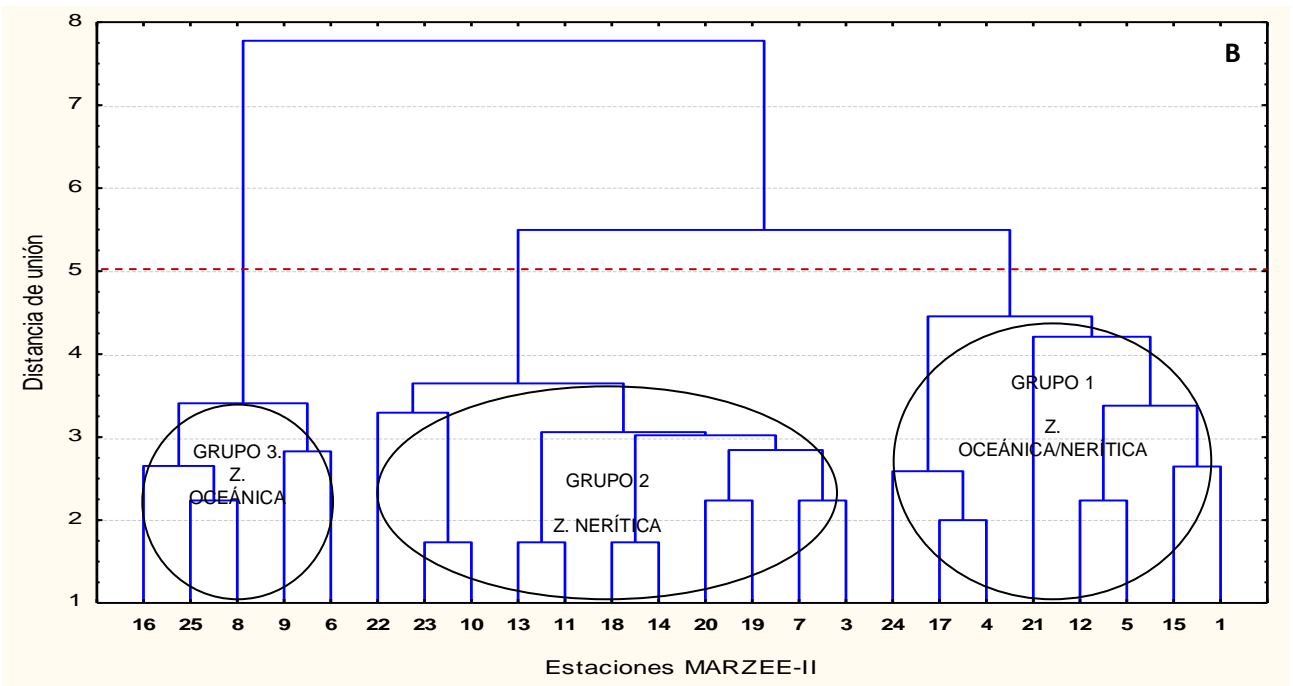
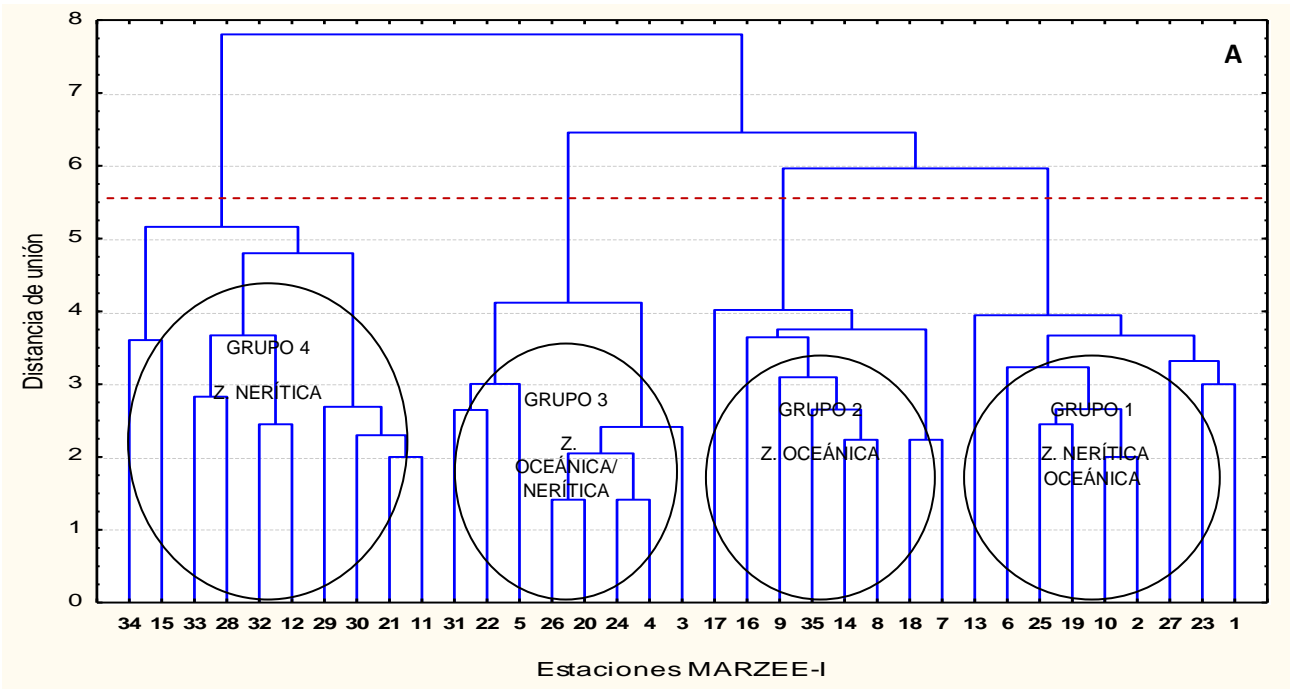
Figuras 7 A-C. Grupos de especies obtenidas en la campaña MARZEE - II y UEYATL-I. La línea punteada indica la distancia de corte. Las elipses muestran las asociaciones de especies obtenidas de manera general mediante la FRA y la ARA.

Distribución espacio-temporal de las especies

El AC de las estaciones de muestreo de las campañas MARZEE-I y MARZEE-II permitió establecer 4 zonas: I, zona oceánica que incluye las estaciones ubicadas sobre el talud continental y la zona oceánica; II, zona nerítica que incluye las estaciones ubicadas en las curvas de nivel de 200 m de profundidad en la plataforma continental; III zona nerítica/oceánica y IV zona oceánica/nerítica. Estas dos últimas se denominaron con base en la predominancia del número de estaciones ubicadas, sea en la zona nerítica u oceánica.

En la campaña MARZEE-I las 35 estaciones se agruparon en 4 zonas: grupo uno, localizado en la zona nerítica/oceánica, con estaciones que se ubican mayormente en la plataforma continental y en menor proporción en la zona oceánica sobre el talud continental; grupo dos, ubicado en la zona oceánica sobre el talud continental; grupo tres, se observó en la zona oceánica/nerítica, con estaciones que se ubican mayormente sobre el talud continental en la zona oceánica y en menor proporción en la plataforma continental; grupo cuatro, se ubicó en la zona nerítica principalmente sobre en la plataforma continental (Fig. 8 A).

En la campaña MARZEE-II las 25 estaciones se agruparon en 3 zonas: grupo uno, ubicado en la zona oceánica/nerítica, con estaciones localizadas sobre el talud continental a excepción de las estaciones 1, 12 y 21 que se encuentran en la plataforma continental; grupo dos: ubicado en la zona nerítica con estaciones localizadas sobre la plataforma continental en las isobatas de 200 m de profundidad, a excepción de las estaciones 7 y 14, que están en la zona oceánica; grupo tres: ubicado en la zona oceánica con estaciones que se localizan sobre el talud continental a excepción de las estaciones 8 y 9 que se encuentran sobre la plataforma continental en las isobatas de 200 y 100 m respectivamente (Fig. 8 B).



Figuras 8 A-B. Agrupamientos de las estaciones de muestreo con las especies encontradas en las Campañas MARZEE-I y MARZEE-II. La línea punteada indica la distancia de corte.

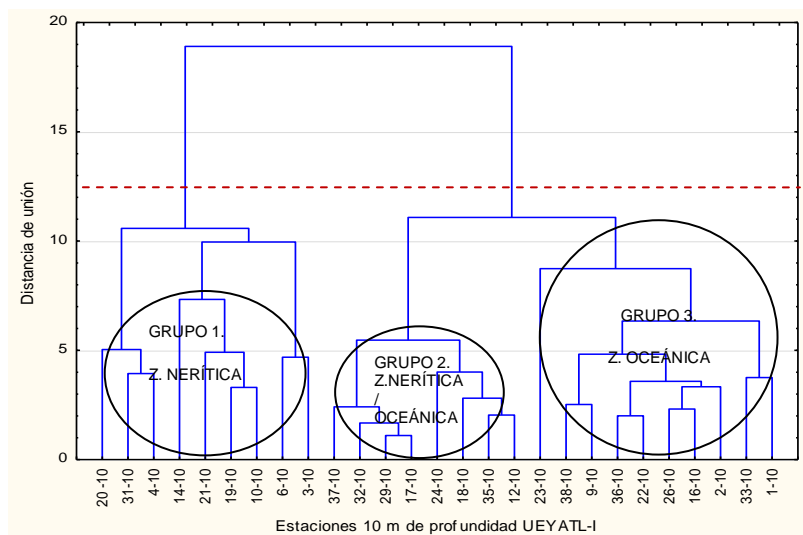
Los AC y AD de 27 estaciones de muestreo de la Campaña UEYATL-I, a 10 m de profundidad coincidieron en la formación de 3 grupos, representados en ovalos en función de la ubicación de las

zonas antes citadas: el grupo uno ubicado en la zona nerítica y que limita con los ríos Bravo, Pánuco y la Laguna Madre; el grupo dos corresponde a la zona oceánica/nerítica, principalmente sobre el talud continental; el grupo tres se registró en la zona oceánica que corresponde principalmente con la región central del golfo (Figs. 9 A-B).

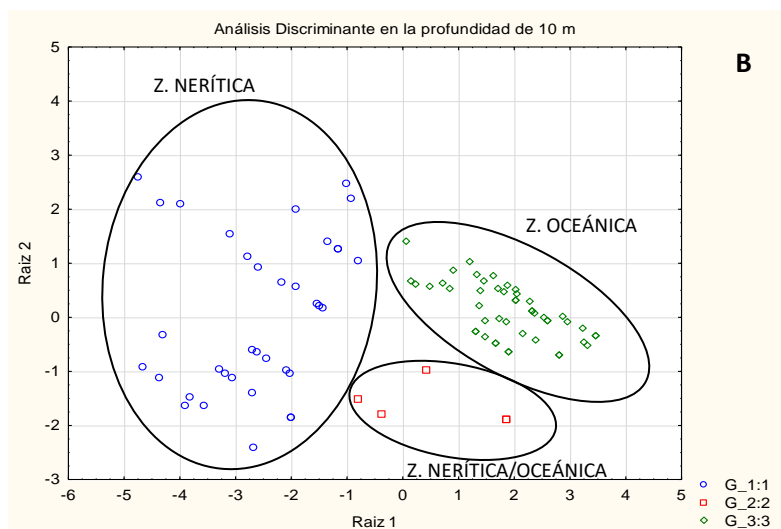
La validación de los tres grupos, mediante el AD se realizó con las variables de clasificación: salinidad, oxígeno, Cl-a, temperatura y concentración de organismos (céls L⁻¹), y registraron un valor de Lambda de Wilks de 0.141, que indica que hay diferencia entre los tres grupos (Fig. 9 B). Asimismo, el nivel de $p < 0.0000$, de las variables discriminantes salinidad y oxígeno confirman que no hay asociación entre los grupos, de acuerdo con la prueba de Fisher donde F de tablas $\alpha = 0.05$ fue de 1.88, validando nuevamente las agrupaciones previamente formadas en el AC. De igual forma los eigenvalores de 4.99 y 0.15 en la primera raíz explican el 0.97% de la variación total de los datos, y la salinidad es la variable en función de la cual se separan los tres grupos.

La función de clasificación del AD además de proporcionar los porcentos de variables bien clasificadas en el análisis, sirvió para ubicar las asociaciones de especies en las zonas previamente citadas (Tabla 4). Esta función presentó los siguientes valores: $P = 0.53$ para el grupo 3 localizado en la zona oceánica, seguido del grupo 1 con un valor de $P = 0.40$, ubicado en la zona nerítica y representan el 100% de las variables bien clasificadas, mientras que el menor porcentaje lo tuvo el grupo 2 ubicado en la zona nerítica/oceánica con una $P = 0.05$ que representa el 40% de las variables bien clasificadas. Por lo tanto, el 96.63% del total de las variables están ordenadas correctamente, de acuerdo con la distancia de Mahalanobis, confirmando la correcta agrupación del AC previamente realizado.

Por otra parte, la prueba de Chi-cuadrado nos mostró el grado de asociación al interior de los grupos formados. En la raíz uno se registro un nivel de $p < 0.0000$, por debajo del nivel de significancia; y la relación canónica en la primera raíz alcanzó el 0.91, indicando una alta correlación entre las variables de un mismo grupo confirmando la asociación al interior de los grupos y la separación entre los mismos.



A



B

Figuras 9 A-B. Agrupamientos de las estaciones de muestreo a 10 m de profundidad, con las especies determinadas en la campaña UEYATL –I, octubre 2013 por medio de AC y AD. La línea punteada representa la distancia de corte en la profundidad de 10 m.

Tabla 4. Especies presentes por zona a 10 m de profundidad en la campaña UEYATL-I obtenidas por medio del AD.

Zona Oceánica/Nerítica	Zona Oceánica	Zona Nerítica
<i>T. candelabrus</i> , <i>T. extensus</i> , <i>T. furca</i> y <i>T. lineatus</i>	<i>T. balechii</i> , <i>T. contrarius</i> , <i>T. declinatus f. normalis</i> , <i>T. extensus</i> , <i>T. furca</i> , <i>T. fusus</i> , <i>T. karstenii</i> , <i>T. kofoidii</i> , <i>T. lineatus</i> , <i>T. pentagonus</i> , <i>T. teres</i> , <i>T. tripodioides</i> .	<i>T. candelabrus</i> var. <i>depressus</i> , <i>T. contrarius</i> , <i>T. declinatus f. normalis</i> , <i>T. furca</i> , <i>T. fusus</i> , <i>T. incisus</i> , <i>T. kofoidii</i> , <i>T. lineatus</i> , <i>T. pentagonus</i> , <i>T. contortum</i> var. <i>saltans</i> , <i>T. tenuissimus</i> , <i>T. tenuis</i> <i>T. teres</i> .

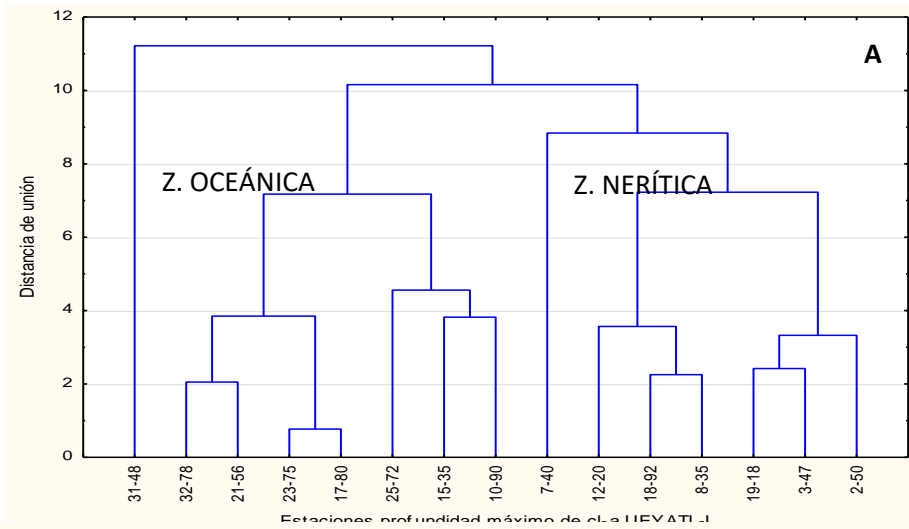
El AC y AD de la Campaña UEYATL-I, de las 15 estaciones en la profundidad del máximo de Cl-a., mostró la separación de dos estaciones correspondientes a las zonas nerítica y oceánica denominadas en el AD como 1_1 y 2_1, considerando únicamente la formación de dos grupos sin tomar en cuenta la distancia de corte (Figs.10 A-B): grupo uno, las estaciones se ubican en la zona oceánica, una estación en la plataforma continental; grupo dos, las estaciones se localizan dentro la zona nerítica y en el límite de 200 m de profundidad. La validación de estos dos grupos se realizó por medio de las variables de clasificación, temperatura, salinidad, oxígeno, Cl-a y concentración de organismos (céls L⁻¹), que registraron un valor de Lambda de Wilks de 0.0031, lo que indica que hay diferencia entre los dos grupos, representados en ovalos.

Asimismo, el nivel de $p < 0.0000$, de las variables discriminantes temperatura, oxígeno y salinidad confirmó que no hay asociación entre los dos grupos mencionados, conforme a la prueba de Fisher donde F de tablas $\alpha = 0.05$ fue de 1.79, validando los grupos previamente formados en el AC.

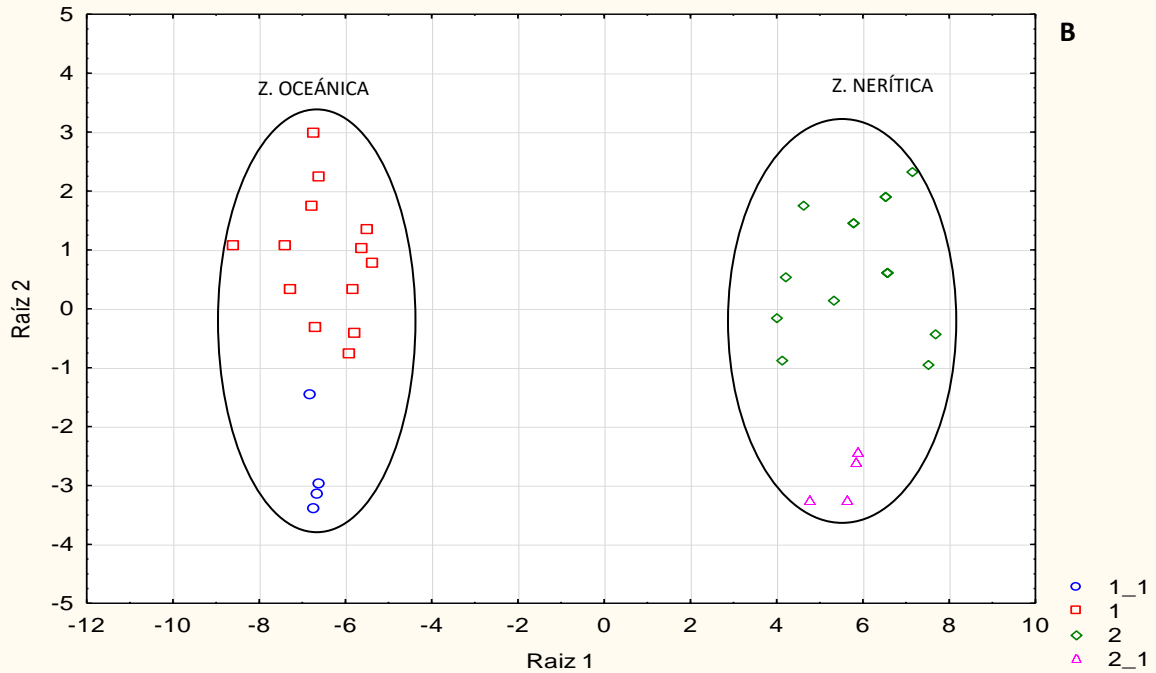
De igual forma el eigenvalor de la raíz uno fue de 42.96 lo que significa que el 0.94% explica la variación total de los datos, siendo la temperatura y la salinidad los factores que contribuyeron con estas diferencias y en función de los cuales se separan los dos grupos.

La función de clasificación además de proporcionar los porcentos de variables bien clasificadas en el análisis, sirvió para ubicar las asociaciones de especies en las zonas previamente citadas (Tabla 5); el análisis proporcionó los siguientes valores: $P = 0.416$ para el grupo 2 localizado en la zona nerítica, seguido del grupo 1 ubicado en la zona oceánica, con un valor de $P = 0.361$, los grupos 1_1 y 2_1 tuvieron una $P = 0.111$, dichos valores representan el 100% de las variables bien clasificadas a partir de la distancia de Mahalanobis, confirmando la correcta agrupación del AC previamente realizado.

Por otra parte, la prueba de Chi-cuadrado sirvió para encontrar la relación al interior de cada uno de los grupos. La raíz uno tiene nivel de $p < 0.0000$, por debajo del nivel de significancia y la relación canónica en la primera raíz fue de 0.988, lo que indica una correlación alta entre las variables, confirmando la asociación al interior de los grupos.



Análisis Discriminante en el máximo de clorofila-"a"



Figuras 10 A-B. Agrupamientos de las estaciones de muestreo en la profundidad del máximo de Cl-a, con las especies determinadas en la campaña UEYATL-I, octubre 2013 por medio de AC y AD.

Tabla 5. Especies presentes por zona en la profundidad del máximo de Cl-a durante la campaña UEYATL-I obtenidas por medio del AD.

Zona Oceánica	Zona Nerítica
<i>T. arietinus</i> , <i>T. buceros</i> , <i>T. falcatus</i> , <i>T. furca</i> , <i>T. fusus</i> , <i>T. horridus</i> , <i>T. humilis</i> , <i>T. kofoidii</i> , <i>T. lineatus</i> , <i>T. pentagonus</i> , <i>T. setaceus</i> , <i>T. tenuis</i> .	<i>T. declinatus</i> f. <i>normalis</i> , <i>T. furca</i> , <i>T. fusus</i> , <i>T. lineatus</i> , <i>T. cf massiliensis</i> , <i>T. pentagonus</i> , <i>T. tenuis</i> , <i>T. teres</i> , <i>T. tripodioides</i> .

De la distribución del número de especies presentes en cada una las estaciones de las campañas MARZEE-I, MARZEE-II y UEYATL-I conforme al tamaño del símbolo (triángulo y rombo), se observa que el mayor número de especies se ubicó en la zona límite entre la plataforma y talud continental y en las zonas de aportes epicontinentales (Figs. 11 A-D).

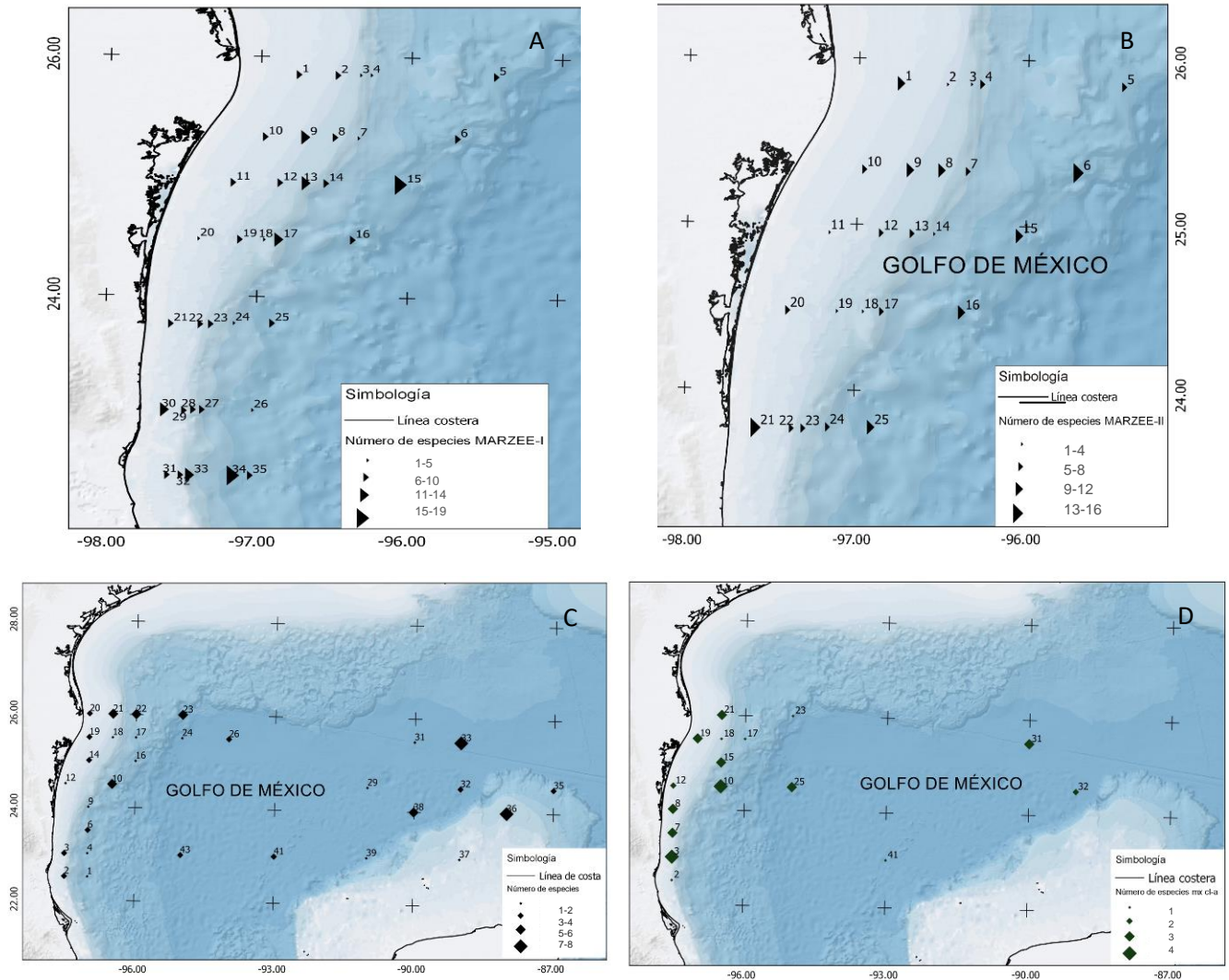


Figura 11 A-D. Representación de la distribución del género *Tripes* en relación al número de especies en las estaciones de muestreo. Campañas MARZEE-I, II y UEYATL.

La concentración de organismos en la campaña UEYATL-I se representa por el tamaño del símbolo (rombo) en 25 estaciones a 10 m de profundidad donde la abundancia de las especies pertenecientes al género *Tripes* se distribuyó de la siguiente manera: en la zona nerítica, la concentración de organismos fue de 102 a 416 céls L⁻¹; en la zona oceánica se observó la menor

concentración de organismos (6 a 96 céls L⁻¹), con excepción de las estaciones oceánicas 31 y 23, en que hubo mayor concentración de organismos con 84 y 114 céls L⁻¹ respectivamente (Fig. 12 A). Asimismo, en 15 estaciones en la profundidad del máximo de Cl-a donde se encontraron especies del género *Tripos*, la mayor concentración de organismos se registró sobre la plataforma continental y en la zona oceánica en las estaciones 7 y 31 con 178 y 210 céls L⁻¹ respectivamente (Fig. 12 B).

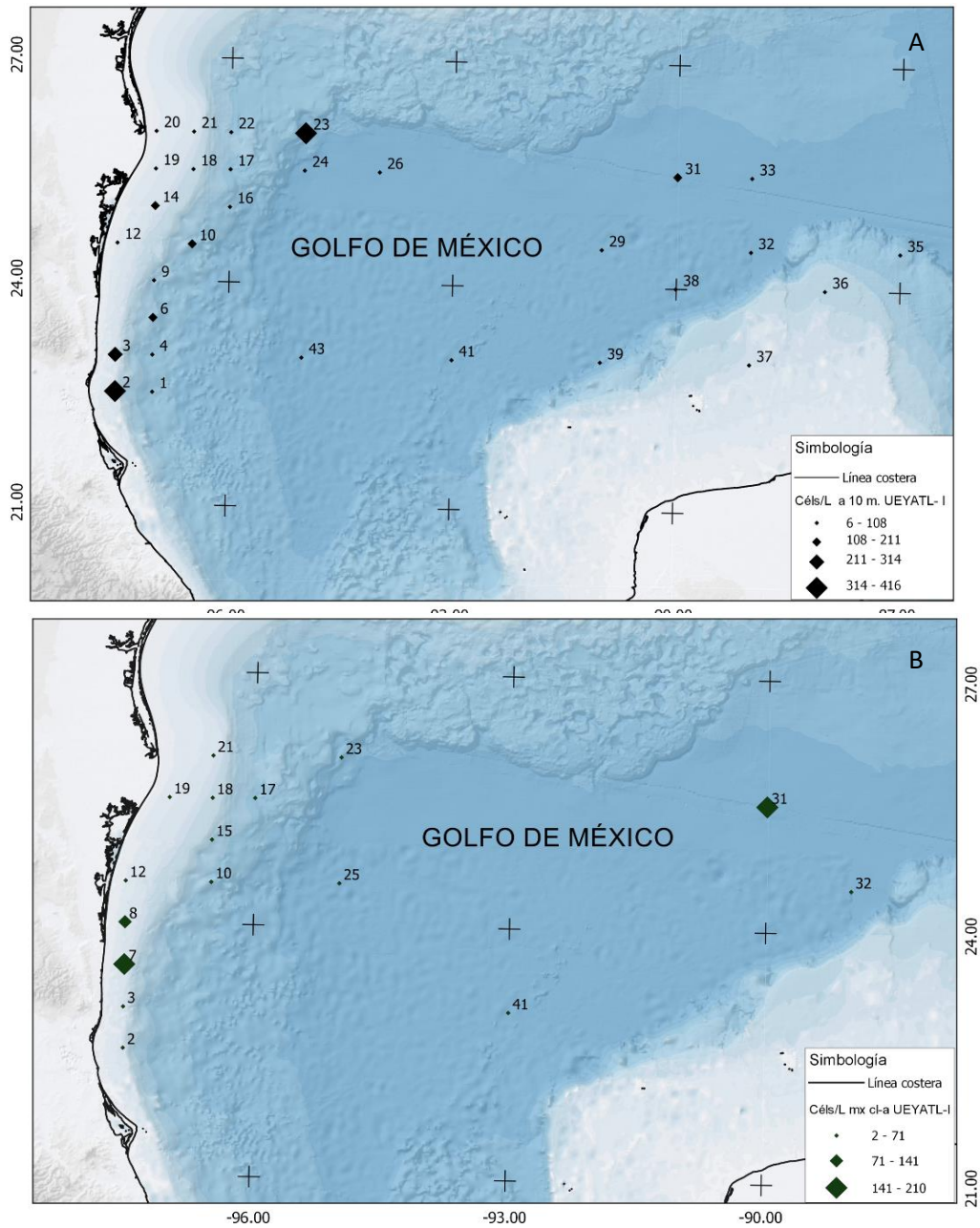


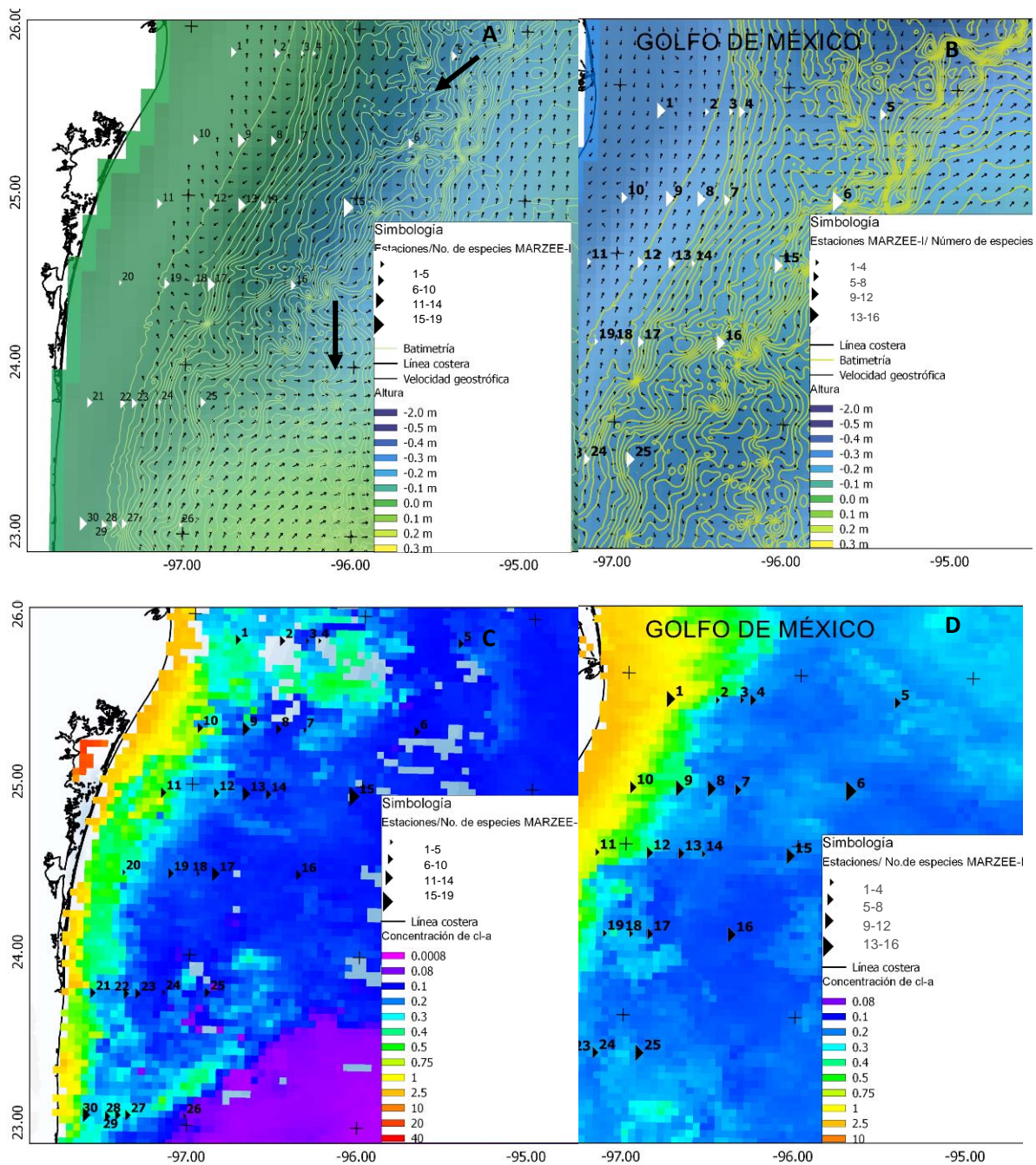
Figura 12 A-B. Concentración de organismos (céls L⁻¹) del género *Tripos*. A) 10 m de profundidad, B) máximo de Cl-a durante la Campaña: UEYATL-I.

Análisis de variables físico-químicas

Las variables físico-químicas de las campañas MARZEE-I y MARZEE-II se tomaron de los informes técnicos generados por Soto *et al.* (2010 y 2012). Adicionalmente se analizaron imágenes de satélite del programa COPERNICUS.

En la campaña MARZEE-I Soto *et al.* (2010) encontraron valores en la distribución de salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes que sugiere un ascenso de agua subsuperficial, con el máximo de salinidad, nitratos y fosfatos y mínimo de oxígeno presentes con mayor intensidad en el borde de la plataforma continental en la zona norte debido probablemente a las condiciones que se generaron después del paso del Huracán Alex, entre el 25 de junio y el 1º julio (Hernández, 2010). Al respecto, la figura 13 A editada del Programa COPERNICUS con datos de altimetría y velocidad geostrofica confirman que se debe a la formación de un giro ciclónico en la zona limite entre la plataforma y el talud continental, y coincide con el mayor el mayor número de especies del género *Tripes* en las estaciones 9, 13, 15, 17 y 19. En la zona sur “*hay evidencias del posible descenso relativo del agua superficial y subsuperficial*”, lo cual se confirma en la misma figura, por el cambio de dirección en la velocidad de corriente con la formación de un giro anticiclónico, sin embargo la influencia de los ríos Soto la Marina y Pánuco modificó la distribución de salinidad y temperatura, de acuerdo con los valores registrados para estas variables por Soto *et. al.* (2010), encontrando el mayor número de especies en las estaciones 22, 27, 28, 29, 30,33 y 34 que coincide con el área de influencia y descarga de los ríos señalados.

En la campaña MARZEE-II se observó un agotamiento de nitratos y fosfatos en la capa superficial mezclada con valores entre 0.0 – 0.35 μM y entre 0.05 - 2.5 μM , respectivamente. La distribución vertical de los nutrientes no fue un indicador de florecimientos distintivos que pudieran relacionarse con aportes terrestres y/o surgencias. Las masas de agua sobre la plataforma y el talud continental conservaron un estado estable y se distinguieron de las aguas oceánicas. Al respecto, la figura 13 B, coincide con la información obtenida por Soto *et al.* (2012). Los datos de altimetría no indican la presencia de surgencias y la velocidad geostrofica corre en dirección al norte, sin que se observe una diferencia entre las masas de agua de esta zona. Sin embargo, este autor registró valores de temperatura y salinidad menores en las áreas de aportes epicontinentales de los ríos Bravo y Soto la Marina donde se observó el mayor número de especies del género *Tripes*.



Figuras 13 A-D. Estaciones de las campañas A y C) MARZEE-I; B y D) MARZEE-II, sobre imágenes satelitales de altimetría, corriente geostrofica e imágenes satelitales de la concentración de Cl-a.

En la campaña MARZEE-I Soto *et al.* (2010) reportaron valores máximos de Cl-a de 2.91 $\mu\text{g/L}$ en la desembocadura del río Bravo y de 2.36 $\mu\text{g/L}$ en el río Soto la Marina, mientras que en la campaña MARZEE-II en la misma región se registraron concentraciones alrededor de 0.15 $\mu\text{g/L}$, valores que corresponden con lo observando en las imágenes de satélite del área durante los muestreos. Las

desembocaduras de los ríos antes citados, corresponden con las estaciones 1 y 21 que durante la campaña MARZEE-I presentaron valores altos de *Cl-a* y un menor número de especies, 7 y 8 respectivamente (Fig. 13 C); observando un contraste durante la Campaña MARZEE-II en estas mismas estaciones donde se registró un mayor número de especies, 16 y 10 respectivamente (Fig. 13 D). En ambas figuras se observa que el mayor número de especies no se correspondió con los valores máximos de *Cl-a*.

Las imágenes de altimetría y corrientes geostróficas correspondientes con la campaña UEYATL-I (Figs. 14 A-B), indican una elevación en el nivel del mar al centro del área de estudio y un descenso (cabezas de flecha) al este y oeste que colisiona con la plataforma y el talud continental formando giros ciclónicos. En la periferia o al centro de los giros se registró el mayor número de especies (no mostrado); en las estaciones 23 y 33 a 10 m profundidad; mientras que en el nivel de máxima concentración de *Cl-a*, el mayor número de especies estuvo en las estaciones 15, 25 y 31.

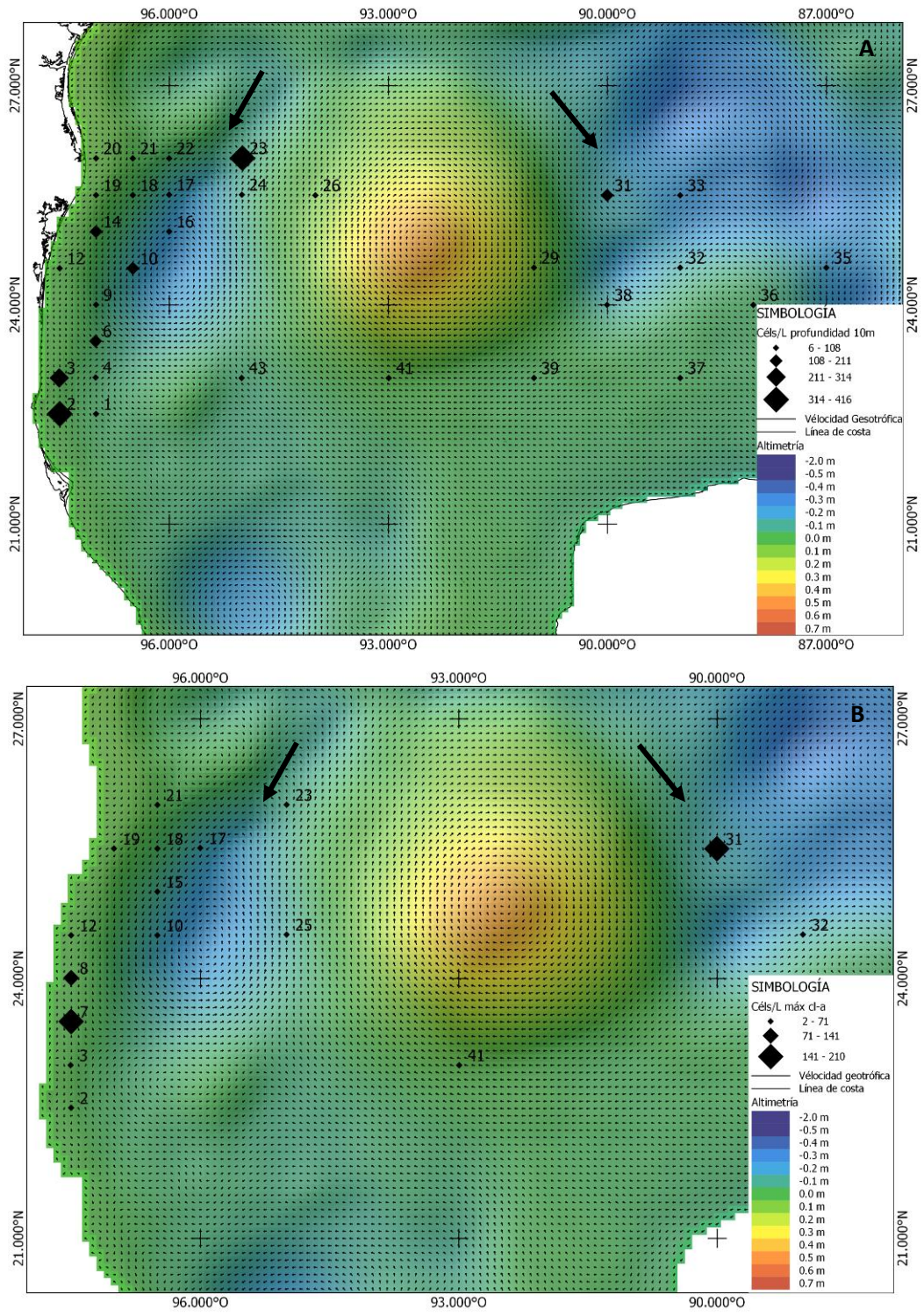


Figura 14 A-B. Concentración de céls L⁻¹ de organismos del género *Tripes* en estaciones de la campaña UYATL-I sobre imágenes de altimetría y corrientes geostroficas en las profundidades: A) 10 m y B) Máximo de CI-a, con relación a los giros presentes (flechas), al este y oeste.

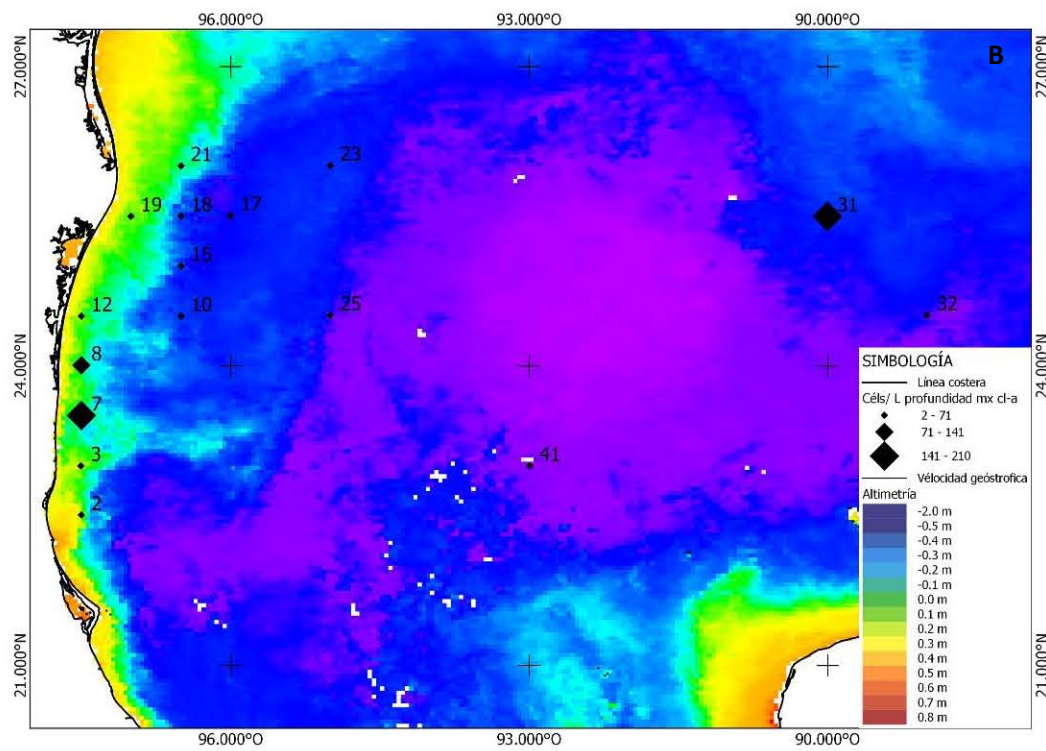
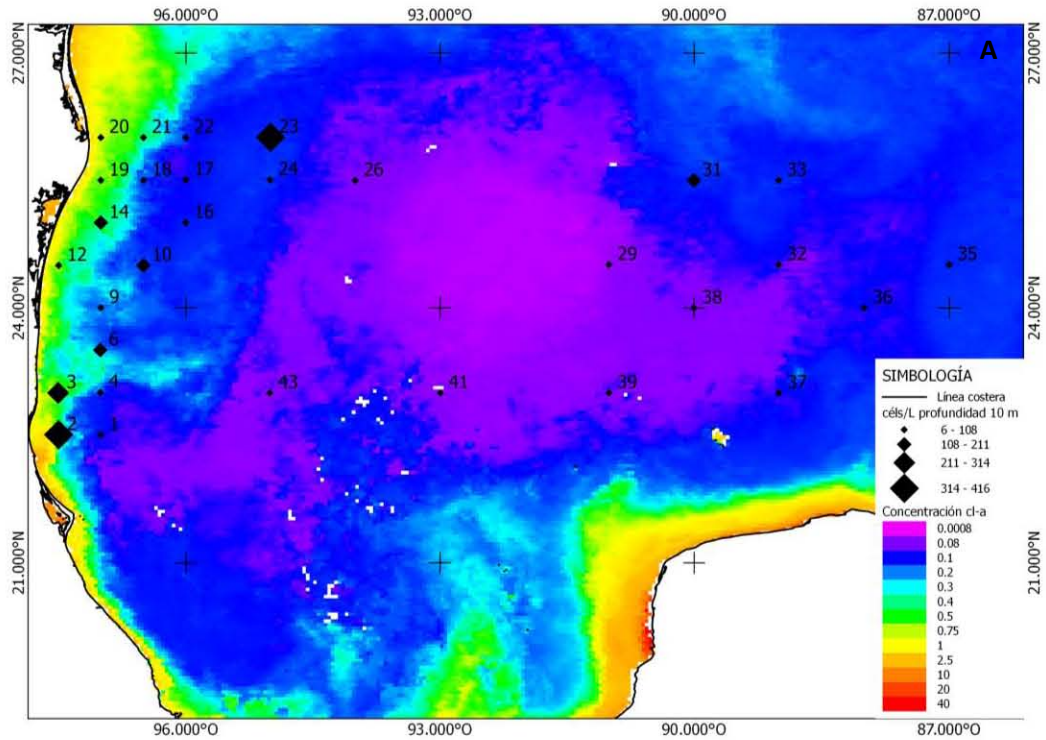


Figura 15 A-B. Concentración de céls L⁻¹ de organismos del género *Tripes* en estaciones de la campaña UEYATL-I sobre imágenes satelitales de concentración de Cl-a, en las profundidades: A) 10 m y B) Máximo de Cl-a.

En la campaña UEYATL-I los valores máximos y mínimos de Cl-a en el nivel de 10 m oscilaron entre 0.009 y 2.33 µg/L; mientras que en la profundidad del máximo de Cl-a fluctuó entre 0.15 y 1.86 µg/L. Las figuras 15 A-B muestran valores altos de Cl-a en la zona nerítica y en las desembocaduras de los ríos Soto la Marina y Pánuco donde se registró la mayor concentración de organismos por unidad de volumen, lo cual coincidió con los valores registrados a 10 m de profundidad. En contraste, el mayor número de especies del genero *Tripos* (sin imagen) se ubica en las zonas con valores bajos de Cl-a (entre 0.008 y 0.4 µg/L), conforme a la escala de valores de la imagen satelital.

Los valores de las variables físico-químicas registradas durante la campaña UEYATL-I, se observan en la siguiente tabla.

Tabla 6. Valores mínimos y máximos de las variables físico-químicas en la campaña UEYATL-I.

Variable	Nivel 10 m	Nivel máxima concentración de Cl-a
Oxígeno disuelto (ml/l)	3.8 a 5.2	3.2 a 5.2
Temperatura (°C)	27.7 a 28.8	21.4 a 28.2
Salinidad	33.5 a 36.6	34 a 36.6
PO ₄ (µm)	0.12 a 0.63	0.15 a 4.18
NO ₂ µm	0.003 a 1	0.85 a 0.11
NO ₃ µm	0.01 a 0.82	0.1 a 2.8
NH ₄ µm	0.4 a 6.2	0.41 a 8
SiO ₂ µm	0.7 a 16	2.4 a 19.1

Los valores normalizados de las variables físico-químicas, en los niveles de 10 m y máximo de Cl-a, de la campaña UEYATL-I muestran fuertes diferencias entre la media, los mínimos y máximos de la temperatura y salinidad (Figs. 16 A y C). En los nutrientes la principal diferencia en la media y los valores mínimos y máximos se presentó en NO₃, NO₂, PO₄ y SiO₂ (Figs. 16 B y D).

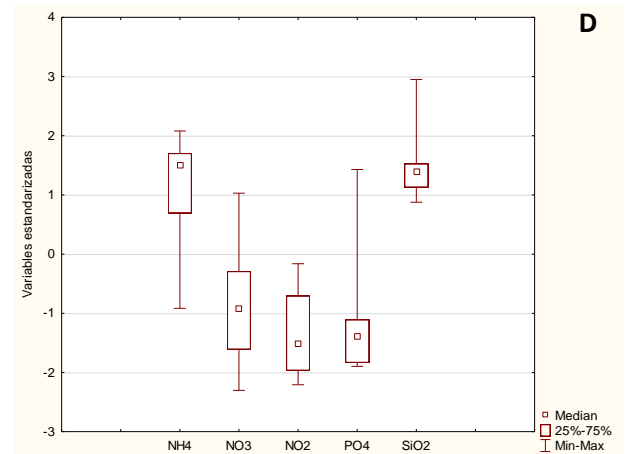
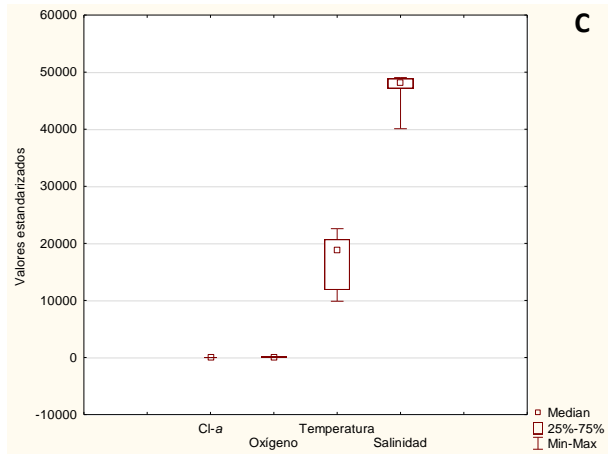
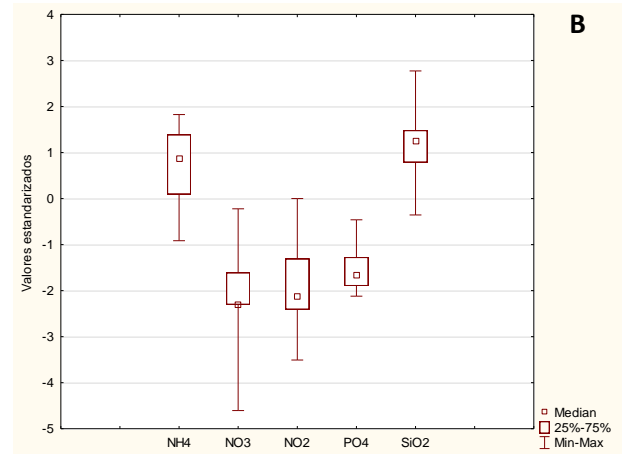
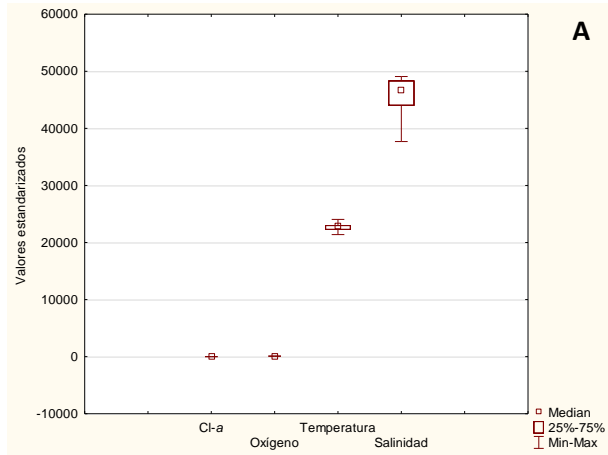


Figura 16 A-D. Valores normalizados de las variables físico-químicas de la campaña UEYATL-I. A y B) nivel 10 m; C y D) nivel máximo de Cl-a

El ACP de las variables físico-químicas a 10 m de profundidad se observa en las figuras 17 A-D. La temperatura, salinidad, Cl-a y oxígeno disuelto son las variables que explican el 89.02% de la variación total de los datos en los factores 1, 2 y 3. Mientras que los nutrientes PO₄, NO₃, NO₂, NH₄ son los que determinan el 82.5% de la variación total de los datos en los factores 1, 2 y 3.

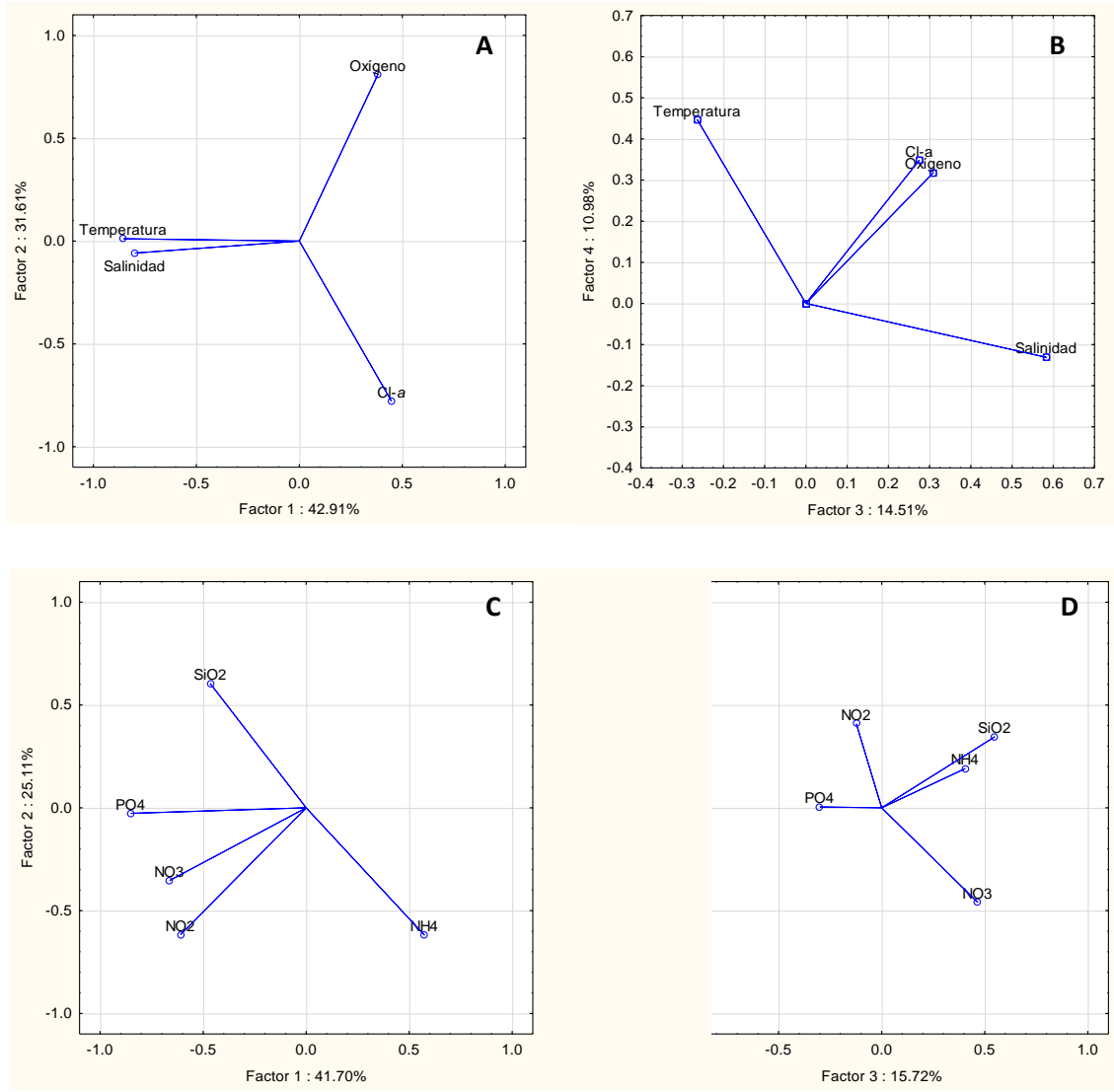


Figura 17 A-D. Proyección de las variables físico-químicas en el ACP a 10 m de profundidad de la campaña UEYATL-I.

El ACP de las variables físico-químicas en el nivel del máximo de Cl-a, muestra que la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto explican la variación del 91.77% total de los datos en los factores 1, 2 y 3; mientras que los nutrientes explican el 82.26% de la variabilidad de los datos en los factores 1, 2 y 3 (Fig. 18 A-D).

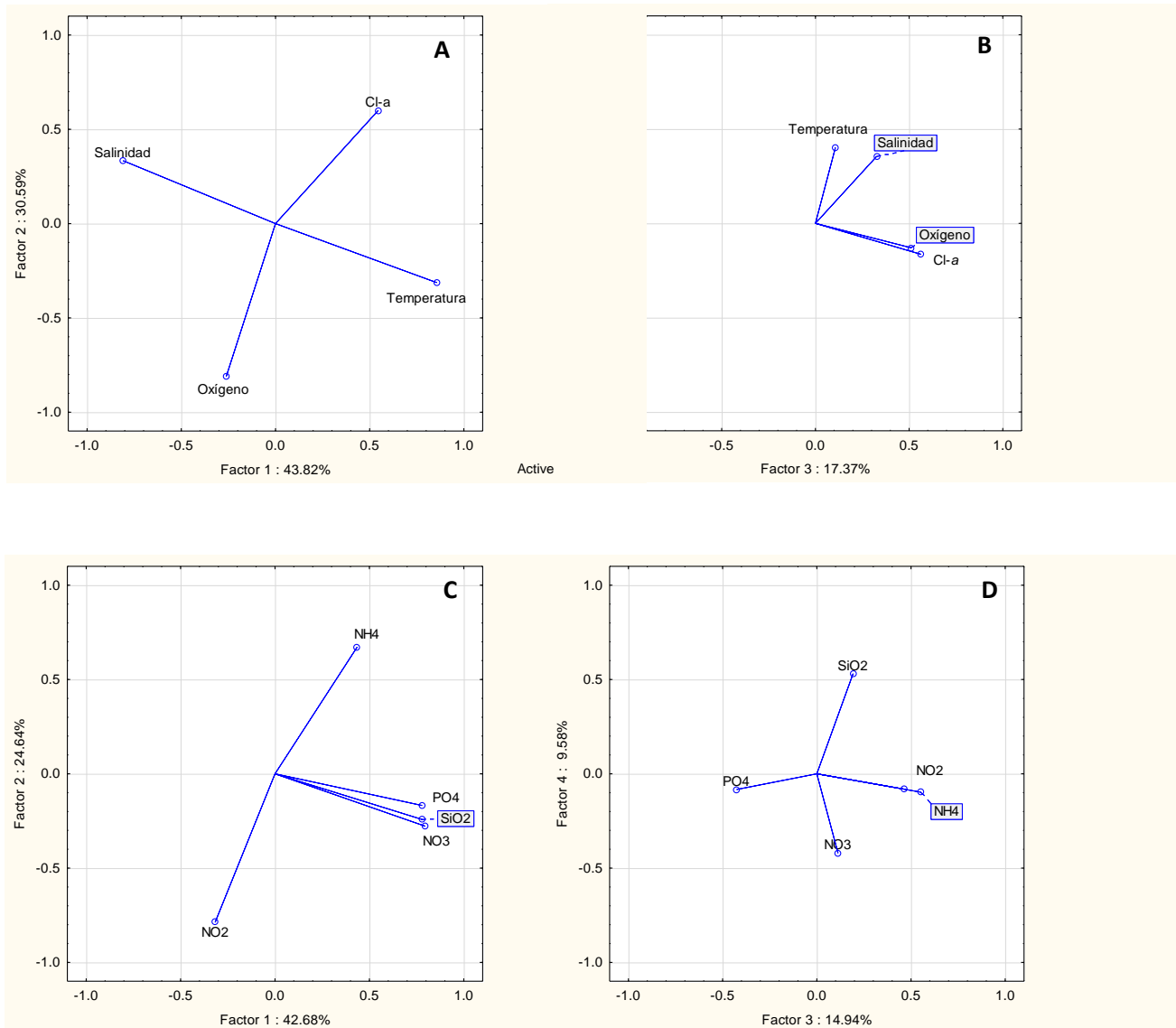


Figura 18 A-D. Proyección de las variables físico-químicas en el ACP en la profundidad del máximo de Cl-a de la campaña UEYATL-I.

Discusión

Composición

El número de especies es una forma de medir la biodiversidad o el grado de complejidad de una comunidad (Moreno 2001). La mayor diversidad de especies (45) se encontró en la Campaña MARZEE-I durante la época de lluvias (verano), en segundo lugar con 38 especies estuvo la

campana UEYATL-I en temporada de “nortes” (otoño) y con 35 especies la campana MARZEE-II, en temporada de “nortes” (invierno). En la época de lluvias el aporte epicontinental y el giro ciclónico aportaron aguas con menor temperatura y salinidad favoreciendo la presencia de un mayor número de especies del género *Tripos*. En tanto que en la época de nortes sólo las aguas de escorrentía de la plataforma de Texas y Louisiana influyeron en la disminución de la temperatura y salinidad, por lo que hubo un menor número de especies del género *Tripos*.

Al respecto, Monreal-Gómez *et al.* (2004), mencionan que en general la distribución, composición y estructura de las comunidades marinas, responden a variaciones estacionales de factores ambientales. Fenómenos como cambios en el patrón de los vientos, en el campo de temperatura y en la precipitación influyen en la circulación, la cual es parcialmente responsable de la ubicación espacial de los organismos al definir el patrón de distribución de parámetros hidrográficos como la salinidad, la temperatura (tal es el caso) y la densidad, y promover la presencia de diferentes especies, dependiendo de su rango de tolerancia. En el océano las corrientes influyen en la distribución de las comunidades marinas, y la alta productividad biológica frecuentemente se genera en áreas donde se lleva a cabo un rápido cambio de energía auxiliar, como las zonas de surgencias o afloramientos costeros, vórtices, mezcla y frentes. La influencia de las corrientes es mayor en los organismos planctónicos debido a su baja capacidad natatoria.

Categorías convencionales de las especies

De acuerdo a la composición específica, las especies con frecuencias muy altas y altas en la comunidad fueron: *T. furca*, *T. teres*, *T. pentagonus*, *T. fusus*, *T. gallicus*, *T. lineatus*, *T. kofoidii*, *T. trichoceros* y *T. symmetricus*. Las especies más abundantes, con base en la concentración de organismos por unidad de volumen de la campana UEYATL fueron: *T. lineatus*, *T. kofoidii* y *T. teres*. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Balech (1967), Figueroa (1990), Licea *et al.* (2004) y Steidinger (2009), quienes refieren que *Ceratium furca*, *C. massiliensis*, *C. trichoceros*, *C. fusus*, *C. macroceros* var. *galicum*, *C. trichoceros* var. *contrarium*, *C. pentagonum* y *C. kofoidii* en el Golfo de México, fueron las más abundantes y frecuentes. En este sentido, Emmel (1975), Margalef (2005) y Krebs (2009), establecen que la estructura de una comunidad se puede conocer por el número de organismos o por la frecuencia de las especies que se encuentran ampliamente distribuidas,

pudiendo aprovechar un amplio rango de recursos, y donde una o varias especies pueden influir en la composición y dinámica de la comunidad.

Por otra parte, hay especies con valores bajos de frecuencia relativa acumulada (0.28 a 2.87%), que contribuyeron a la riqueza específica de las campañas MARZEE-I y MARZEE-II en las que hubo un número elevado de especies como: *T. declinatus*, *T. deflexus*, *T. falcatifomes*, *T. inflatus*, *T. longissimus*, *T. ranipes*, *T. reticulans*, *T. vultur* f. *angulatus*, *T. vultur*, *T. symmetricus*, *T. sumatranus*, *T. strictus*, *T. karstenii*, *T. gibberus*, *T. balechii*. Las especies con baja abundancia (2 a 76 céls L⁻¹), resgitrados en la campaña UEYATL-I fueron: *T. candelabrus*, *T. humilis*, *T. buceros*, *T. cf. massiliensis*, *T. setaceus*; *T. karstenii*, *T. contortus* var. *saltans*, *T. incisus*, *T. falcatus*, *T. balechii*, *T. extensus*, *T. contrarius*, *T. horridus*, *T. arietinus*, *T. decinatus* f. *normalis*, *T. candelabrus* var. *depressus*, lo que coincide con algunas especies señaladas por Figueroa (1990) y Licea *et al.* (2004): *C. praelongum*, *C. cephalotum*, *C. limulus*, *C. ranipes*, *C. deflexum* *C. gibberum*, *C. macroceros* var. *gallicum*, para el Golfo de México.

Margalef (2005), Emmel (1975) y Krebs (2009), señalan que otro componente importante en la estructura de la comunidad son las especies raras, a las que en esta investigación se les denominó “ocasionales” y de acuerdo con estos autores pueden llegar a ser entre dos y diez veces más que las especies dominantes. Tales especies aprovechan los recursos cuando son limitados teniendo un alto nivel de especialización por lo que han sido denominadas especialistas e incluso indicadores biológicos.

Respecto a las especies con bajas frecuencias y abundancias destacan *T. contortus* var. *saltans* registrada para la campaña UEYATL-I en las estaciones 22, 33, 38 y 41 y en la Campaña Marzee-I en las estaciones 6 y 16; dichas estaciones se encuentran en la zona oceánica y en el límite de la plataforma continental y el talud continental. Anteriormente Okolodkov (2010) registro esta especie en el Sistema Arrecifal Veracruzano y Steidinger *et al.* (2009) enlista para el Golfo de México cuatro variedades y una forma de *T. contortus*, sin embargo, no menciona esta variedad. Por lo tanto, la especie se distribuye en la zona central del Golfo de México en aguas oligotróficas durante las épocas de lluvias y nortes; y *T. lanceolatus* que presentó una FRA por debajo del 5% y por lo cual no se menciona en las antes citadas, esta se registro en la estación 31 de la campaña UEYATL-I.

Steidinger *et al.* (2009) la enlista como una especie del Golfo de México, al respecto los antecedentes señalan que gran parte de los estudios corresponden a la zona sur, y en este caso la especie se encontró en aguas oligotróficas al centro del Golfo de México, pudiendo haber sido arrastrada por las corrientes presentes al momento del muestreo, tomando en cuenta que el muestreo se realizó en la época de nortes.

Considerando las categorías propuestas se registraron pocas especies aquí denominadas comunes y muchas ocasionales; al respecto, Emmel (1975), Margalef 2005, Odum y Warret (2006) y Krebs (2009), señalan la importancia de la presencia de ambos tipos de especies en la estructura de la comunidad debido a sus interacciones que determinan la formación de grupos o asociaciones con un papel dentro de la comunidad.

Al respecto, Diamond y Case (1986) señalan que la abundancia y distribución de especies son variables dependientes determinadas el ambiente físico y por las otras especies; es decir, la composición de especies presentes en una comunidad va a depender en principio de las características del sitio, ya que estarán presentes aquellas cuyos requerimientos sean satisfechos, pero su presencia también está determinada por la interacción entre especies.

Por lo tanto, el ambiente determina qué especies pueden estar potencialmente en un sitio mientras que las interacciones determinan cuales de ese conjunto van a formar efectivamente parte de la comunidad. El estudio de la estructura de las comunidades puede hacerse desde dos enfoques: en un caso se infieren las características de la comunidad a partir de las especies que la integran y sus interacciones, por ejemplo, se describen los requerimientos de nutrientes de la especie; el otro enfoque se centra en la descripción de patrones, es decir conjuntos de características que se repiten en tiempo y espacio.

Distribución de las especies

Las condiciones ambientales como temperatura, salinidad, concentración de nutrientes y patrones de circulación del agua influyen en la biología del fitoplancton, ya que cada especie posee ciertos intervalos de tolerancia y requerimientos ambientales que permiten su coexistencia (Margalef, 2005;

Krebs, 2009). Subrahmanyam (1968), categorizó a los dinoflagelados en dos tipos ecológicos: oceánicos que tienen la capacidad de crecer en ambientes bajos en nutrientes y que no están adaptados a grandes cambios en la temperatura o salinidad y neríticos que soportan dichos cambios. Por otra parte Steidinger *et al.* (2009), consideran que pueden ser además estuarinos o sobrelaparse en neríticos/estuarinos u oceánicos/neríticos, como se observó en la campaña UEYATL-I donde especies como *T. furca* y *T. lineatus* estuvieron presentes en las zonas oceánicas y neríticas así como en la zona intermedia en la profundidad de 10 m; y *T. furca*, *T. lineatus*, (nuevamente) *T. fusus*, *T. pentagonus* y *T. tenuis* se registraron en las zona oceánica y nerítica en la profundidad del máximo de Cl-a, poniendo de manifiesto la amplia distribución del género por su adaptación a diversos ambientes. Mientras que entre las especies registradas para una zona en particular a 10 m de profundidad están: *T. candelabrus*, *T. balechii*, *T. karstenii*, *T. tripodoides*, *T. candelabrus* var. *depressus*, *T. incisus*, por mencionar algunas.

La distribución horizontal encontrada mostró que las estaciones con mayor riqueza específica se localizan entre el límite de la plataforma y el talud continental; así como, en las zonas con aporte de ríos. Lo anterior se puede explicar por los procesos físicos tales como descargas epicontinentales, frentes oceánicos y surgencias. Al respecto, Bogdanov (1968) y Okolodkov (2003) señalan que la razón principal en los cambios de la productividad del Golfo de México se debe a la circulación horizontal ciclónica y anticiclónica; los mismos autores señalan que otros factores como la circulación vertical, a través de ascensos o hundimientos, son también promotores de los cambios en la productividad primaria.

Aguirre (2004) señala que las descargas de los ríos Soto la Marina, Bravo y Pánuco aumentan entre julio y septiembre durante la época de lluvias y producen una capa con una salinidad de 30 y temperatura de 21°C a 23°C que puede llegar hasta 100 km de sus desembocaduras. La campaña MARZEE- I se realizó en la época de lluvias, días anteriores al muestreo se presentó el huracán Alex, lo que coincidió con un afloramiento ubicado en los transectos de la parte norte de la zona de muestreo (Soto *et al.* 2010). Asimismo, el efecto del citado huracán generó mayor descarga de los ríos, lo que influyó en la distribución y en una mayor riqueza de especies. Bogdanov (1968) y Okolodkov (2003) a partir de una revisión de las investigaciones rusas de plancton en el Golfo de México y Mar Caribe en los años de 1960 a 1980, señalan que en el límite de la plataforma

continental y en el margen exterior del talud ocurren fuertes surgencias que provocan cambios pronunciados en la temperatura, región que coincidió con la trayectoria del huracán Alex. Por otro lado, estos mismos autores señalan que la influencia de las descargas de los ríos además de contribuir al proceso de mezcla en la plataforma continental aporta gran cantidad de nutrientes y cambios en la temperatura y la salinidad, situación que influye en la composición de especies.

Por otro lado, Day *et al.* (2004), señala que las costas del Golfo de México se caracterizan por una estacionalidad climática con tres épocas en el año: secas (febrero a mayo), lluvias (junio a octubre) y nortes o frentes fríos (octubre a febrero). La composición de especies en la región central del Golfo de México cambia estacionalmente conforme a las épocas antes señaladas. En la zona nerítica, en la época de lluvias (MARZEE-I) el aporte epicontinental sobre la plataforma contribuyó a disminuir la temperatura y salinidad, registrando la presencia de especies constantes y, en la época de nortes (MARZEE-II) de especies ocasionales. Algunas prevalecieron en ambas épocas del año, como es el caso de las especies constantes: *T. furca*, *T. fusus*, *T. lineatus* *T. kofoidii* y de las especies comunes *T. contrarius* y *T. declinatus* var. *angusticornus*, con porcentajes de frecuencia relativa entre 2.87% y 9.57%. En la zona oceánica/nerítica, se observó un cambio en la composición de especies; en MARZEE-I se registraron especies comunes y en MARZEE-II se presentaron las especies escasas y ocasionales, con la prevalencia de especies constantes como *T. kofoidii*, *T. lineatus*, y *T. teres*, que tienen porcentajes de frecuencia relativa entre 5.26% y 9.57%.

Steidinger *et al.* (2009), citan los taxos del género *Tripes* comúnmente encontrados de acuerdo al número de sitios de aparición en orden descendente: *T. eugrammun*, *T. fusus*, *T. trichoceros*, *T. teres*, *T. macroceros*, *T. massiliensis*, *T. pentagonus*, *T. tripes*, *T. furca*, *T. horridus*, *T. kofoidii* y *T. extensum*, observando correspondencia con las especies constantes que prevalecieron en la zona nerítica tanto en la época de lluvias y como en la de "nortes": *T. furca*, *T. fusus*, *T. lineatus* *T. kofoidii*. Es de señalar que algunas de estas especies producen florecimientos algales (no registrados en la presente investigación) en ambientes que ya han sido estudiados por Smayda y Reynolds (2001) y Smayda (2002a, 2002b y 2010). Estos autores reconocen nueve tipos de ambientes pelágicos, y el Tipo III corresponde a las especies *T. tripes*, *T. fusus*, *T. fusus* y *T. lineatum*, caracterizado por desarrollarse a finales de verano o en la sucesión estacional de otoño, en hábitats templados y costeros, y se extiende a lo largo de un gradiente desde la zona costera a la zona oceánica,

respondiendo a la carga de nutrientes, de la zona eufótica a aguas profundas. Asimismo, estos autores señalan la capacidad de los dinoflagelados para tolerar el espectro de turbulencia y las velocidades de mezcla vertical, de surgencias costeras y zonas de frentes, y mencionan a *T. furca* y *T. fusus* en florecimientos presentes en zonas de surgencias. En este trabajo se observa que dichas especies se mantienen constantes en la zona nerítica o el ambiente tipo III, resaltando de igual forma la adaptación ecológica que presentan estas especies sobre el aprovechamiento de diversos hábitats y su presencia anual.

En otro aspecto, la amplia distribución de las especies del género *Tripos* se facilita al ser organismos mixótrofos (Steidinger *et al.* 2009; Meave Del Castillo *et al.* 2012 y Barton *et al.* 2013): Dicha estrategia les permite ser un componente importante dentro del fitoplancton, contando con un mayor número de especies, particularmente en aguas oceánicas de los trópicos (Taylor 1976; Sournia 1986). Stoecker (1999) señala que los dinoflagelados combinan el carácter autótrofo y fagótrofo debido a fenómenos fisiológicos y ecológicos mientras que Smalley *et al.* (2003), refieren que esta estrategia es una respuesta a la limitación de nutrientes; el carácter fagótrofo les permite reciclar los nutrientes de la columna de agua, principalmente en la zona oceánica, ya que el Golfo de México es considerado un sistema oligotrófico de acuerdo con Day *et al.* (2004).

Hansen (2011) informó que *C. furca* ingiere presas cuando los nutrientes inorgánicos son limitados, mientras que Stoecker (1999) señaló que su alimentación puede estar estimulada por la limitación de nitrógeno; la fagotrofia la utiliza para suplir los nutrientes inorgánicos disueltos, pues en general estas especies son estrictamente fotosintéticas, por su parte Smalley *et al.* (2003) apoyan la hipótesis del mecanismo de la alimentación como respuesta a la limitación de nutrientes y señalan que cuando aumentan los nutrientes inorgánicos disueltos tales como N (nitrógeno) y P (fósforo), la actividad fagotrófica disminuye.

Estas observaciones sugieren que la proporción de nutrientes, más que su concentración absoluta juega un papel en la regulación de la fagotrofia. Al respecto Baek *et al.* (2008) en algunos intentos por explicar las adaptaciones fisiológicas en estudios hechos con *Ceratium furca* y *C. fusus* usaron la proporción N:P como un índice del estado nutricional y la conducta fisiológica de estas especies; a través de la constante de saturación media encontraron la concentración mínima de nutrientes en

que pueden crecer reflejando la habilidad que tienen para tomar bajas concentraciones de nutrientes y para cambiar la estrategia trófica al llegar a una concentración mínima, y registra además que al enriquecer los medios con estos nutrientes vuelven a cambiar su estrategia.

Variables físico-químicas

Soto *et al.* (2010), encontraron en la Campaña MARZEE-I una diferencia considerable entre la región norte y sur en las variables de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y concentración de nutrientes. Comparando sus datos con las imágenes satelitales esta diferencia puede deberse a la presencia de un giro ciclónico en la parte norte y un giro anticiclónico en la parte sur (Fig.12 A). Al respecto Monreal-Gómez *et al.* (2004) señalan que la Corriente de Lazo tiene su máxima intrusión en verano y la mínima en invierno, siendo generadora de giros anticiclónicos que al desprenderse de la corriente se desplazan hacia el oeste hasta llegar a Tamaulipas donde colisionan con el talud continental y producen giros ciclónicos con ascensos de agua fría, rica en nutrientes. Adicionalmente Soto *et al.* (2010), informan de intrusiones de aguas relativamente frescas provenientes de los ríos que desembocan en la plataforma continental de Tamaulipas, observando regiones de mezcla obtenidas a través del cálculo de la frecuencia de flotación que señalaron una columna de agua inestable cercana a la superficie y zonas costeras. Al respecto, se consideró que la precipitación de entre 250 a 500 mm debida a la presencia del huracán Alex (Hernández, 2010) antes del muestreo influyó en los valores registrados de las variables físico-químicas debido a las descargas de los ríos.

Tanto los giros ciclónicos como las descargas de ríos proporcionan nutrientes de manera general al fitoplacton; no obstante, lo relevante en las especies del género *Triplos* es su estrategia mixótrofa discutida anteriormente, y una mayor concentración de nutrientes pudiera servir para que se presentara una mayor abundancia de organismos, pero no necesariamente mayor número de especies. Lo trascendente de estos dos procesos es la influencia en el descenso de temperatura y salinidad, hechos que han sido documentados por Escobar y Soto (1997), quienes señalan que la descarga de los ríos Soto la Marina, Bravo y Pánuco, producen una capa con baja salinidad de 30 y temperatura de 21°C a 23°C, que puede llegar hasta los 100 km de la desembocadura, en tanto que los giros ciclónicos generan un ascenso de aguas con menor temperatura y salinidad, variables que

se consideran de relevancia en la composición y distribución de las especies del género *Tripes*, donde puede presentarse un mayor número de especies.

En la campaña MARZEE-II, Soto *et al.* (2012), reportan regiones de mezcla de acuerdo a los tramos zonales de salinidad, densidad y a la frecuencia de flotación denominada Brunt-Väisälä, con una columna de agua inestable en áreas cercanas a la superficie en la zona costera por la intrusión de aguas de escorrentías provenientes de la plataforma de Texas y Louisiana, explicando que los ríos que desembocan en la plataforma continental de Tamaulipas tienen un menor impacto en las variables físico-químicas durante la temporada invernal. Estos fenómenos ya han sido mencionados anteriormente por Aguirre (2004) y Zavala-Hidalgo (2006). Por ello se considera que las aguas de escorrentía pudieron influir en la presencia de un mayor número de especies de *Tripes* sobre el talud continental y en las regiones de descargas epicontinentales de los ríos Bravo y Soto la Marina, debido a que la temperatura y la salinidad disminuyeron. La imagen de satélite no refleja la formación de giros para esta época; sin embargo, se observa que predomina la circulación hacia al norte como lo señalan Zavala-Hidalgo *et al.* (2003; 2006).

La temperatura y la salinidad explicaron los mayores porcentajes de variabilidad en el ACP en los niveles de 10 m y en el máximo de Cl-a, correspondiente a la campaña UEYATL-1. Dicho resultado se confirmó por los gráficos estadísticos de las variables físico-químicas y por el AD. De igual forma, en las campañas MARZEE- I y MARZEE-II donde se presentaron aguas de menor temperatura y salinidad provenientes de descargas epicontinentales, de intrusión y escorrentía, se registró un mayor número de especies. Diversos autores (Graham y Bronikovsky 1944; Wood 1954; Sournia 1967; López 1980) han señalado que la temperatura es el factor más importante para la distribución y la abundancia de especies del género *Tripes*, citando los valores de temperatura entre 22°C y 27°C y salinidad de 36.4 y 36.8; esta investigación sugiere que la salinidad fue determinante en la composición y distribución de las especies de este género. Recientemente Luise y Gomes de Lira (2005) registraron especies de *Tripes* a temperaturas entre 20°C a 29°C y salinidad con valores de 35 a 37, en tanto que Vidal y Lozano-Duque (2011), de 26.13°C a 28.6°C y salinidad promedio de 35.27 a 36.56. En general, los rangos de temperatura y salinidad coinciden con los trabajos mencionados.

El ACP de los nutrientes no fue relevante para la distribución de las especies; su análisis en la profundidad del máximo de Cl-a y 10 m de la campaña UEYATL-I no indica influencia en la distribución del género; ya que la variación del 80% de los datos en los componentes 1 al 3 estuvo dada por todas las variables incluidas en el análisis (PO_4 , SiO_2 y NO_3 y NO_2 , NH_4). Al respecto, se ha mencionado que el carácter mixótrofo le proporciona al género las estrategias para poder obtener nutrientes, siendo de mayor relevancia las variables temperatura y salinidad.

Tomando en consideración únicamente los componentes 1 y 2 la máxima variabilidad se explica principalmente por PO_4 y NO_3 , al comparar los resultados referidos con la distribución estadística de estas variables en las figuras 16 B y D, se encontró que los valores de la media, mínimos y máximos son los que difieren entre un nivel y otro lo que pudiera ser importante en la agrupación del género *Tripes*, mientras que el resto de los nutrientes tienen valores similares. El AD indicó que existió poca relación entre la presencia de género *Tripes* con la concentración de nutrientes, ya que estos no fueron de utilidad para la función discriminante; los valores de Lambda parcial en los niveles de 10 m y el máximo de clorofila determinaron que las fuentes de nitrógeno son las variables relevantes. Entre las escasas referencias relacionadas con los requerimientos de nutrientes por el género *Tripes* están las de Graham y Bronikovski (1944) y López-Baluja (1980), quienes consideran relevantes a los PO_4 para la presencia del género más no fundamentales por su carácter mixótrofo. Si bien la presencia del nitrógeno y el fósforo influyen en la productividad del fitoplancton y su diversidad, distintos autores señalan que su disponibilidad y proporción no tienen influencia en la distribución de algunos dinoflagelados debido a las estrategias tróficas, en particular del género *Tripes* antes mencionadas, para obtener los nutrientes (Stoecker 1999; Smalley *et al.* 2003; Barton *et al.* 2013).

No se encontró una relación entre la concentración de la Cl-a y la concentración de organismos fitoplanctónicos del género *Tripes* por unidad de volumen, ni tampoco con la riqueza de especies, de acuerdo con los valores de Cl-a reportados en los informes de los proyectos MARZEE- I, MARZEE.- II y UEYTAL- I. En las imágenes satelitales se observó que el mayor número de especies se localizó en zonas con valores bajos de Cl-a, mientras que la mayor concentración de organismos por unidad de volumen se encontró tanto en la zona nerítica donde se observan valores altos de Cl-a, como en la zona oceánica que presentó los mínimos de Cl-a. La mayor concentración de organismos por unidad de volumen en la zona nerítica se debió, probablemente, a la descarga de los ríos Soto la

Marina y Pánuco lo que provoca una disminución de la salinidad y la temperatura, factores que influyen en la composición del género *Tripos*. Estrada (1979) y Ramírez *et al.* (2006) concuerdan en que se dificulta la valoración de la relación entre la densidad de especies del género *Tripos* y la Cl-a, debido a la presencia de material detrítico y a los cambios en la composición de las especies.

Conclusiones

- Se determinaron un total de 59 especies en tres campañas oceanográficas realizadas en la zona central del Golfo de México entre julio de 2010 y octubre de 2013, categorizadas de manera convencional de acuerdo a su Frecuencia Relativa Acumulada (FRA) y Abundancia Relativa Acumulada (ARA) en especies comunes, constantes, escasas y ocasionales.
- Las especies de amplia distribución y que fueron registradas en las tres campañas como especies comunes y constantes fueron: *T. furca*, *T. fusus*, *T. lineatus*, *T. teres*, *T. pentagonus*. Especies con bajas frecuencias de particular relevancia por los escasos registros que existen para el área de estudio fueron. *T. contortus* var. *saltans* y *T. lanceolatus*.
- La mayor riqueza de especies se registró en la época de lluvias y un menor número de especies se registró en la época de “nortes”.
- La composición de especies en la región central del Golfo de México cambió estacionalmente; en la época de lluvias la zona nerítica mostró especies de tipo “constantes”; la zona oceánica/nerítica y la nerítica/oceánica contiene especies “comunes” y, la zona oceánica especies “escasas” y “ocasionales”.
- Durante la época de nortes en la zona nerítica se registraron especies de tipo “escasas”, con excepción de la desembocadura de los ríos Bravo y Soto la Marina; las zonas oceánica/nerítica y nerítica/oceánica, especies “ocasionales” y la zona oceánica especies “comunes y constantes”. Adicionalmente se encontró que las especies que se ubican en la zona nerítica, sea en la época de lluvias (especies denominadas constantes) o nortes (especies escasas) son las que definen la variabilidad total de los grupos formados.
- La temperatura y la salinidad influyeron en la composición y distribución del género *Tripos*, y tuvieron mayores FRA en zonas donde presentaron con valores menores. Su distribución no tuvo relación con el oxígeno disuelto, nutrientes y Cl-a. La mayor abundancia de organismos

del género *Tripes*, se registró en la zona nerítica a 10 m de profundidad, mientras que la menor concentración se presentó en la zona oceánica, y por consiguiente la mayor abundancia del género *Tripes* no se correspondió con los valores máximos de Cl-a.

- La distribución espacio-temporal de las especies estuvo determinada por los procesos hidrodinámicos de la región (surgencias) concentrándose el mayor número de ellas en el límite entre la plataforma y el talud continental, en las aguas de escorrentía provenientes de la plataforma de Texas y Louisiana y en las regiones de descarga de los ríos Bravo, Soto La Marina y Pánuco.
- Las aguas de escorrentía provenientes de la plataforma de Texas y Louisiana influyen en la época de nortes en la distribución del género por el aporte de agua con menor temperatura y salinidad.
- La composición, distribución y abundancia del género *Tripes* tienen relación con la temperatura y la salinidad. Dado que la mayoría de las especies son mixótrofas los nutrientes no fueron relevantes, tampoco se encontró relación entre la distribución del género con la Cl-a, ni con el oxígeno disuelto. Las zonas de aportes epicontinentales, zonas de influencia de escorrentía, así como los factores oceanográficos (surgencias y giros ciclónicos) permiten la agrupación de especies en las zonas nerítica y oceánica, y la presencia de una comunidad intermedia entre ambas.

Literatura citada

- Aguirre-Gómez, R. 2004. La observación de impactos en el Golfo de México mediante imágenes de satélite en Caso M., I. Pisanty, y E. Ezcurra. Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. INE-SEMARNAT. Instituto de Ecología A.C. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies. Texas A. and M. University, Corpus Christi. México D.F. Vol 2, 881-896.
- Anderson, T. W. 2003. An introduction to multivariate statistical analysis. Hoboken, New Jersey: Wiley-Interscience. 721 p.
- Armstrong, R.S. y J.R. Grady. 1967. GERONIMO Cruises entire Gulf of Mexico late winter. Commercial Fisheries Review, 29 (2): 35-40.

- Barton, A.D., Z.V. Finkel, B.A. Ward, D.G. Johns y M.J. Follows. 2013. On the roles of cell size and trophic strategy in North Atlantic diatom and dinoflagellate communities. *Limnology and Oceanography*, 58(1): 254-266.
- Baek, S. H., S. Shimode, M. S. Han, T. Kikuchi. 2008. Growth of dinoflagellates, *Ceratium furca* and y in Sagami Bay, Japan: The role of nutrients. *Harmful Algae*, 7 (6): 729-739.
- Balech, E.1967. Dinoflagelados nuevos e interesantes del Golfo de México y Caribe. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Hidrobiología*, 2(3): 77-144.
- Balech, E. 1988. Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España. 310 p.
- Behringer, D.W., R.L. Molinari y J.F. Festa. 1977. The variability of anticyclonic current patterns in the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*, 82(34) 5469-5476.
- Bogdanov, D.V., V.A. Sokolov y N.S. Khromov. 1968. Regions of high biological and commercial productivity in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. *Oceanology (USSR)*, 8(3): 466-478.
- Cuadras, C.M. 2014. Nuevos métodos de análisis multivariante. CMC Editions (ed.). Barcelona, España. 305 p.
- Day, W.J., A.D. de León, G.G. Sansón, P. Moreno-Cassasola y A. Yáñez-Arancibia, 2004. Resumen Ejecutivo en Caso M., I. Pisanty y E. Ezcurra. Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. INE-SEMARNAT. Instituto de Ecología A.C. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies. Texas A. and M. University, Corpus Christi. México D.F. Vol 1, 15-44.
- De La Fuente, F.S. 2011. Análisis factorial. Facultad Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Autónoma de Madrid. 32 p.
- Diamond J.M. y Case T.J. 1986. *Community Ecology*. Harper and Row. Cambridge. 665 p
- Dodge, J.D. H.G. y Marshall. 1994. Biogeographic analysis of the armored planktonic dinoflagellate *Ceratium* in the North Atlantic and adjacent seas. *Journal Phycology*, 30: 905-922.
- Edler, L. y M. Elbrächter. 2010. The Utermöhl method for quantitative phytoplankton analysis. In: Karlson, B., C. Cusack and E. Bresnan. *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis*, 13-20. UNESCO Publishing, Paris.
- Emmel, T.C. 1975. *Ecología y Biología de las Poblaciones*. Interamericana Mac Graw Hill (ed.). 182 p.

- Escobar, E. y L. Soto. 1997. Continental shelf benthic biomass in the western Gulf of Mexico. *Continental Shelf Research*, 17: 584-604.
- Estrada, M. 1979. Observaciones sobre la heterogeneidad del fitoplancton en una zona costera del mar catalán. *Investigación Pesquera*, 43 (3): 637-666.
- Fensome, R.A., F. J. R. Taylor, G. Norris, W.A.S. Sarjeant, D.I. Wharton y G. L. Williams. 1993. *A Classification of Living and Fossil Dinoflagellates*. Sheridan Press, Hanover, Pennsylvania. 351 p.
- Figuerola-Torres, M.G. 1990. Sistemática y distribución del género *Ceratium* Schrank 1973, en el sur del Golfo de México (febrero-diciembre 1987). Tesis Maestría, Facultad Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gaines, G. y M. Elbrachter. 1987. Heterotrophic nutrition. *The Biology of Dinoflagellates*. Blackwell, Oxford, pp. 224-268.
- Garduño, G., S. Licea, M.G. Oliva y M.A. García, 2009. Dinoflagelados. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 26-29.
- Gómez, F. 2005. A list of free-living dinoflagellate species in the World's oceans. *Acta Botánica Croat*, 64 (1): 129-212.
- Gómez, F., D. Moreira y P. López-García, 2010. *Neoceratium* gen. nov., a new genus for all marine species currently assigned to *Ceratium* (Dinophyceae). *Protist*, 161(1): 35-54.
- Gómez, F. 2013. Reinstatement of the dinoflagellate genus *Tripos* to replace *Neoceratium*, marine species of *Ceratium* (Dinophyceae, Alveolata). *CICIMAR. Océanides*, 28: 1-22.
- Graham, H. W. y Bronikovsky, N. 1944: The genus *Ceratium* in the Pacific and North Atlantic oceans. *Scient. Results Cruise VII Carnegie 1928-1929*, 5: 1-209.
- Graham, L. E. y L.W. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice Hall. 640 p.
- Guerra-Martínez, S.L. y M.A. Lara-Villa. 1996. Florecimiento de *Ceratium furca* (Peridinales: Ceratiaceae) en un ambiente salobre: Laguna de Sontecomapan, México. *Revista Biología Tropical*, 44(1): 23-30.
- Hair, J.F.Jr., R.E. Anderson, R.L. Tatham y W.C. Black. 1999. *Análisis multivariante*. 5ta ed. Madrid. Prentice Hall. 832 p.
- Hansen, P.J. 2011. The role of photosynthesis and food uptake for the growth of marine mixotrophic dinoflagellates. *The journal of eukaryotic microbiology*, 58 (3): 203-214.

- Hart, R.C. y P.D. Wragg. 2009. Recent blooms of the dinoflagellate *Ceratium* in Albert Falls Dam (KZN): History causes spatial features and impacts on a reservoir ecosystem and its zooplankton. *Water SA*, 35 (4): 455-468.
- Herández, U.A. y C.B. Lujano. 2010. Reseña del huracán "Alex" del Océano Atlántico. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. 13 p.
- Hoek, C. 1995. *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge University Press. 623 p.
- Horner, R. A. 2002. A taxonomic guide to some common marine phytoplankton. Biopress limited. 195: 5-7.
- Kofoed, C. A. 1907. The plates of *Ceratium* with a note on the unity of the genus. *Zoologischer Anzeiger*, 32, 7: 177-183.
- Krebs, C.J. 2009. *Ecology, the experimental analysis of distribution and abundance*. San Francisco. Pearson Benjamin Cummings (ed.). 655 p.
- Krylov, V.V. 1974. Distribución del fitoplancton y de las biocenosis planctónicas en el Banco de Campeche. *Revista de Investigación. Instituto Nacional de Pesca*, 1: 75-79.
- Leipper, D. F. 1970. A sequence of current patterns in the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*, 75: 637-657.
- Licea, S., 1977. Variación estacional del fitoplancton de la Bahía de Campeche. México (1971, 1972) *FAO. Fisheries Report*, 200: 253-273.
- Licea, S. y H. Santoyo, 1991. Algunos aspectos ecológicos del fitoplancton de la región central de la Bahía de Campeche. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM*, 18(2):157-67.
- Licea, S., H. Santoyo y J.L. Moreno-Ruiz. 1996. Dinoflageladas (Dinophyceae) presentes en el Golfo de California. In: 1ª Reunión Int. Planctol. VIII Reunión Nacional de la SOMPAC. Pátzcuaro Mich. México. 23- 26 abril. Programa y Resúmenes. 27 p.
- Licea, S. y R. Luna. 1999. Spatio -Temporal variation of phytoplankton on the continental margin in the SW Gulf of Mexico. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 49: 83-99.
- Licea, S., M.E. Zamudio, R. Luna y J. Soto 2004. Free-living dinoflagellates in the southern Gulf of Mexico: report of data (1979- 2002). *Phycological Research*, 52: 419-428.
- Licea, S., M.E. Zamudio, R. Cortés-Altamirano, R. Luna y J. Soto. 2013. Distribution of Known of presumed toxic dinoflagellates in the southern Gulf of México, 1979-2008. In Lewis, J. M., F. Marret y L. Bradley. 2013 (eds.). *Biological and Geological Perspectives of Dinoflagellates:*

- The Micropalaeontological Society, Special Publication, Geological Society London, pp. 155-160.
- López-Baluja, L. 1980. Distribución Fitogeográfica de *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparade y Lachmann *var. hircus* (Schroder) Margalef (Dinoflagellatae Peridinidae) Instituto de oceanología Academia de Ciencias de Cuba. Informe Científico-Técnico No. 121.
- Luise, K. M., C. Gomes de Lira. 2005. O genero *Ceratium* Schrank (Dinophyta) na plataforma continental e águas oceanicas do estado de Pernambuco, Brasil. Acta Botanica Brasilica, 19(2): 391-397.
- Margalef, R. 2005. Ecología. Omega.Barcelona. 951 p.
- McCune, B. y J. B. Grace. 2002. Analysis of ecological communities. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon. 284 p.
- Meave del Castillo, M.E., M. E. Zamudio., Y.B. Okolodkov y I.H.S. Ugarte. 2003. *Ceratium balechii* (Dinophyceae: Gonyaulacales) from the Mexican Pacific *Ceratium balechii* sp. nov. (Dinophyceae: Gonyaulacales) del Pacífico Mexicano. Hidrobiológica, 13(1): 75-91.
- Meave del Castillo, M.E., M.E. Zamudio-Reséndiz y M. Castillo-Rivera. 2012. Riqueza fitoplanctónica de la bahía de Acapulco y zona costera aledaña, Guerrero, México. Acta Botanica Mexicana, 100: 405-487.
- Merino-Ibarra, M., S. Licea, M.F. Soto-Jiménez, S.E. Gómez-Noguera, F.S. Castillo-Sandoval, J.L. Moreno-Ruiz, S. Rendón-Rodríguez, R. Luna-Soria, J.M. González-Fernández, P. Meza García, P.J. Soto-Cadena, A. Vázquez-Machorro, Y. Rodríguez-Cueto, D.E. García-Álvarez y M.G. Pérez-Ramírez. 2014. Análisis de muestras biológicas de la campaña oceanográfica UEYATL 1, Informe Final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y a la Comisión Nacional de Biodiversidad. ICML, UNAM, México, D.F. 107 p.
- Monreal-Gómez, M.A., D.A. Salas de León A.G. Gracia. 2004. Golfo de México. Ciencias, 76: 24-33.
- Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz Bolivia. 87 p.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p.

- Odum, P.E. y G.W. Barrett. 2006. Fundamentos de Ecología. Thomson S.A. de C.V. (eds). México. 598 p.
- Okolodkov, Y.B. 2003. Una revisión de investigaciones rusas de plancton en el Golfo de México y Mar Caribe en los 1960-1980's. *Hidrobiológica*, 13 (3): 207-221.
- Okolodkov, Y.B. 2008. *Protoperdinium* Bergh (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a key for identification. *Acta Botánica Mexicana*, 84: 93-149.
- Okolodkov, Y. B. 2010. *Ceratium* Schrank (Dinophyceae) of the National Park. Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a Key for identification. *Acta Botánica Mexicana*, 93: 41-101.
- Orduño, M.R. 2012. Patrones de Distribución y abundancia del Fitoplancton nocivo en la zona costera de Tuxpan, Veracruz; México. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan.
- Ramírez, G.A. 2005. Ecología Aplicada. Diseño y Análisis Estadístico. Bogotá. 325 p.
- Ramírez, D.G., A. Giraldo y J. Tovar. 2006. Producción primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano septiembre-octubre 2004). *Investigaciones Marinas*. Valparaíso, 34 (2): 211-216.
- Santoyo, H. y M. Signoret. 1973. Hidrología y fitoplancton en un transecto en la plataforma continental de la Bahía de Campeche, México (agosto 1972), *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 15: 207-215.
- Santoyo, H. y M. Signoret. 1975. Variación nictemeral del fitoplancton en la Bahía de Campeche, México. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 17: 567-596.
- Smayda, T.J. y C.S. Reynolds. 2001. Community assembly in marine phytoplankton: Application of recent models to harmful dinoflagellate blooms. *Journal of Plankton Research*, 23 (5): 447-461.
- Smayda, T.J. 2002a. Turbulence, watermass stratification and harmful algal blooms: an alternative view and frontal zones as "pelagic seed banks". *Harmful Algae*, 1 (1): 95-112.
- Smayda, T.J. 2002b. Adaptive ecology, growth strategies and the global bloom expansion of dinoflagellates. *Journal of Oceanography*, 58 (2): 281-294.

- Smayda, T.J. 2010. Adaptations and selection of harmful and other dinoflagellate species in upwelling systems. 2. Motility and migratory behaviour. *Progress in Oceanography*, 85:71–91.
- Sournia, A. 1967: La gendre *Ceratium* (Peridinien Planctonique) dans le canal de Mozambique. Contribution a une révision mondiale. *Separata de "Vie et Milieu"*, Série A, Biologie Marine, 18(2-3): 375-500.
- Sournia, A. 1986. Atlas du phytoplankton marine. Vol.1: Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. CNRS (ed.), Paris. 219 p.
- Steidinger, A. y K. Tangen, 1997. Dinoflagellates. In: *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Carmelo R. Tomas (ed.), Academic Press, San Diego, CA, USA, pp.387-584.
- Steidinger, K. A. 1979. Collection enumeration and identification of free-living marine dinoflagellates. In "Toxic dinoflagellate Blooms" D. L. Taylor and H. H. Seliger, (eds.), Elsevier, New York, pp. 435-442.
- Steidinger, K. A., M. A. Faust y D.U. Hernández-Becerril. 2009. Dinoflagellates (Dinoflagellata) of the Gulf of Mexico. In: Felder, D. L. y D. K. Camp (eds.), *Gulf of Mexico: Origin, Waters, and Biota*. Texas A. M. University Press, pp. 131-154.
- Stoecker, D. K. 1999. Mixotrophy among dinoflagellates. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 46(4): 397-401.
- Smalley, G.W. y D.W. Coats. 2002. Ecology of red – tide dinoflagellate *Ceratium furca* distribution, mixotrophy, and grazing impact on ciliate populations of Chesapeake Bay. *Journal Eukaryotic Microbiology*, 49: 64-74.
- Smalley, G.W., D.W. Coats y D.K. Stoecker. 2003. Feeding in the mixotrophic dinoflagellate *Ceratium furca* is influenced by intracellular nutrient concentrations. *Marine Ecology Progress Series*, 262: 137-151.
- Soto, L.G. B. Vásquez, J. Zavala, S. Licea, L. Sanvicente, M. Merino, G. Núñez. 2010. Proyecto Marco ambiental de las condiciones oceanográficas en el sector NW de la ZEE de México en el Golfo de México (MARZEE). Primer Informe Técnico. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML), UNAM, México, D.F. 169 p.
- Soto, L.G. B. Vásquez, J. Zavala, S. Licea, L. Sanvicente, M. Merino, G. Núñez. 2012. Proyecto Marco ambiental de las condiciones oceanográficas en el sector NW de la ZEE de México en

- el Golfo de México (MARZEE-II). Segundo Informe Técnico. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML), UNAM, México, D.F.
- Sturges, W. y A. Lugo. 2005. Circulation in the Gulf of Mexico: observations and models. American Geophysical Union. Washington, D.C. 347 p.
- Subrahmanyam, R. 1968. The Dinophyceae of the Indian Seas. Part I Genus *Ceratium* Schrank. Marine Biological Association of India. City Printers Ernakulam, Cochin-II. Mandapan Camp. 128 p.
- Tenenbaum, D.R. 2006. Dinoflagelados e Tintínídeos da região central da zona econômica exclusiva brasileira; guia de identificação. Museu Nacional. Rio de Janeiro. Brazil. 287 p.
- Taylor, F.J.R. 1976. Dinoflagellates from the international Indian Ocean Expedition: Stuttgart Germany. 169 p.
- Taylor, F.J.R. 1980. On dinoflagellate evolution. *Biosystems*, 13: 65-108.
- Tunin-Ley, A. y R. Lemée. 2013. The Genus *Neoceratium* (Planktonic Dinoflagellates) as a Potential Indicator of Ocean Warming. *Microorganisms*, 1: 58-70.
- Venrick, E.L. 1978. The implications of subsampling. In Sournia, A. (ed.) *Phytoplankton Manual*. Monographs on oceanographic methodology, UNESCO. Paris, pp. 75-85.
- Vidal, L.A. y Lozano-Duque. 2011. Revision of the Taxa of the genus *Neoceratium*. F. Gómez, D. Moreira ET P. López-García (Dinophyceae) and first report of *N. dens* in the Colombian Caribbean. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 40(1): 143-183.
- Wood, E.J.F. 1954. Dinoflagellates in the Australian Region. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 5: 171-351.
- Zamudio, R. M. 1998. Hidrología y fitoplancton en una región costera al oeste del Golfo de México. Tesis Maestría. U.A.C.P.P, ICML, Universidad Nacional Autónoma de México, 66 p.
- Zamudio, M.E., S. Licea y R. Luna. 2013. Relative abundance and distribution of unarmoured dinoflagellate species in the Southern Gulf of Mexico (2005-2010). In Lewis, J. M., F. Marret y L. Bradley (eds.) *Biological and Geological Perspectives of Dinoflagellates: The Micropalaeontological Society, Special Publication*, Geological Society London, pp. 233-238.
- Zavala-Hidalgo, J., S.L. Morey y J.J. O'Brien, 2003. Cyclonic eddies northeast of the Campeche Bank from altimetry data. *Journal of Physical Oceanography*, 23: 623-629.

Zavala-Hidalgo, J., A. Gallegos-García, B. Martínez, S. López, I. Morey y J.J.O'Brien. 2006. Seasonal upwelling on the Western and Southern Shelves of the Gulf of Mexico. *Ocean Dynamics*, 56(3):333-338. DOI 10.1007/s 10236-006-0072-3.

ANEXO 1. Composición de especies del género *Tripes* determinadas en las muestras de agua (red y botella) de las Campañas Oceanográficas MARZEE I, MARZEE II y UEYATL-I dentro del área de estudio y su FRA y ARA.

No.	TAXA	L/fig	FRA			ARA	Estrategia trófica **	Tipo de organismo**	Distribución**
			M - I	M - II	U - I				
1	<i>Tripes arietinus</i> (Cleve) F. Gómez 2013	L3/g	2.52	2.87	2.11	2.19	Mix	Planctónico	Trópico, Nerítico y Oceánico aguas cálidas o templadas
2	<i>Tripes azoricus</i> (Cleve) F. Gómez 2013		--	2.39	0.42		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
3	<i>Tripes balechii</i> (Meave del Castillo, Okolodkov y M.E.Zamudio) F. Gómez 2013	L5/e	--	0.47	0.84	0.76	Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Nerítico, Oceánico
4	<i>Tripes belone</i> (Cleve) F. Gómez 2013	L1/f	0.56	--	--		Mix	Planctónico	Trópico, Oceánico
5	<i>Tripes brevis</i> (Ostenfeld y Johannes Schmidt) F. Gómez 2013	L2/a	--	0.47	0.42		Mix	Planctónico	Trópico, Nerítico, Oceánico
6	<i>Tripes buceros</i> (Zacharias) F. Gómez 2013	L4/a	0.84	2.87	0.84	0.19	Mix	Planctónico	Nerítica, Oceánico
7	<i>Tripes candelabrus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	L1/n	0.56	3.34	1.27	0.06	Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Nerítico, Oceánico
8	<i>Tripes candelabrus</i> var. <i>depressus</i> (C.H.G. Pouchet) F. Gómez 2013	L5/f	--	--	2.11	2.41	Mix	Planctónico	Tropical, Templado, Nerítico, Oceánico
9	<i>Tripes carriensis</i> (Gourret) F. Gómez 2013	L6/c; c'	1.40	0.47	0.42		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
10	<i>Tripes</i> cf. <i>declinatus</i> (G. Karsten) F. Gómez 2013	L3/e	0.84	--	--		Mix	Planctónico	Tropical, Templado, Nerítico, Oceánico
11	<i>Tripes cephalotus</i> (Lemmermann) F. Gómez 2013	L1/b	0.56	--	--		Aut	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
12	<i>Tripes contortus</i> (Gourret) F. Gómez 2013*	L2/c	0.56	--	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico, Cosmopolita
13	<i>Tripes contortus</i> var. <i>saltans</i> (Jorgensen) F.Gómez, 2013*	L3/b	0.56	--	1.69	0.32	Aut	Planctónico	Tropical, Templado, Oceánico

Continuación ANEXO 1

No.	TAXA	L/fig	FRA			ARA	Estrategia trófica **	Tipo de organismo**	Distribución**
			M - I	M - II	U - I				
14	<i>Tripes contrarius</i> (Gourret) F. Gómez 2013	L6/b; b'	3.93	4.78	1.27	1.05	Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico, Cosmopolita
15	<i>Tripes declinatus</i> (G. Karsten) F. Gómez 2013	***	0.28	--	--		Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Nerítico, Oceánico, Cosmopolita
16	<i>Tripes declinatus</i> f. <i>normalis</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	L5/g	--	--	2.96	2.38	Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico, Cosmopolita
17	<i>Tripes declinatus</i> var. <i>angusticornus</i> (N. Peters) F. Gómez 2013 nom inv*	L3/d	3.09	2.87	0.84		Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Oceánico
18	<i>Tripes deflexus</i> (Kofoid) F. Gómez 2014	L4/d	0.28	--	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico, Cosmopolita
19	<i>Tripes dens</i> (Ostenfeld y Johannes Schmidt) F. Gómez, 2013	L2/e	1.68	--	--		Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Nerítico, Oceánico, Cosmopolita
20	<i>Tripes euarquatus</i> (Jørgensen) F. Gómez, 2013	L2/d	0.84	1.91	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
21	<i>Tripes eugrammus</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	L1/r	1.12	--	--		Mix	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico
22	<i>Tripes extensus</i> (Gourret) F. Gómez, 2013	L5/l	2.52	0.95	1.69	1.05	Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
23	<i>Tripes falciformis</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	L1/d	0.28	1.91	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
24	<i>Tripes falcatus</i> (Kofoid) F. Gómez, 2013	L5/k	--	--	0.42	0.44	Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico, Cosmopolita
25	<i>Tripes furca</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	L1/h	8.70	6.22	8.475	6.51	Mix	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico. Ampla distribución
26	<i>Tripes fusus</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	L1/e	5.89	9.09	9.32	7.68	Mix	Planctónico	Templado Tropical, Nerítico, Oceánico, Ampla distribución
27	<i>Tripes gallicus</i> (Kofoid) F. Gómez, 2013	L5/b	5.61	2.87	0.84		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
28	<i>Tripes gibberus</i> (Gourret) F. Gómez, 2013	L5/h	--	0.47	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico

Continuación ANEXO 1

No.	TAXA	L/fig	FRA			ARA **	Estrategia trófica **	Tipo de organismo**	Distribución**
			M - I	M - II	U - I				
29	<i>Tripes hexacanthus</i> (Gourret) F. Gómez, 2013	L2/f	--	0.95	0.42		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
30	<i>Tripes hircus</i> (Schröder) F. Gómez, 2013	L1/i	--	0.95	--		Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Oceánico, Cosmopolita
31	<i>Tripes horridus</i> (Cleve) F. Gómez, 2013	L4/f	2.528	0.95	0.42	1.97	Mix	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico, Amplia distribución
32	<i>Tripes humilis</i> (Jørgensen) F. Gómez, 2013	L3/c	1.68	1.91	0.42	0.10	Aut	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
33	<i>Tripes incisus</i> (G. Karsten) F. Gómez, 2013	L5/i	0.56	--	0.42	0.41	Aut	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
34	<i>Tripes inflatus</i> (Kofoid) F. Gómez, 2013	L1/m	0.28	--	--		Mix	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico
35	<i>Tripes karstenii</i> (Pavillard) F. Gómez, 2013	L3/a	2.24	0.47	1.69	0.29	Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
36	<i>Tripes kofoidii</i> (Jørgensen) F. Gómez, 2013	L1/o	2.24	5.26	9.32	18.13	Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Nerítico, Oceánico
37	<i>Tripes lanceolatus</i> (Kofoid) F. Gómez, 2013	L1/c	--	--	0.42		Aut	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
38	<i>Tripes lineatus</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	L1/j	5.05	9.56	10.59	25.59	Mix	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico
39	<i>Tripes longirostris</i> (Gourret) F. Gómez, 2013	L1/g	2.24	1.43	0.84		Mix	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico
40	<i>Tripes longissimus</i> (Schröder) F. Gómez, 2013	L1/q	0.28	--	--		Mix	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico
41	<i>Tripes lunula</i> (Schimper ex Karsten) F. Gómez, 2013	L2/b	0.56	--	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
42	<i>Tripes macroceros</i> (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	***	--	0.95	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico, Aguas cálidas o templadas
43	<i>Tripes massiliensis</i> (Gourret) F. Gómez, 2013	L5/a	4.21	3.82	0.84	0.25	Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
44	<i>Tripes muelleri</i> var. <i>atlanticus</i> (Ostenfeld 1903) F. Gómez, 2013	L3/h	3.93	--	--		Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Nerítico, Oceánico
45	<i>Tripes pentagonus</i> (Gourret) F. Gómez, 2013	L1/k	7.58	5.74	7.20	6.70	Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Nerítico y Oceánico

Continuación ANEXO 1

No.	TAXA	L/fig	FRA			ARA	Estrategia trófica**	Tipo de organismo**	Distribución**
			M - I	M - II	U - I				
46	<i>Tripes praeolongus</i> (Lemmermann) F. Gomez, 2013	L1/a	0.56	--	0.42		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
47	<i>Tripes ranipes</i> (Cleve) F.Gómez, 2013	L1/p	0.28	0.95	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
48	<i>Tripes reticulatus</i> (Pouchet) F.Gómez, 2013	L4/g	0.28	--	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
49	<i>Tripes setaceus</i> (Jorgensen.) F. Gomez 2013	L5/j	--	--	0.84	0.29	Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
50	<i>Tripes strictus</i> (Okamura y Nishikawa) F.Gómez 2013	L6/a;a'	0.84	0.47	0.42		Aut	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
51	<i>Tripes sumatranus</i> (Karsten) F.Gómez 2013	L2/g	1.68	0.47	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
52	<i>Tripes symmetricus</i> (Pavillard.) F. Gómez 2013	L3/i	1.68	0.47	--		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
53	<i>Tripes tenuis</i> (Ostenf. y Johannes Schmidt) F. Gómez 2013	L4/c	1.40	5.26	5.93	3.97	Mix	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico
54	<i>Tripes tenuissimus</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	L5/d	--	1.91	1.69	0.16	Aut	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico
55	<i>Tripes teres</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	L1/l	8.42	7.17	15.25	13.94	Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Nerítico, Oceánico
56	<i>Tripes trichoceros</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	L4/e	5.05	7.17	2.54		Mix	Planctónico	Templado, Tropical, Nerítico, Oceánico
57	<i>Tripes tripodioides</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	L2/h	--	--	2.11	3.17	Mix	Planctónico	Templado, Nerítico, Oceánico, Amplia distribución
58	<i>Tripes vultur</i> (Cleve) F. Gómez 2013	L4/b	0.56	--	1.27		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
59	<i>Tripes vultur</i> f. <i>angulatus</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	L5/c	0.28		0.84		Mix	Planctónico	Tropical, Nerítico, Oceánico
	%=		100.00	100.00	100.00	100.00			

M-I= MARZEE-I; M-II= MARZEE-II; U-I= UEYATL- I; -- Ausencia de la especie; Aut= Autótrofo; Mix= Mixótrofo; L= Lámina; fig= figura

*Especies que requieren ser revisadas; **De acuerdo con Steidinger *et al.* 2009; Meave - Del Castillo *et al.* 2012 y Barton *et al.* 2013;***Sin imagen

ANEXO 2. Láminas de las especies del género *Triplos*

LAMINA 1

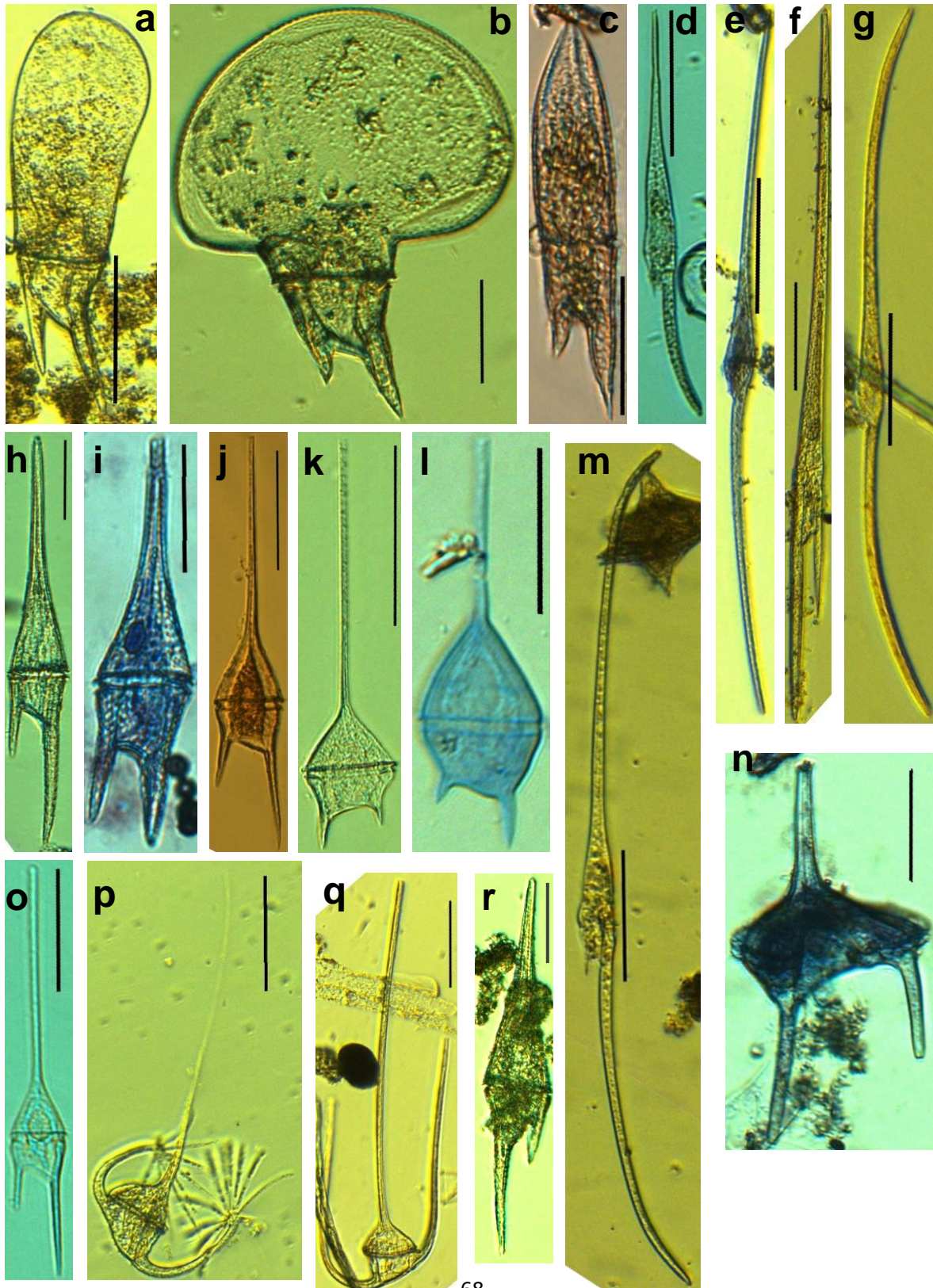


Lámina 1

a) *T. praelongus*, b) *T. cephalotus*, c) *T. lanceolatus*, d) *T. falcatiformes*, e) *T. fusus*, f) *T. belone*, g) *T. longirostrus*, h) *T. furca*, i) *T. hircus*, j) *T. lineatus*, k) *T. pentagonus*, l) *T. teres*, m) *T. inflatus*, n) *T. candelabrus*, o) *T. kofoidii*, p) *T. ranipes*, q) *T. longissimus*, r) *T. eugrammus*. Imágenes a-c, h-j, l, n, o, r = 50 μm ; d, e, g, f, k, m, p, q = 100 μm .

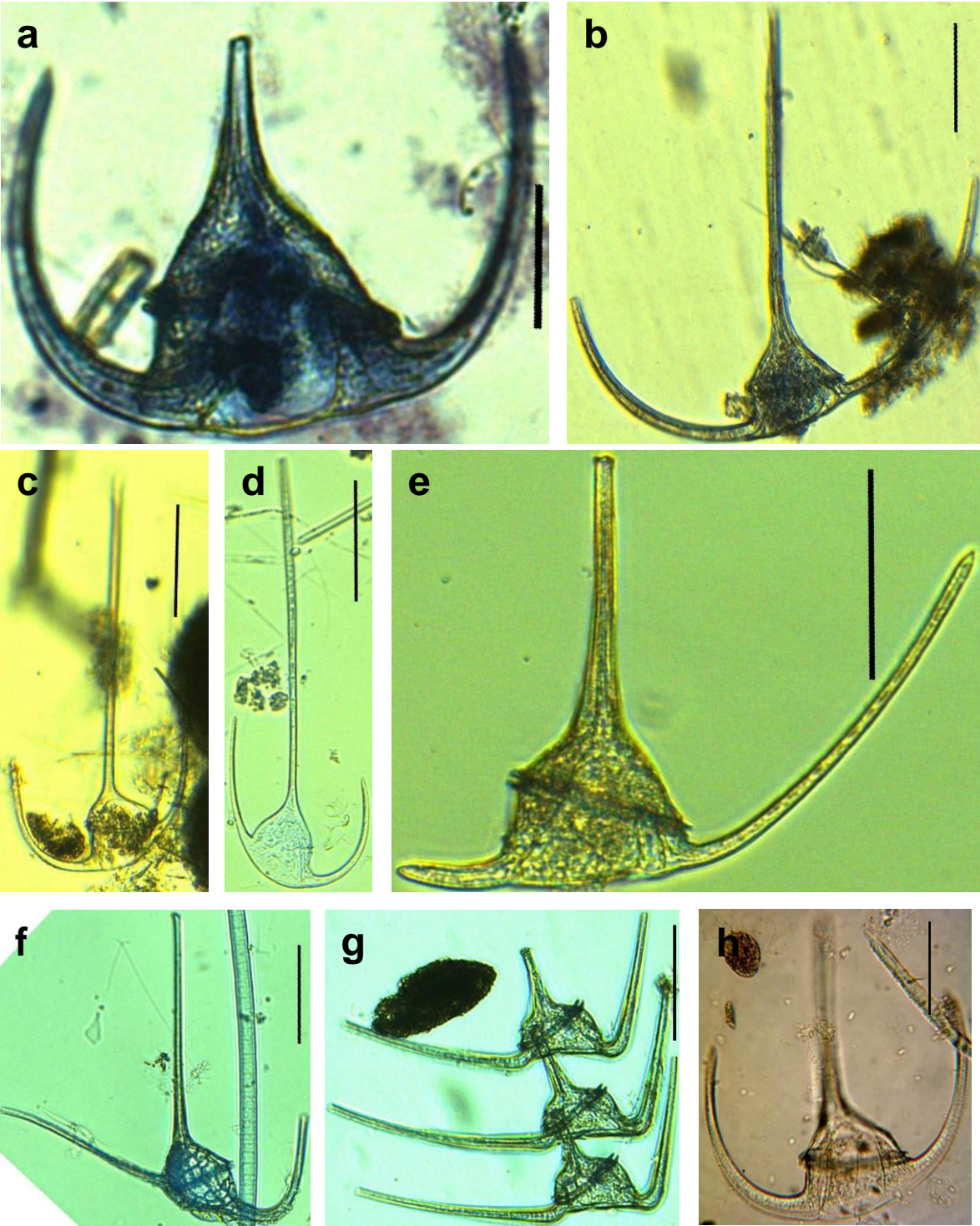


Lámina 2

a) *T. brevis*, b) *T. lunula*, c) *T. contortus*, d) *T. euarquatus*, e) *T. dens*, f) *T. hexcatus*, g) *T. sumatranus*, h) *T. tripodioides*.
Imágenes: a y h = 50 μm ; b, c, d, e, f, g = 100 μm .

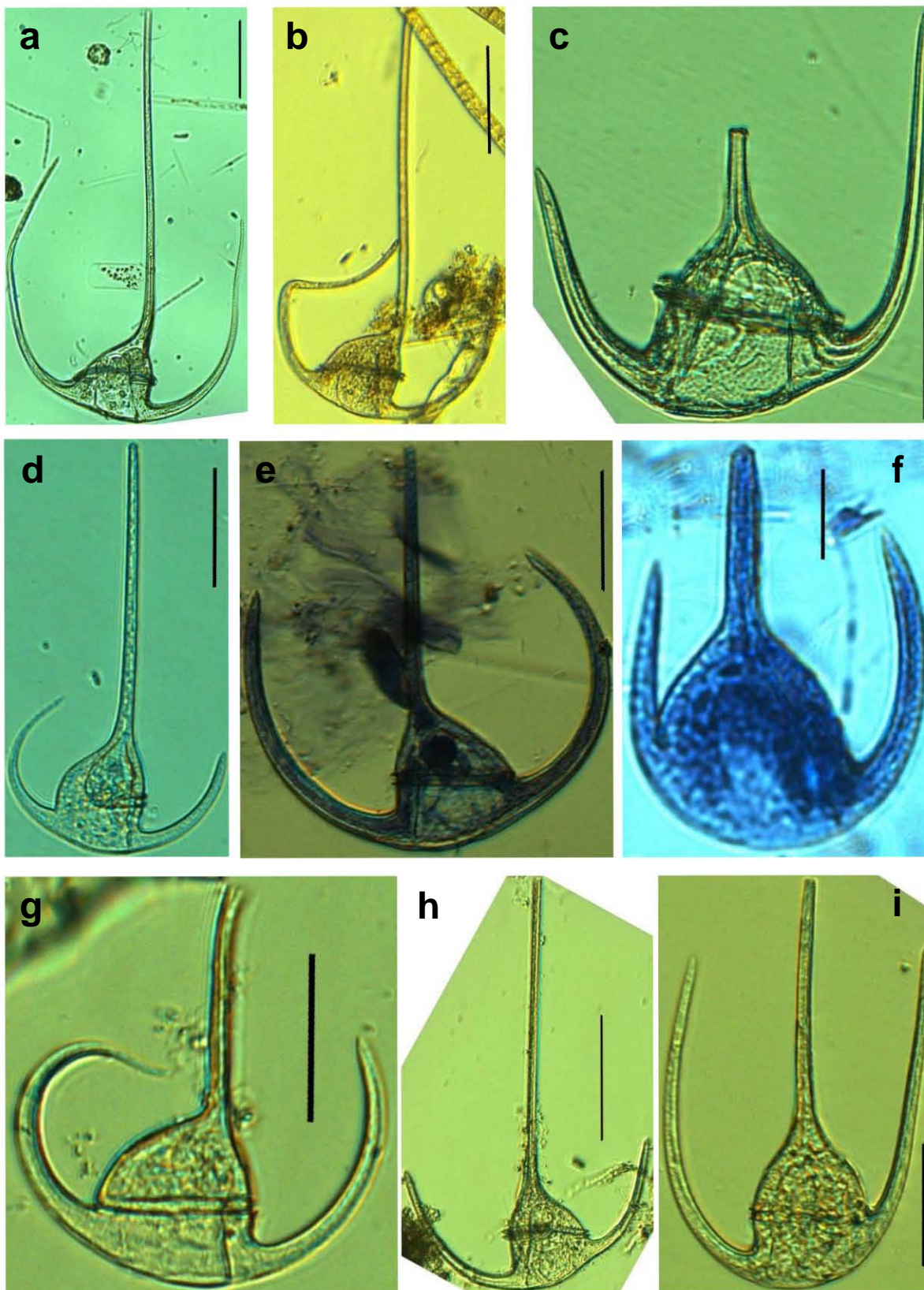


Lámina 3

a) *T. karstenii*, b) *T. contortus* var. *saltans*, c) *T. humilis*, d) *T. declinatus* var. *angusticornis*, e) *T. cf. declinatus*, f) *T. azoricus*, g) *T. arietinus*, h) *T. muelleri* var. *atlanticus*, i) *T. symmetricus*.
Imágenes: f = 20 μm ; d, e, g, h, i = 50 μm ; a, b, c = 100 μm .

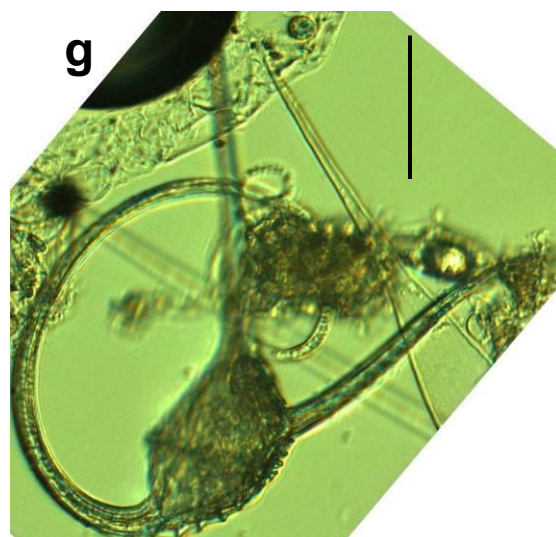
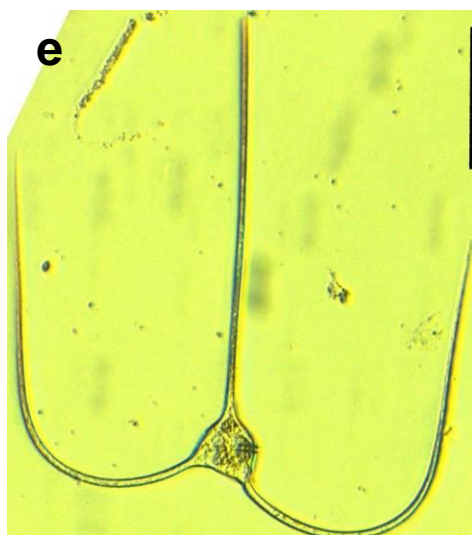
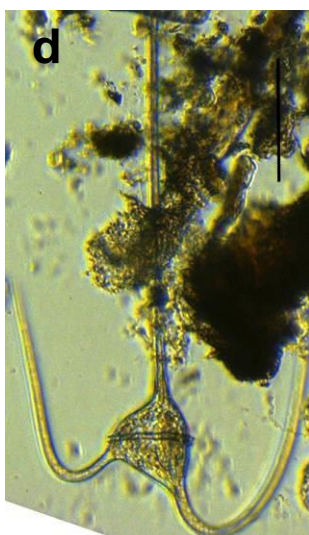
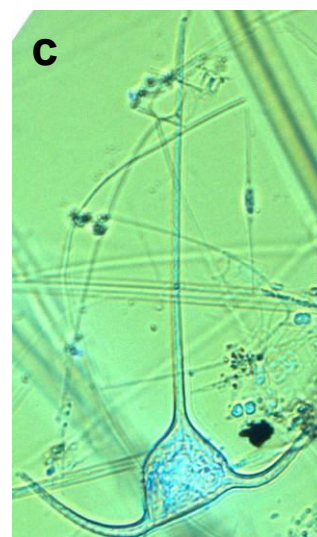
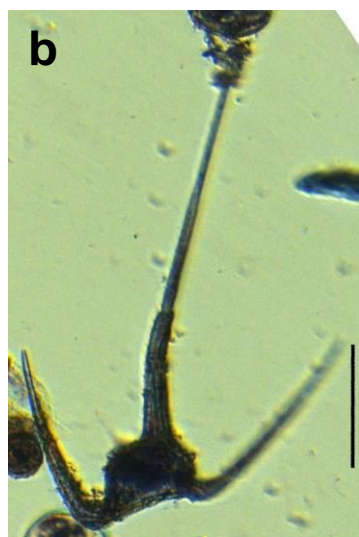
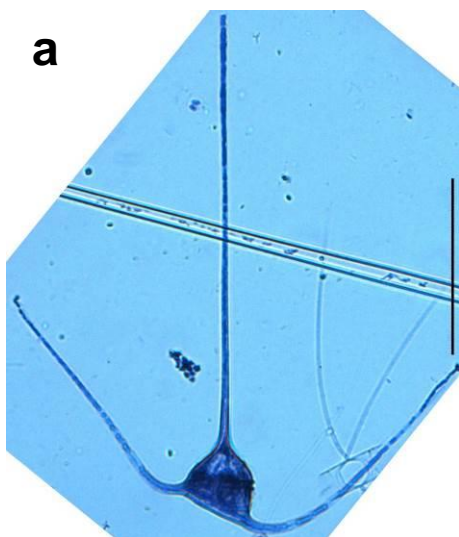


Lámina 4

a) *T. buceros*, b) *T. vultur*, c) *T. tenuis*, d) *T. deflexus*, e) *T. trichoceros*, f) *T. horridus*, g) *T. reticulatus*. Imágenes: b, c, f = 50 μm ; a, d, e, g = 100 μm .

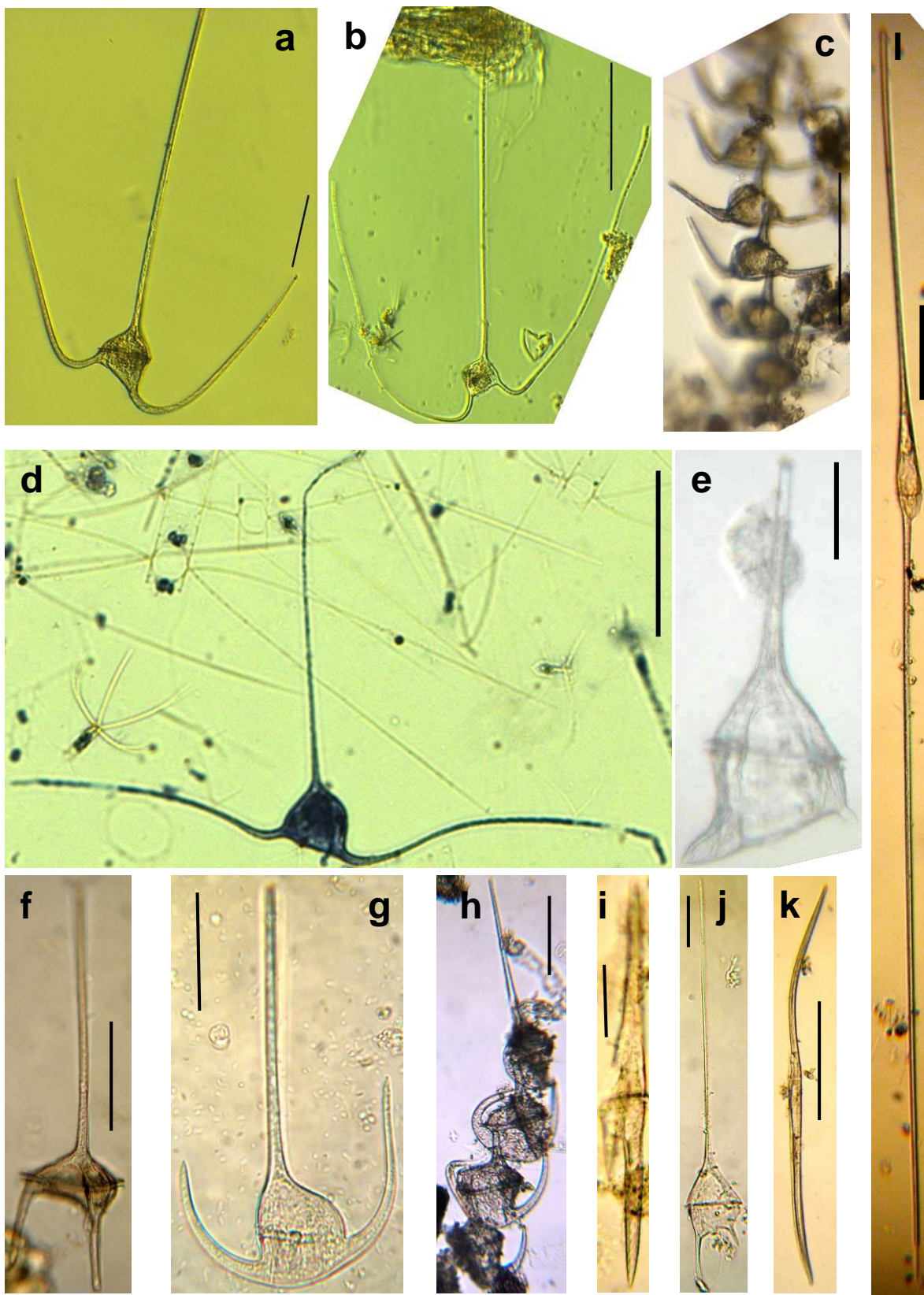


Lámina 5

a) *T. massiliensis*, b) *T. gallicus*, c) *T. vultur* f. *angulatus*, d) *T. tenuissimus*, e) *T. balechii*, f) *T. candelabrus* var. *depressus*, g) *T. declinatus* f. *normalis*, h) *T. gibberus*, i) *T. incisus*, j) *T. setaceus*, k) *T. falcatus*, l) *T. extensus*, Imágenes: a-d, f, h, k, l = 100 μm ; e, g, i, j=50 μm .

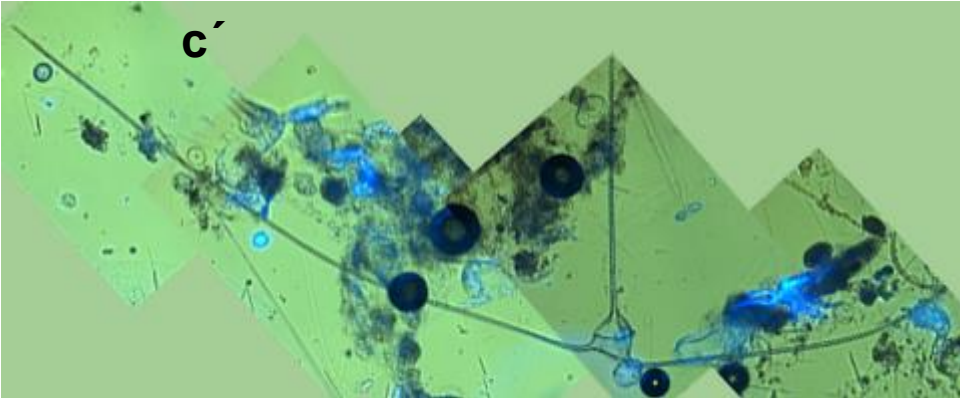
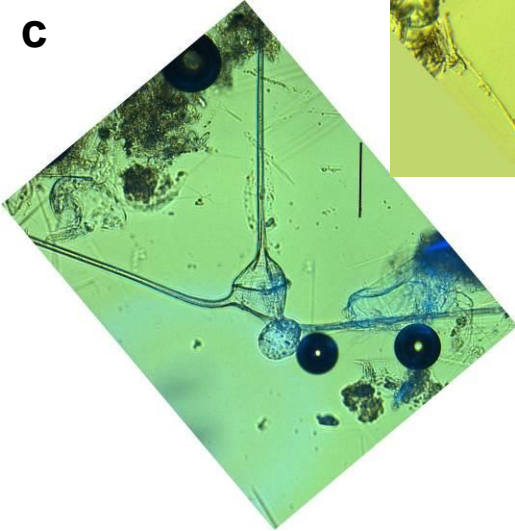
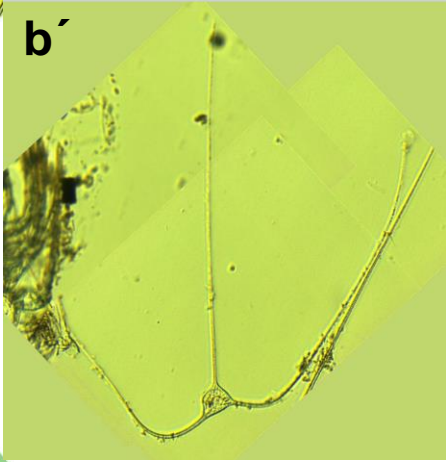
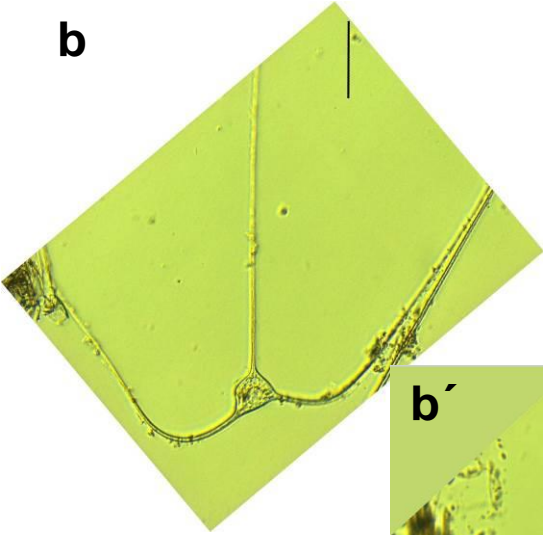
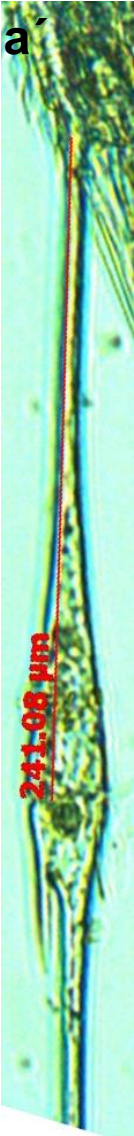
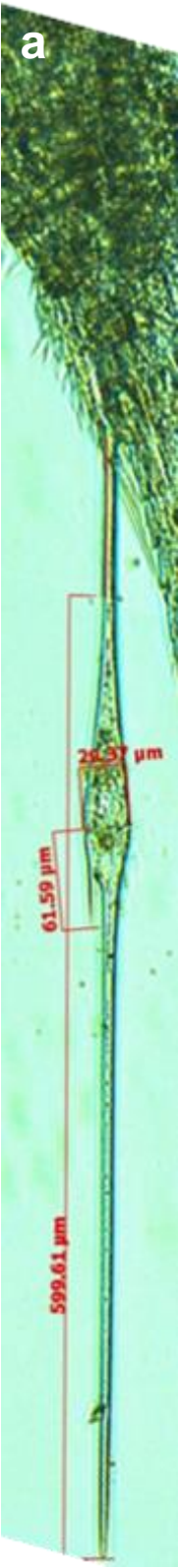


Lámina 6

a y a') *T. strictus.*, b y b') *T. contrarius*, c y c') *T. carriensis.*

Imágenes: a' = 241.08 μm ; b, c = 100 μm

ANEXO 3. Categorías de las especies del género *Tripes*, conforme a escala propuesta de acuerdo al porcentaje de la Frecuencia Relativa (FR) y la Frecuencia Relativa Acumulada (FRA) de las Campañas Oceanográficas MARZEE I, MARZEE II y UEYATL-I

APARTADO I

Taxa de la Campaña MARZEE-I	% FR	% FRA	Contribución	Categoría de la especie
<i>Tripes furca</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	8.70	100.00	MUY ALTA	COMÚN
<i>Tripes teres</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	8.42	91.29	MUY ALTA	COMÚN
<i>Tripes pentagonus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	7.58	82.86	MUY ALTA	COMÚN
<i>Tripes fusus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	5.89	75.28	MUY ALTA	COMÚN
<i>Tripes gallicus</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	5.61	69.38	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes lineatus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	5.05	63.76	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes trichoceros</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	5.05	58.70	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes symmetricus</i> (Pavillard) F. Gómez 2013	4.49	53.65	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes massiliensis</i> (Gourret) F. Gómez 2013	4.21	49.15	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes contrarius</i> (Gourret) F. Gómez 2013	3.93	44.94	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes muelleri</i> var. <i>atlanticus</i> (Ostenfeld) F. Gómez 2013	3.93	41.01	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes declinatus</i> var. <i>angusticornus</i> (N. Peters) F. Gómez 2013	3.09	37.07	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes arietinus</i> (Cleve) F. Gómez 2013	2.52	33.98	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes extensus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	2.52	31.46	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes horridus</i> (Cleve) F. Gómez 2013	2.52	28.93	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes karstenii</i> (Pavillard) F. Gómez 2013	2.24	26.40	MEDIA	ESCASA

Continuación ANEXO 3; APARTADO I

Especies de la Campaña MARZEE-I	% FR	% FRA	Contribución	Categoría de la especie
<i>Tripes kofoidii</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	2.24	24.15	BAJA	ESCASA
<i>Tripes longirostrus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	2.24	21.91	BAJA	ESCASA
<i>Tripes dens</i> (Ostenfeld y Johannes Schmidt) F. Gómez 2013	1.68	19.66	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes humilis</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	1.68	17.97	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes sumatranus</i> (Karsten) F. Gómez 2013	1.68	16.29	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes carriensis</i> (Gourret) F. Gómez 2013	1.40	14.60	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes tenuis</i> (Ostenfeld y Johannes Schmidt) F. Gómez 2013	1.40	13.20	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes eugrammus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	1.12	11.79	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes buceros</i> (Zacharias) F. Gómez 2013	0.84	10.67	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes cf declinatus</i> (Karsten) F. Gómez, 2013	0.84	9.83	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes euarquatus</i> (Jørgensen) F. Gómez, 2013	0.84	8.98	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes strictus</i> (Okamura y Nishikawa) F. Gómez 2013	0.84	8.14	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes belone</i> (Cleve) F. Gómez 2013	0.56	7.30	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes candelabrus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	0.56	6.74	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes cephalotus</i> (Lemmermann) F. Gómez 2013	0.56	6.18	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes contortus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	0.56	5.61	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes incisus</i> (G. Karst.) F. Gómez 2013	0.56	5.05	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes lunula</i> (Schimper ex Karsten) F. Gómez 2013*	0.56	4.49	BAJA	≤ 5%

Continuación ANEXO 3; APARTADO I

Especies de la Campaña MARZEE-I	% FR	% FRA	Contribución	Categoría de la especie
<i>Tripos praeolongus</i> (Lemmermann) F. Gómez 2013*	0.56	3.93	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos contortus</i> var. <i>saltans</i> (Schröder) F. Gómez 2013*	0.56	3.37	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos vultur</i> (Cleve) F. Gómez 2013*	0.56	2.80	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos declinatus</i> (Karsten) F. Gómez 2013*	0.28	2.24	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos deflexus</i> (Kofoid) F. Gómez 2014*	0.28	1.96	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos falcatiformis</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013*	0.28	1.68	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos inflatus</i> (Kofoid) F. Gómez 2013*	0.28	1.40	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos longissimus</i> (Schröder) F. Gómez 2013*	0.28	1.124	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos ranipes</i> (Cleve) F. Gómez 2013	0.28	0.84	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos reticulatus</i> (Pouchet) F. Gómez 2013*	0.28	0.56	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos vultur</i> f. <i>angulatus</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013*	0.28	0.28	BAJA	≤ 5%

Continuación ANEXO 3; APARTADO II

Especies de la Campaña MARZEE-II	FR	FRA	Contribución	Categoría de la especie
<i>Tripes lineatus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	9.56	100.00	MUY ALTA	COMÚN
<i>Tripes fusus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	9.09	90.43	MUY ALTA	COMÚN
<i>Tripes teres</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	7.17	81.34	MUY ALTA	COMÚN
<i>Tripes trichoceros</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	7.17	74.16	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes furca</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	6.22	66.98	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes pentagonus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	5.74	60.76	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes kofoidii</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	5.26	55.02	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes tenuis</i> (Ostenfeld y Johannes Schmidt) F. Gómez 2013	5.26	49.76	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes contrarius</i> (Gourret) F. Gómez 2013	4.78	44.49	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes massiliensis</i> (Gourret) F. Gómez 2013	3.82	39.71	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes candelabrus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	3.34	35.88	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes arietinus</i> (Cleve) F. Gómez 2013	2.87	32.53	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes buceros</i> (Zacharias) F. Gómez 2013	2.87	29.66	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes declinatus</i> var. <i>angusticornus</i> (N. Peters) F. Gómez 2013 nom inv	2.87	26.79	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes gallicus</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	2.87	23.92	BAJA	OCASIONAL

Continuación ANEXO 3; APARTADO II

Especies de la Campaña MARZEE-II	FR	FRA	Contribución	Categoría de la especie
<i>Tripes azoricus</i> (Cleve) F. Gómez 2013	2.39	21.05	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes euarquatus</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	1.91	18.66	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes falcatifomis</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	1.91	16.74	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes humilis</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	1.91	14.83	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes tenuissimus</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	1.91	12.91	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes longirostrus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	1.43	11.00	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes extensus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	0.95	9.56	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes hexacanthus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	0.95	8.61	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes hircus</i> (Schröder) F. Gómez 2013	0.95	7.65	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes horridus</i> (Cleve) F. Gómez 2013	0.95	6.69	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes macroceros</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	0.95	5.74	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes ranipes</i> (Cleve) F. Gómez 2013*	0.95	4.78	BAJA	≤ 5%
<i>Tripes brevis</i> (Ostenfeld y Johannes Schmidt) F. Gómez 2013*	0.47	3.82	BAJA	≤ 5%
<i>Tripes carriensis</i> (Gourret) F. Gómez 2013*	0.47	3.34	BAJA	≤ 5%
<i>Tripes balechii</i> (Meave del Castillo, Okolodkov y M.E.Zamudio) F. Gómez 2013*	0.47	2.87	BAJA	≤ 5%

Continuación ANEXO 3; APARTADO II

Especies de la Campaña MARZEE-II	FR	FRA	Contribución	Categoría de la especie
<i>Tripes gibberus</i> (Gourret) F. Gómez 2013*	0.47	2.39	BAJA	> 5%
<i>Tripes karstenii</i> (Pavillard) F. Gómez 2013*	0.47	1.91	BAJA	> 5%
<i>Tripes strictus</i> (Okamura y Nishikawa) F. Gómez 2013*	0.47	1.43	BAJA	> 5%
<i>Tripes sumatranus</i> (Karsten) F. Gómez 2013*	0.47	0.95	BAJA	> 5%
<i>Tripes symmetricus</i> (Pavillard) F. Gómez 2013*	0.47	0.47	BAJA	> 5%

Continuación ANEXO 3; APARTADO III

Especies de la Campaña UEYATL-I	% FR	% FRA	Contribución	Categoría de la especie
<i>Tripes teres</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	15.25	100.00	MUY ALTA	COMÚN
<i>Tripes lineatus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	10.59	84.74	MUY ALTA	COMÚN
<i>Tripes kofoidii</i> (Jørgense) F. Gómez 2013	9.32	74.15	MUY ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes fusus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	9.32	64.83	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes furca</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	8.47	55.50	ALTA	CONSTANTE
<i>Tripes pentagonus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	7.20	47.03	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes tenuis</i> (Ostenf. y Johannes Schmidt) F. Gómez 2013	5.93	39.83	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes declinatus</i> f. <i>normalis</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	2.96	33.89	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes trichoceros</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	2.54	30.93	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes tripodioides</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	2.11	28.39	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes candelabrus</i> var. <i>depressus</i> (C.H.G. Pouchet) F. Gómez 2013	2.11	26.27	MEDIA	ESCASA
<i>Tripes arietinus</i> (Cleve) F. Gómez 2013	2.11	24.15	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes tenuissimus</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	1.69	22.03	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes contortus</i> var. <i>saltans</i> (Schröder) F. Gómez 2013	1.69	20.33	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes karstenii</i> (Pavillard) F. Gómez 2013	1.69	18.64	BAJA	OCASIONAL

Continuación ANEXO 3; APARTADO III

Especies de la Campaña UEYATL-I	% FR	% FRA	Contribución	Categoría de la especie
<i>Tripes extensus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	1.69	16.94	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes vultur</i> (Cleve) F. Gómez 2013	1.27	15.25	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes contrarius</i> (Gourret) F. Gómez 2013	1.27	13.98	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes candelabrus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	1.27	12.71	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes vultur</i> f. <i>angulatus</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013	0.84	11.44	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes setaceus</i> (Jorgensen) F. Gómez 2013	0.84	10.59	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes massiliensis</i> (Gourret) F. Gómez 2013	0.847	9.746	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes longirostrus</i> (Gourret) F. Gómez 2013	0.84	8.89	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes gallicus</i> (Kofoid) F. Gómez 2013	0.84	8.05	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes declinatus</i> var. <i>angusticornus</i> (N. Peters) F. Gómez 2013 nom inv	0.84	7.20	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes balechii</i> (Meave del Castillo, Okolodkov y M.E.Zamudio) F. Gómez 2013	0.84	6.35	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes buceros</i> (Zacharias) F. Gómez 2013	0.84	5.50	BAJA	OCASIONAL
<i>Tripes strictus</i> (Okamura y Nishikawa) F. Gómez 2013*	0.42	4.66	BAJA	≤ 5%
<i>Tripes lanceolatus</i> (Kofoid) F. Gómez 2013*	0.42	4.23	BAJA	≤ 5%
<i>Tripes incisus</i> (G. Karsten) F. Gómez 2013*	0.42	3.81	BAJA	≤ 5%
<i>Tripes humilis</i> (Jørgensen) F. Gómez 2013*	0.42	3.39	BAJA	≤ 5%

Continuación ANEXO 3; APARTADO III

Especies de la Campaña UEYATL-I	% FR	% FRA	Contribución	Categoría de la especie
<i>Tripos horridus</i> (Cleve) F. Gómez 2013*	0.42	2.96	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos hexacanthus</i> (Gourret) F. Gómez 2013*	0.42	2.54	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos falcatus</i> (Kofoid) F. Gómez 2013*	0.42	2.11	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos carriensis</i> (Gourret) F. Gómez 2013*	0.42	1.69	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos brevis</i> (Ostenfeld y Johannes Schmidt) F. Gómez 2013*	0.42	1.27	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos azoricus</i> (Cleve) F. Gómez 2013*	0.42	0.84	BAJA	≤ 5%
<i>Tripos praeolongus</i> (Lemmermann) F. Gómez 2013*	0.42	0.42	BAJA	≤ 5%

*Especies con una FRA y ARA ≤ 5% del total, conforme a McCune y Grace (2002) se trata de especies raras.