



VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS DINOFLAGELADOS MARINOS (DINOPHYTA) EN
LA BAHÍA DE ACAPULCO EN DIFERENTES ÉPOCAS DEL AÑO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS
(Biología Marina)

Presenta:

CAROLINA BUSTAMANTE GIL

Directora de Tesis: Dra. María Esther Meave Del Castillo

Comité Tutorial: Dra. Martha Signoret Poillon

Dra. Rosalba Alonso Rodríguez

Dra. Rosa Luz Tavera Sierra

Dr. Manuel Castillo Rivera

Asesora externa: M. en C. María Eugenia Zamudio Resendiz

 **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**
Unidad Iztapalapa

Ciudad de México, D.F., 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es la manifestación concreta de una serie de logros que no los hubiera alcanzado sin el apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología y CONACYT.

A la CONABIO por la financiación del proyecto HJ014 “Diversidad y Dinámica del fitoplancton marino en La Bahía de Acapulco, Guerrero” dentro del cual se realizó esta investigación.

A mi tutora la Dra. Maria Esther Meave del Castillo haberme abierto las puertas de su laboratorio, su confianza y por compartir conmigo su conocimiento sobre el fitoplancton marino.

A los miembros de mi comité tutorial: Dra. Martha Signoret Poillon, Dra. Rosalba Alonso Rodríguez, Dra. Rosa Luz Tavera Sierra y el Dr. Manuel Castillo Rivera por sus valiosos comentarios y sugerencias para el mejoramiento de este trabajo.

A la M. en C. María Eugenia Zamudio Resendiz por su valiosísima amistad, su enseñanza y ayuda en la identificación del fitoplancton.

A la Universidad Autónoma de México sede Iztapalapa por facilitarme el espacio y el equipo para el procesamiento de la información dentro del laboratorio de fitoplancton marino y salobre.

Al Laboratorio Estatal de Salud Pública “Dr. Galo Soberon y Parra” del estado de Guerrero, por facilitar la lancha para las salidas de campo. Al Capitán Ramses y al Chivis su acompañamiento y su valiosa ayuda en los muestreos.

Al laboratorio de Sistemas Costeros de la Universidad Autónoma de México sede Iztapalapa por el procesamiento de las muestras para los nutrientes.

A mi querida familia, mis padres Ana María y Rafael y mi hermano Santiago por su amor incondicional, por creer siempre en mí y por su eterno apoyo sin el cual no podría seguir adelante.

A Sandra, Diana, Germán y Emmanuel por convertirse en mi familia en México. A la familia Velazco por acogerme como una integrante más y a Rosalía por mostrarme las cosas más bonitas de México.

A mis amigos en la distancia por todo su cariño y por estar siempre cerca con las palabras precisas para alentarme.

A mis amigos mexicanos porque a través de ustedes descubrí el encanto de un país maravilloso y mágico. A Adri, Francisco y Ricardo por su amistad que espero no tenga fronteras, a los tres gracias por la mejor alianza formada. A Erick y Fidel por su colaboración en el campo y excelente compañía.

A la familia Chagoyan Solis por abrirme las puertas de su casa y mostrarme la gentileza y amabilidad de los mexicanos.

RESUMEN

Se estudió la composición y abundancia de la comunidad de dinoflagelados de La Bahía de Acapulco y los factores físicos y químicos que influyen en su presencia y distribución. Se realizaron tres campañas de muestreo de fitoplancton en 5 localidades dentro y 3 fuera de la bahía colectando con botella a distintas profundidades, en el periodo comprendido entre octubre de 2009 a julio de 2010, abarcando diferentes periodos climáticos. Se identificaron y contaron los dinoflagelados a nivel de especie (a través del método de Utermöhl) y el resto de organismos del fitoplacton sólo a nivel de División. Se calculó la riqueza y diversidad de dinoflagelados en cada punto de muestreo. La frecuencia y abundancia de las especies se graficó de acuerdo al criterio de Gastón (1994), clasificandolas como constantes, ocasionales, escasas o dominantes. Se aplicó el método no paramétrico de Kruskal-Wallis para reconocer las diferencias específicas en tiempo y espacio de la densidad de dinoflagelados, diatomeas, diversidad, riqueza y parámetros físico-químicos. Se realizó una correlación de Spearman para determinar cuáles variables físico-químicas explicaban la variación espacio-temporal de la comunidad de dinoflagelados. Las variables físico-químicas presentaron diferencias significativas entre las épocas de muestreo y las profundidades. Los dinoflagelados fueron el segundo grupo en importancia dentro de la comunidad fitoplanctónica ya que presentaron menores densidades que las diatomeas. La comunidad de dinoflagelados estuvo compuesta por 219 taxa, siendo el 43% totalmente heterótrofas. Los géneros con la mayor riqueza de especies fueron: *Protooperidinium*, *Neoceratium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium* y *Prorocentrum*. Las especies que presentaron las mayores densidades y frecuencias de aparición, caracterizadas como dominantes fueron: *Akashiwo sanguinea*, *Ensiculifera* sp., *Gymnodinium catenatum*, *Gyrodinium fusus*, *Neoceratium furca* var. *eugrammum*, *Prorocentrum gracile*, *P. micans*, *P. triestinum* y *Scrippsiella* cf. *trochoidea*. Durante el estudio, ocurrieron 29 taxa potenciales formadoras de FAN; de éstas, seis presentaron altas densidades y amplia distribución en la bahía. En el mes de julio se presentó el FAN de *P. bahamense* var. *compressum*, con densidades de hasta 2.4×10^{-6} céls. L⁻¹. Según el análisis discriminante las diferencias en la comunidad de dinoflagelados se presentaron únicamente entre las épocas de muestreo. La temperatura y salinidad fueron las variables que mejor se correlacionaron con las especies. La densidad de dinoflagelados por punto de muestreo se correlacionó significativamente de manera positiva con el oxígeno y la clorofila-*a* y negativamente con el amonio. En conclusión la comunidad de dinoflagelados encontrada en La Bahía de Acapulco fue rica y diversa, con una mezcla de especies tropicales, neríticas y oceánicas. Aunque las especies potencialmente tóxicas o nocivas se presentaron como dominantes, no llegaron a formar FAN, a excepción de *P. bahamense* var. *compressum*. La estructura de la comunidad presentó una marcada diferencia entre las épocas de muestreo, debido principalmente a los cambios en las abundancias de las especies dominantes, las cuales estuvieron relacionadas con la variación de los parámetros físico-químicos, especialmente la temperatura y la salinidad.

ABSTRAC

We study the composition and abundance of the dinoflagellate community of Acapulco Bay including the physical and chemical factors affecting their occurrence and distribution. Three field expeditions were performed during October 2009 until July 2010 covering contrasting climatic seasons, water samples were collected by using bottles from five places located inside and three outside the bay at different depths. Dinoflagellates were taxonomically identified and quantified at species level (Through of Utermöhl method) the rest of Phytoplankton organisms were identified at division taxonomical level. Dinoflagellate richness and diversity were measured in each sampled locality. The frequency and density of species were plotted according to the criteria of Gaston (1994), classified as persistently, occasional, rare or dominant. Non parametric Kruskal-Wallis test were apply to recognize the specific differences of dinoflagellate density, diatoms density, diversity, richness and physical-chemical parameters in time and space. A Spearman correlation was estimate to identify the influence and explanation of physic-chemical variables on spatial-temporal dinoflagellate community dynamic. Physical-chemical variables shown significant differences among climatic season and depth class. In terms of abundance and density; dinoflagellates were the second most important taxa after the Diatoms. The dinoflagellate community of Acapulco bay comprises 219 taxa. Being 43% completely heterotrophic. The richest genera were *Protoperidinium*, *Neoceratium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium* and *Prorocentrum*. More densely and frequent species typified as dominant were; *Akashiwo sanguinea*, *Ensiculifera* sp., *Gymnodinium catenatum*, *Gyrodinium fusus*, *Neoceratium furca* var. *eugrammum*, *Prorocentrum gracile*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum triestinum* and *Scrippsiella* cf. *trochoidea*. During the study twenty nine species considered as potential HAB (Harmful Algae Bloom), occurred. Six of them have a wide distribution and high density within the bay. In July a HAB of *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* occurred, it reached densities values of 2.4×10^{-6} cél L⁻¹. According to dinoflagellated discriminated analysis dinoflagellate community differences were observed only among climatic seasons. Temperature and salinity were the variables more reasonably correlated to species. Dinoflagellate density by locality sampled was positive correlated to oxygen and chlorophyll *a*, and negatively to ammonium. In conclusion the dinoflagellate community of Acapulco bay was rich and diverse, comprising tropical, neritic and oceanic species. Even the dominance of those species considered potentially harmful; they did not reach densities as a regular HAB except for *P. bahamense* var. *compressum*. Community structure shown a marked differences according the climatic season, due to the fluctuation of the abundance of dominant species, these values were clearly related to variation of physical-chemical parameters, specially temperature and salinity.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
3. Preguntas de investigación	6
4. HIPÓTESIS.....	6
5. Objetivos.....	7
5.1. General.....	7
5.2. Específicos	7
6. ÁREA DE ESTUDIO.....	8
7. Metodología	12
7.1. Evaluación de parámetros físicos.....	14
7.2. Determinación de nutrientes	14
7.3. Identificación del fitoplancton	15
7.4. Estimación de la densidad de dinoflagelados.....	15
7.5. Procesamiento de los datos.....	16
7.5.1. Composición y estructura de la comunidad de dinoflagelados.....	16
7.5.2. Variación espacial y temporal de la densidad total de los dinoflagelados	17
7.6. Variación espacial y temporal de los parámetros fisicoquímicos.....	17
7.7. Relación entre los parámetros fisicoquímicos y los dinoflagelados.....	18
8. RESULTADOS	19
8.1. Variables físicas, químicas y biológicas.....	19
8.2. Fitoplancton	22

8.3. Estructura de la comunidad de dinoflagelados.....	24
8.3.1.1. Densidad de las especies de dinoflagelados.....	25
8.3.1.2. Dominancia de las especies.....	27
8.3.1.1. Riqueza y diversidad (H´) de la comunidad de dinoflagelados.....	40
8.4. Especies registradas como potencialmente tóxicas o nocivas.....	42
8.5. Variación espacial y temporal de la densidad total de los dinoflagelados	45
8.6. Relación entre las variables físicas, químicas y biológicas con los dinoflagelados	51
9. DISCUSIÓN.....	54
9.1. Composición y estructura de la comunidad de dinoflagelados	54
9.2. Especies potencialmente tóxicas y nocivas.....	58
9.3. Relación de la comunidad con los parámetros físicos y químicos	60
10. conclusiones	64
11. REFERENCIAS	65

ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

La composición y abundancia del fitoplancton marino de una determinada región presenta una amplia y significativa variación, tanto en el tiempo como en el espacio. Desde las primeras observaciones comparativas se han reconocido las diferencias sistemáticas en la abundancia y la composición del fitoplancton, considerándose que su origen radicaba en los cambios de temperatura y de salinidad de la columna de agua. Sin embargo, los resultados de múltiples investigaciones en este sentido han mostrado que las comunidades fitoplanctónicas se asocian con la magnitud, edad, circulación y productividad de las masas de agua y con sus efectos modificadores en las zonas de la plataforma continental y sus costas aledañas (Reynolds, 2006).

En las aguas costeras, generalmente se presentan altos niveles de biomasa y diferentes asociaciones planctónicas, las cuales presentan una marcada periodicidad. La composición de las comunidades de fitoplancton marino en estas zonas, así como su variación espacial y temporal, está determinada por una amplia variedad de factores como la disponibilidad de nutrientes, los cambios de temperatura, la radiación solar y los movimientos del agua (Reynolds, 2006; Prince & Myers, 2008; Choudhury & Pal, 2009). Estos factores, en conjunto con las diferentes estrategias usadas por los organismos para reunir los recursos que soporten el crecimiento y replicación celular, influyen en la estructura de las comunidades fitoplanctónicas (Reynolds, 2006).

Cada vez existen más pruebas de que el nitrógeno es uno de los factores limitantes más importantes del crecimiento del fitoplancton marino en las zonas costeras (Goldman *et al.*, 1973; Downing *et al.*, 1999; Sunda & Hardison, 2007). Este factor limitante conduce a que la competencia por este elemento sea una interacción determinante en la composición y la estructura de las comunidades de fitoplancton y en las redes tróficas planctónicas (Sunda & Hardison, 2007). Los dinoflagelados son excelentes competidores ya que poseen diversas estrategias de obtención y almacenamiento de los recursos para su supervivencia, no solamente de nitrógeno y fósforo, sino también de elementos traza y vitaminas. Estos materiales sumados a diferentes fenómenos físicos, como las surgencias de las aguas desde la zona afótica, aportes de los ríos y estuarios a las zonas costeras, la acción del viento (Pomeroy *et al.*, 1956; Steidinger & Tangen, 1997) y las características físicas propias de los ambientes donde se encuentran, pueden influenciar la abundancia, la dominancia e incluso el origen de los florecimientos de dinoflagelados.

La ecología de los dinoflagelados se basa en las múltiples estrategias adaptativas y en los diversos hábitats que ocupan (Smayda & Reynolds, 2003). Por lo general, se caracterizan como componentes del fitoplancton en aguas estratificadas, ya que gracias a su movilidad pueden asimilar los nutrientes en las aguas más profundas y luego desplazarse hacia las capas superficiales más iluminadas (Margalef, 1978). No obstante, en zonas de surgencia es común encontrar comunidades de dinoflagelados con una gran diversidad morfológica, fisiológica, ecológica e incluso tóxica de las especies (Kudela *et al.*, 2005; Smayda, 2010).

La diversidad de dinoflagelados se estima en aproximadamente 2000 especies vivientes, las cuales ocurren dentro de una gran variedad de hábitats, la mayoría forman parte del fitoplancton marino y presentan una gran diversidad en aguas tropicales (Taylor *et al.*, 2008). Por lo general son predominantes en aguas cálidas, ambientes oligotróficos y de poca turbulencia. Al igual que para el resto del fitoplancton, la composición de la comunidad, su presencia, crecimiento y abundancia dependen de las condiciones del ambiente en el que se encuentren.

Dentro del grupo de los dinoflagelados se pueden encontrar organismos con diferentes formas de alimentación, desde autótrofos y heterótrofos hasta organismos que combinan las dos, denominados mixótrofos (Gaines & Ebrächter, 1978). Las formas fotosintéticas pueden ser productores primarios importantes en menor grado que las diatomeas bajo ciertas condiciones marinas, pero periódicamente de mucho mayor impacto (Gaines & Ebrächter, 1978). Por su parte, los organismos heterótrofos pueden llegar a cumplir un papel importante como consumidores primarios; además de éstas, también se pueden encontrar organismos parásitos y simbioses (Gaines y Ebrächter, 1978; Taylor, 1978). Considerando sólo este aspecto, se evidencia la importancia del papel ecológico de los dinoflagelados dentro de la red trófica marina (Esqueda-Lara & Hernández-Becerril, 2010).

Otro factor importante por el cual son reconocidos los dinoflagelados radica en su capacidad de producir grandes florecimientos, con el potencial de ser tóxicos o nocivos para las diferentes comunidades que habitan junto con ellos e incluso el hombre al consumir productos pesqueros. La mayoría de los dinoflagelados productores de mareas rojas y florecimientos, tienen distribución cosmopolita y sus florecimientos se producen comúnmente en ambientes costeros (Smayda, 2010). El estudio de estos eventos ha tenido un gran auge debido al impacto que generan en los ecosistemas y en las actividades humanas (GEOHAB, 2010).

En general, el estudio de los patrones de sucesión de las comunidades de fitoplancton y en particular de las especies de la División Dinophyta, en relación con la variación de los nutrientes, ayudan a tener una mejor comprensión del funcionamiento de los ecosistemas. Ya que entre otros factores, las actividades antropogénicas aumentan los niveles de nutrientes en las zonas costeras lo que resulta en la alteración de la dinámica de las poblaciones planctónicas (Choudhury & Pal, 2009).

El objetivo de esta investigación es conocer la composición y la abundancia de la comunidad de los dinoflagelados de La Bahía de Acapulco, su variación en el tiempo y en el espacio, y los factores físicos y químicos que influyen en su presencia y distribución. Este estudio pretende hacer un aporte significativo sobre el conocimiento de estas comunidades, sentando un precedente en el análisis integral del fitoplancton en La Bahía de Acapulco, temática sobre la cual existe poca información, considerando la importancia de esta área en el Pacífico Tropical Mexicano.

2. ANTECEDENTES

Debido a su situación geográfica, México es un país con una diversidad biológica notable, tanto en ambientes terrestres como acuáticos, siendo reconocido el Pacífico Tropical Mexicano por su gran diversidad de especies fitoplanctónicas (Hernández-Becerril, 2003a). Para esta zona se han registrado 864 especies de diatomeas y alrededor de 400 especies de dinoflagelados (Meave del Castillo *et al.*, 2003; Meave del Castillo, 2008). El primer registro de dinoflagelados en la zona lo realizó Streets en 1878 en el Golfo de California y desde entonces los estudios florísticos han demostrado la ocurrencia de especies o variedades nuevas para la ciencia (Meave del Castillo *et al.*, 2003; Okolodkov & Gárate-Lizárraga, 2006).

La gran mayoría de los estudios de fitoplancton marino a lo largo de las costas del Pacífico Mexicano, se han concentrado en ciertas regiones tales como las costas occidentales de Baja California, Golfo de California, Bahía Banderas y Golfo de Tehuantepec, siendo dedicados casi exclusivamente a la morfología, taxonomía y sistemática de diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados de muestras de red (Meave del Castillo, 2003). Para la porción tropical existen pocas publicaciones sobre fitoplancton en general, entre otras se pueden citar a Gómez-Aguirre (1972), Cortés-Lara (1985), Gaxiola-Castro *et al.* (1987), Hernández-Becerril (1993), Meave del Castillo y Hernández-Becerril (1998), Esqueda-Lara (2003), Hernández-Becerril *et al.* (2003a), Esqueda-Lara *et al.* (2005), además de una base de datos donde Meave (2006b, 2008) recopila la información existente y la generada por su grupo de trabajo mencionando que se han registrado 697 taxones de fitoplancton para la porción tropical, de los cuales alrededor de 400 son dinoflagelados. Entre los trabajos dedicados a este último grupo se tienen los de Hernández-Becerril *et al.* (2000, 2003b, 2008), Cortés-Altamirano *et al.* (2005), Hernández-Rosas *et al.* (2007), Meave del Castillo *et al.* (2003b, 2006a, 2007), Okolodkov & Gárate-Lizárraga (2006), Meave del Castillo & Zamudio-Resendiz (2009a, 2009b), Esqueda-Lara & Hernández-Becerril (2010), entre otros citados por estos últimos y Hernández-Rosas (2011).

En cuanto a los aspectos ecológicos del fitoplancton únicamente se cuenta con algunos trabajos para la zona norte del Pacífico Mexicano, tales como Signoret & Santoyo (1980), Cortés-Altamirano & Rojas-Trejo (1982), Hernández-Becerril (1985), Colombo-Rivas (1986), García-Pamanes (1987), Hernández-Cachou (1988), Cohen-Fernández (2000), Cortés-Altamirano & Núñez-Pastén (2000) y Gárate-Lizárraga *et al.* (2005), en los cuales se señala que las comunidades de fitoplancton

presentan características estructurales y de distribución según la época del año, alternándose entre diatomeas, dinoflagelados y fitoflagelados. Además de las investigaciones anteriores, otra temática que ha cobrado especial importancia es la de las mareas rojas que se presentan en la zona, cuyo estudio se ha enfocado en la composición y distribución de éstas y en las condiciones ambientales relacionadas con su formación y desarrollo (Alonso-Rodríguez & Páez-Osuna, 2003; Alonso-Rodríguez, 2004; Alonso-Rodríguez & Ochoa, 2004; Gárate-Lizárraga *et al.*, 2011).

Para La Bahía de Acapulco en particular, no existen publicaciones sobre fitoplancton, siendo la mayoría de las investigaciones dirigidas al estudio de otros grupos tales como bacterias, moluscos, anélidos, peces y aves. Con base en muestreos realizados entre mayo de 2000 y septiembre de 2008 para proyectos de la CONABIO, Meave y Zamudio (2010a y 2010b), encontraron 230 taxa de dinoflagelados para la Bahía, las cuales presentaron su mayor abundancia relativa en los meses de marzo y mayo. Además obtuvieron 30 nuevos registros de dinoflagelados desnudos para el Pacífico Tropical Mexicano.

Aunque los trabajos anteriores dan una idea de cuáles son los componentes del fitoplancton que pueden estar presentes en La Bahía de Acapulco, en ellos no se profundiza sobre cómo está compuesta la comunidad de dinoflagelados en la zona, ni qué factores ambientales, físicos, químicos e incluso biológicos podrían ayudar a explicar su presencia y distribución.

3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo es estructura de la comunidad de los dinoflagelados presentes en La Bahía de Acapulco?

¿Cómo influyen las variables ambientales evaluadas (temperatura, salinidad y oxígeno) y nutrientes (fosfatos, silicatos, amonio, nitritos y nitratos) en la composición y abundancia de la comunidad de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco?

¿Cuáles especies de dinoflagelados presentes en La Bahía de Acapulco son potenciales formadoras de Florecimientos Algales Nocivos (FAN) y qué variables podrían promover sus florecimientos?

4. HIPÓTESIS

Con base en las preguntas anteriores se plantea la siguiente hipótesis:

Si la estructura de la comunidad de dinoflagelados varía con relación a las condiciones ambientales tales como temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes (fosfato, amonio, nitritos y nitratos) que se presentan en las diferentes épocas del año, entonces se presentarán diferencias significativas en cuanto a la composición y abundancia de la comunidad de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco entre las tres épocas de muestreo seleccionadas.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Caracterizar la comunidad de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco en tres diferentes épocas climáticas (fin de lluvias, secas y lluvias) y establecer su relación con las variables biológicas (clorofila a), ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno) y los nutrientes (fosfatos, silicatos, amonio, nitritos y nitratos).

5.2. Específicos

Determinar la composición de la comunidad de dinoflagelados en diferentes localidades de La Bahía de Acapulco en tres épocas del año.

Identificar las especies de dinoflagelados que son formadoras potenciales de Florecimientos Algales Nocivos (FAN).

Relacionar los cambios en la composición y abundancia de la comunidad de dinoflagelados con el comportamiento de las variables biológicas (clorofila a), ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno) y los nutrientes (fosfatos, silicatos, amonio, nitritos y nitratos).

Establecer la distribución espacial y temporal de los dinoflagelados a partir de sus valores de densidad.

Explicar la presencia de FAN y su relación con las variables ambientales.

6. ÁREA DE ESTUDIO

La Bahía de Acapulco se localiza en la plataforma continental del estado de Guerrero, entre los paralelos 99° 50' 52" y los 99° 56' N y 16° 47' y 16° 51' 40" O, cubriendo una superficie de 1,882 km² y representando el 2.6% de la superficie total del estado (Fig. 1) (INEGI, 2006; Torres, 2008). La bahía tiene 6 km de ancho y 13 km de largo, en su interior la profundidad total oscila entre 10 y 30 m y hacia la boca se presentan profundidades de hasta 56 m (De La Lanza, 1991; Sánchez-Ramírez, 2006). Dada su cercanía con la Trinchera Mesoamericana, a unos 20 km mar adentro se encuentra la "fosa de Acapulco", de aproximadamente 400 m de profundidad y 519 km de longitud (De La Lanza, 1991; Cárdenas-Santiago & Jiménez-Escobar, 2001).

El estado de Guerrero está localizado en el centro de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) de una región de transición entre dos sistemas oceánicos de alta productividad biológica: Golfo de California al norte y el Golfo de Tehuantepec al sur (Salcedo-Oropeza, 2011). Para esta región, al igual que en otras zonas del Pacífico Mexicano, el régimen de mareas es mixto, con dos pleamares y dos bajamares diarios, su amplitud promedio es de 1.4 m, presentándose los niveles más bajos en invierno y los más altos en verano (Barba-Marino, 2009). Para el Puerto de Acapulco la amplitud media de mareas es de 0.46 metros en la playa de Caleta (Martínez-Orozco, 2004).

La comunicación de la bahía con el Océano Pacífico se da a través de una boca de aproximadamente 2.7 km, localizada en la región sur, conformada por dos penínsulas que junto con la Isla La Roqueta, restringen el libre acceso de corrientes, oleaje y viento al interior de la Bahía (Salcedo-Oropeza, 2011). El sistema de corrientes de Acapulco no está bien documentado, sólo se tiene una idea general de las corrientes superficiales. Debido a la conformación de la Bahía la corriente marina se debilita al entrar; en su interior las corrientes son generadas principalmente por los vientos que vienen del oeste entrando por La Bahía de Santa Lucía, las cuales se unen a la corriente entrante de Boca Chica, ubicada entre La Isla La Roqueta y Caleta, para producir una corriente a lo largo de la costa interior de La Bahía Icacos hacia el Farallón del Obispo y volver a salir por Punta Bruja (Fig. 1; Parra-Domínguez, 1979; Martínez-Orozco, 2004).



Fig. 1. Ubicación geográfica de La Bahía de Acapulco, Estado de Guerrero, México.

La bahía está rodeada por un macizo montañoso, con fuertes pendientes que oscilan entre 36 a 70 m, y una altura sobre el nivel del mar de 28 m en promedio (Sánchez-Ramírez, 2006). En la playa se localizan tres tipos de zonas: a) Urbanizada, que se localiza entre 5 y 10 m.s.n.m, cuya pendiente va decreciendo lo cual favorece el transporte de sedimentos, b) La franja costera, que se encuentra inmediata a la zona urbanizada y en la cual prácticamente la pendiente es nula, lo que provoca la acumulación de sedimentos y por consiguiente el azolve de la zona y c) La playa, que generalmente presenta problemas de contaminación originados por arroyos o pequeñas descargas que incluso llegan a contener aguas negras (Parra-Domínguez, 1979).

El relieve formado por la zona montañosa que rodea la bahía es un factor determinante en el aporte de agua dulce por precipitación (Rivera-Contreras, 2000). En la zona urbana del municipio de Acapulco se encuentra una red hidrológica compuesta por 76 cauces pluviales que atraviesan la ciudad interconectándose entre sí, 9 de los cuales son de gran importancia debido a que

representan los escurrimientos pluviales que alimentan a la zona costera de la bahía, en particular en la época de lluvias, siendo el principal medio de transporte de detritos y desechos antropogénicos e industriales (Parra-Domínguez, 1979; Pineda-Mora, 2007).

El municipio de Acapulco de Juárez, presenta un clima cálido subhúmedo con una temperatura promedio de 28°C, y régimen de lluvias en verano (García, 1964; Vidal, 2005) con precipitaciones anuales entre 1,000 – 1,700 mm. Datos de precipitación obtenidos de los últimos 10 años, muestran que las lluvias más fuertes se presentan en el mes de septiembre (195.32 mm en promedio), mientras que el mes menos lluvioso es marzo (2.7 mm en promedio) (Fig. 2; Datos obtenidos de la estación meteorológica No. 768050 del Sistema Meteorológico Nacional, SMN). De mayo a noviembre la región es afectada por depresiones tropicales que pueden convertirse en tormentas y en ocasiones forman huracanes o ciclones (INEGI, 2006; Torres, 2008). La época seca se presenta de noviembre a mayo y de junio a octubre la época de lluvias, por lo general el mes más frío es febrero con una temperatura promedio de 26° C y el mes más cálido es julio con 29° C(Fig. 3; INEGI, 2006).

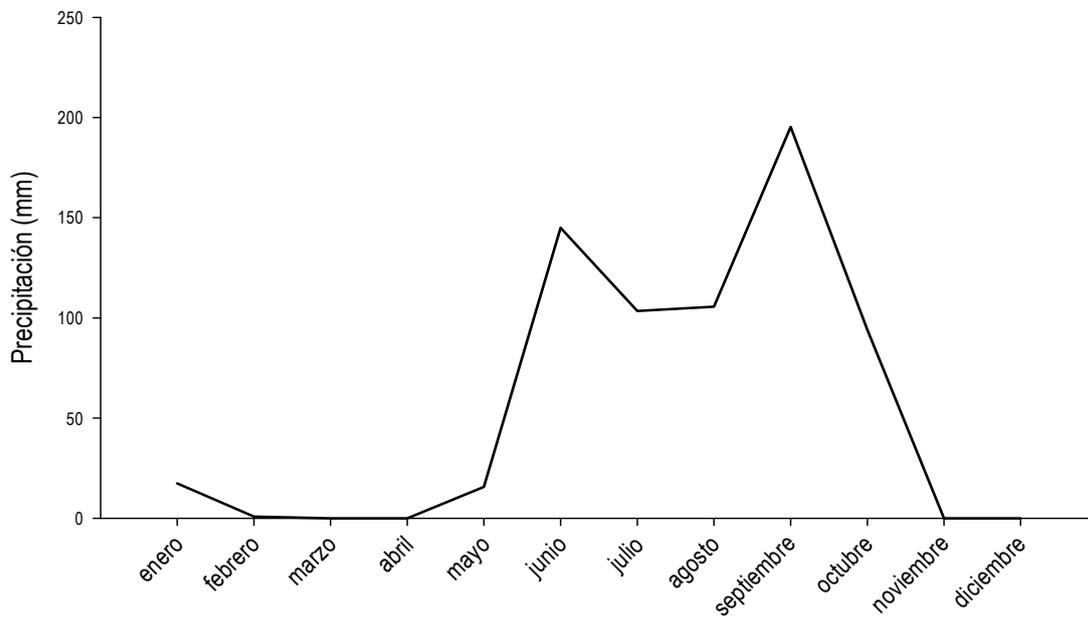


Fig. 2. Promedio mensual de la precipitación en La Bahía de Acapulco durante los últimos 10 años (2000-2010; SMN).

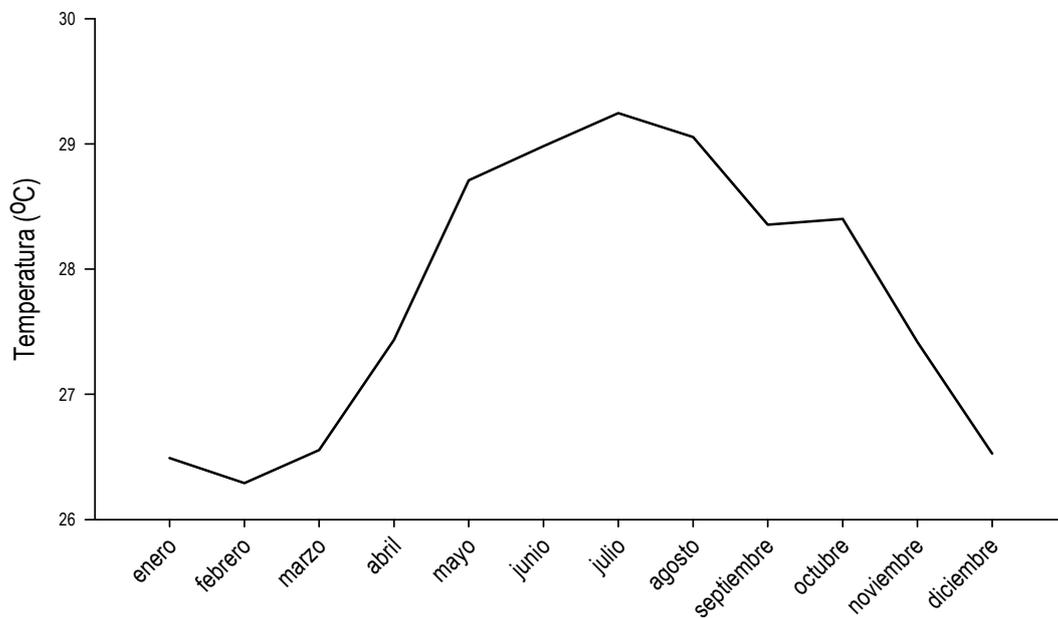


Fig. 3. Promedio mensual de la temperatura ambiente en La Bahía de Acapulco durante los últimos 10 años (2000-2010; SMN).

7. METODOLOGÍA

Se realizaron tres campañas de muestreo de fitoplancton en La Bahía de Acapulco donde se evaluaron parámetros físicos y químicos en el periodo comprendido entre octubre de 2009 y julio de 2010, los cuales abarcaron los diferentes periodos climáticos: 23 y 24 de octubre de 2009 (fin de época de lluvias), 6 de marzo (época seca) y 10 de julio de 2010 (época de lluvias).

Las colectas de agua se realizaron en ocho localidades: 5 ubicadas dentro y 3 fuera de la bahía (Fig. 4). En cada punto se registró la hora de la colecta y se tomaron muestras directas de fitoplancton con una botella Van Dorn (2 L) entre cuatro y seis profundidades (1, 3, 5, 10, 20, 30 y 50 m) según la profundidad de la localidad. Las muestras se fijaron con acetato lugol y se almacenaron en frascos ámbar de 500 ml en un lugar fresco a resguardo de la luz. Se midieron los parámetros físicos y químicos *in situ* y se colectó otra muestra de agua filtrada para la determinación de nutrientes.

Localidades de colecta:

Sinfonía del Mar: Localidad ubicada fuera de la bahía en mar abierto hacia el oeste, cerca de la costa, frente al anfiteatro de música denominado Sinfonía del Mar. Cerca a esta localidad se producen descargas antropogénicas municipal y una profundidad total aproximada de 32 m.

Caleta: Ubicada en la porción suroeste de la bahía canal formado por la isla la Roqueta y la costa frente a la playa Caleta, con una profundidad total aproximada de 30 m. Es una zona tránsito de lanchas que van desde la playa la Caleta hasta la isla Roqueta. Tiene alta influencia antropogénica. En esta zona se presentan corrientes fuertes que en ocasiones se dirigen hacia la Bahía y en otras salen

La Marina: Ubicada al interior de La Bahía Santa Lucía dentro de lo que ahora es el Club de Yates. Es una localidad muy resguardada de la influencia marina, es una zona con alta población urbana, con una profundidad total aproximada de 15 m. Es una zona de mucho tránsito de yates y lanchas.

Centro: Ubicada en el centro de la Bahía cerca de la enorme roca denominada Farallon del Obispo, con una profundidad aproximada de 50 m. Tiene influencia antropogénica ya que en la zona llegan una serie de arroyos con descargas industriales y domésticas.

La Naval: Ubicada en cerca de la Base Naval de Acapulco, con una profundidad total aproximada de 15 m. Esta localidad es una zona de paso de embarcaciones oficiales y recreativas. Parece ser la zona más diferente dentro de la Bahía ya que frecuentemente se presentan FANs.

Punta Bruja: Ubicada en la porción este de la Bahía frente a la casa de Días Ordaz. Cerca a la boca de la Bahía, con una profundidad aproximada de 23 m. Es una zona muy rocosa con una pequeña playa y en ocasiones el oleaje puede ser fuerte.

Puerto Marqués: Ubicada en la entrada de la Bahía del mismo nombre, con una profundidad aproximada de 30 m.

La Bocana: Ubicada en la entrada de la Bahía cerca del faro, con una profundidad aproximada de 50 m y una alta influencia marina.

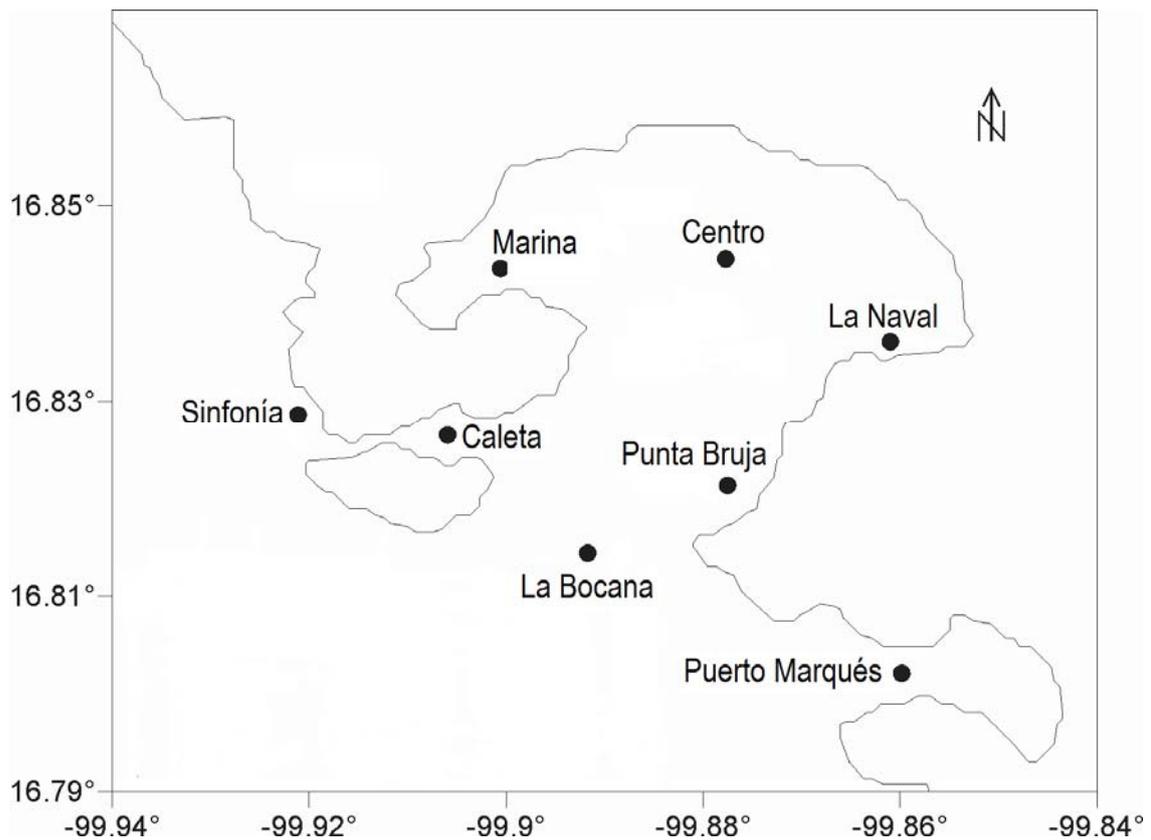


Fig. 4. Localización de las localidades de muestreo en La Bahía de Acapulco.

Tabla 1. Coordenadas y profundidad de las localidades de muestreo en La Bahía de Acapulco

LOCALIDAD	COORDENADAS	PROFUNDIDAD
Sinfonía	16° 50' 30.9'' N 99° 55' 41.5'' O	31.2 m
Caleta	16° 49' 41.5'' N 99° 54' 21.1'' O	28.4 m
Marina	16° 50' 27.9'' N 99° 54' 00.5'' O	13.0 m
Centro	16° 50' 22.1'' N 99° 52' 38'' O	35.6 m
La Naval	16° 50' 09.9'' N 99° 51' 37.2'' O	14.7 m
Punta Bruja	16° 49' 09'' N 99° 52' 20.8'' O	23.4 m
Puerto Marqués	16° 48' 10.3'' N 99° 51' 25.5'' O	27.4 m
La Bocana	16° 49' 12.4'' N 99° 53' 42'' O	47.9 m

7.1. Evaluación de parámetros físicos

En el muestreo de octubre de 2009, la temperatura se midió con un termómetro marca Brannan (+/- 1°C), inmediatamente al sacar la muestra de agua dentro de la botella Van Dorn. La transparencia se midió con un disco secchi y la salinidad se midió con un refractómetro de marca S/Mill-E. La profundidad de la zona eufótica se obtuvo según Kirk (1994) $Z_{eu} = -Z_{sd} \ln(0.01)/1.44$.

En los muestreos de marzo y julio de 2010, los parámetros de temperatura del agua (°C), salinidad, oxígeno disuelto (mg/l) y porcentaje de saturación de oxígeno se midieron *in situ* a las distintas profundidades con una sonda multiparamétrica YSI modelo 56 mps.

7.2. Determinación de nutrientes

Para la determinación de los nutrientes, se filtró con un equipo Millipore manual y filtros GF/F de 0.7 µm de abertura de poro, un litro de agua recolectada de las distintas profundidades. Del agua

filtrada se guardaron 0.5 L en un frasco y se conservó inmediatamente en hielo, con el fin de evitar la degradación de los nutrientes. Por su parte, los filtros GF/F se cubrieron con papel aluminio, se almacenaron en un recipiente hermético con sílica gel y se guardaron en hielo y en total oscuridad para evitar la degradación de la clorofila.

Las muestras de agua filtradas se analizaron en el laboratorio de Sistemas Costeros del Departamento de Hidrobiología, UAM-Iztapalapa, donde se midieron los nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-), amonio (NH_4^+), fosfato soluble reactivo (SRP) y silicato soluble reactivo (SRSi), de acuerdo con los métodos descritos por Strickland & Parsons (1972). También se evaluó la biomasa fitoplanctónica a partir de la estimación de la concentración de clorofila a (Parsons *et al.*, 1984) con el método espectrofotométrico, utilizando acetona al 90% como disolvente de la clorofila.

7.3. Identificación del fitoplancton

Con ayuda de obras especializadas, tales como Kofoid & Swezy (1921), Balech (1988), Licea *et al.* (1995), Steidinger & Tangen (1997), Hernández-Becerril *et al.* (2000), Hernández-Rosas *et al.* (2007), Meave del Castillo & Zamudio (en preparación) y Steidinger *et al.* (2011), se identificó el fitoplancton.

La medición de los dinoflagelados se realizó en un microscopio invertido Motic con un ocular micrométrico en un aumento de 63x. Las fotografías de los organismos se tomaron directamente en el microscopio invertido con una cámara digital (Canon Powershot A2200) y en algunas ocasiones en un microscopio Leica con cámara Canon digital integrada.

7.4. Estimación de la densidad de dinoflagelados

En el laboratorio se hicieron conteos de células fitoplanctónicas, utilizando un microscopio invertido Motic con objetivos de 20 y 40X a través de la técnica de transectos (Villafañe & Reid, 1995), utilizando cámaras de Utermöhl (Utermöhl, 1958) con cubetas de sedimentación de 25 y 50 ml dependiendo de las concentraciones de fitoplancton en cada muestra. Se contaron cuatro transectos y posteriormente se hizo un recorrido de la cámara completa con el aumento de 20X, con el fin de cuantificar también a las especies que no aparecieron en los transectos. Además de evaluar la densidad de los dinoflagelados presentes en las muestras, se cuantificaron los demás organismos del fitoplancton a nivel de División, con el fin de determinar la importancia de los dinoflagelados dentro de la comunidad fitoplanctónica en cada muestra colectada.

Conociendo el área de la cubeta y de los transectos con el número de células contadas y el volumen sedimentado, se calculó la densidad de las especies de dinoflagelados para ser expresada en cel L⁻¹, de la siguiente manera:

$$D = \frac{\frac{N \times C}{T}}{L}$$

En donde:

D= Densidad de dinoflagelados (Cel L⁻¹)

N= Número de células contadas

C= Área de la cámara de sedimentación (415.48 cm²)

T= Área del transecto (50.88 cm²)

L= Volumen de muestra sedimentado (0.05 ó 0.025 L)

Con el mismo método, además de la densidad fitoplanctónica absoluta, también se obtuvo la abundancia relativa en porcentaje (%), de los principales grupos del fitoplancton encontrados en la Bahía. De manera que se pudieran comparar y así determinar el lugar que ocupan dentro de la comunidad fitoplanctónica.

7.5. Procesamiento de los datos

7.5.1. Composición y estructura de la comunidad de dinoflagelados

La composición de la comunidad de dinoflagelados, se obtuvo a partir de la identificación de las especies, con lo que se realizó una tabla con la clasificación taxonómica de la comunidad, la cual se presenta en el Anexo 2.

Como parte de la evaluación de la estructura de la comunidad, en cada época de muestreo se determinó la dominancia de las especies de dinoflagelados, según el criterio de Gastón descrito en Magurran (2004). El método utilizado para este fin, se basó en considerar el tercer cuartil de la frecuencia de aparición relativa (eje de las "x") y el tercer cuartil del logaritmo de la densidad total de cada una las especies (eje de las "y"). Con estos dos puntos de corte, se formaron cuatro

cuadrantes. Se consideraron como especies dominantes aquellas ubicadas en el cuadrante superior derecho, con densidades y frecuencias de aparición dentro del cuartil superior (tercer cuartil). Las especies constantes correspondieron a las situadas en el cuadrante inferior derecho, con una densidad menor pero alta frecuencia. Las especies ocasionales se localizaron en el cuadrante superior izquierdo, con una densidad alta pero una frecuencia baja, mientras que las especies raras fueron aquellas localizadas en el cuadrante inferior izquierdo, con densidades y frecuencias bajas. Las gráficas se realizaron con el programa Statistica 7 para Windows.

Con los valores de densidad y número de especies de dinoflagelados en cada uno de los puntos (profundidad y localidad) y épocas de muestreo, se calcularon los índices de diversidad (H') de Shannon & Wiener en bits/cel (Margalef, 1978).

Con la finalidad de determinar la variación espacial y temporal de la diversidad y riqueza, se aplicó el método no paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) y se realizaron comparaciones múltiples (Kruskal-Wallis prueba Z) para reconocer las diferencias específicas entre las escalas espacial y temporal (Zar, 1997).

7.5.2. Variación espacial y temporal de la densidad total de los dinoflagelados

Para determinar la variabilidad espacial y temporal de la densidad total de la comunidad de dinoflagelados, se aplicó el método no paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$), debido a que las varianzas no fueron homogéneas y no se cumplieron los supuestos de normalidad. Se realizaron comparaciones múltiples (Kruskal-Wallis prueba Z) entre las escalas espacial y temporal, con el fin de identificar las diferencias específicas (Zar, 1997).

Se realizó un Análisis de Discriminantes (AD) con el fin de identificar el componente en el cual se estaban agrupando las especies de dinoflagelados. El AD se aplicó a la matriz de densidad de las especies que se presentaron durante las tres épocas de muestreo y que fueron dominantes en al menos una de ellas. Estos análisis se ejecutaron con el programa NCSS 2007.

7.6. Variación espacial y temporal de los parámetros fisicoquímicos.

Se realizaron perfiles con los parámetros físicos y químicos en cada una de las épocas de muestreo y por localidad, para observar el comportamiento de los parámetros ambientales y los nutrientes en la bahía durante las tres épocas de estudio. Para determinar si se presentaban

diferencias significativas en el tiempo y el espacio, se aplicó el método no paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$), ya que los datos no presentaron homogeneidad en las varianzas y no cumplieron con los supuestos de normalidad. Al mismo tiempo se realizaron comparaciones múltiples (Kruskal-Wallis prueba Z) para reconocer las diferencias entre las escalas espacial y temporal. Estos análisis se llevaron a cabo con el programa NCSS 2007.

7.7. Relación entre los parámetros fisicoquímicos y los dinoflagelados.

Para cumplir con los supuestos de los análisis paramétricos, inicialmente a los datos se les aplicó una transformación logarítmica ($\text{Log}_e (x+1)$), pero aún después de éstas transformaciones, en muchos casos siguieron existiendo violaciones a estos supuestos. Por lo anterior se aplicaron a los datos no transformados, correlaciones no-paramétricas (correlación de Spearman, $p < 0.05$) entre los parámetros fisicoquímicos, la densidad total de los dinoflagelados y la densidad de cada una de las especies de manera que se pudieran determinar cuáles variables fisicoquímicas explicaban la variación de la comunidad de dinoflagelados y cuales influían en la presencia y abundancia de las especies. Para disminuir el número de variables, se eligieron especies que fueran comunes en los tres meses y que se presentaran como dominantes en alguna de las épocas, según el diagrama de dominancia. Estos análisis se realizaron con el programa NCSS 2007.

8. RESULTADOS

8.1. Variables físicas, químicas y biológicas

La profundidad del disco de Secchi en la bahía en los tres meses de muestreo presentó un rango entre 4 y 26 m, con un promedio de 9 m. En el muestreo de octubre de 2009 se presentaron los mayores valores (7.23 y 26 m), por lo que en este mes el espesor de la zona eufótica para la mayoría de las localidades alcanzó la profundidad total de la columna de agua, excepto en la localidad Centro. Lo anterior se presentó también en el mes de marzo para las localidades La Marina y La Naval, mientras que en el mes de julio en las localidades Sinfonía y Caleta. En el anexo, se muestra la profundidad total y de la zona eufótica de cada localidad.

En general en las tres épocas de muestreo las variables físicas y químicas se presentaron de manera uniforme en la bahía, la mayoría no presentó diferencias significativas entre las localidades. La temperatura del agua tuvo un rango de variación en las tres épocas muestreadas entre 21 y 31° C, ésta mostró una tendencia a disminuir a medida que aumentaba la profundidad, presentando diferencias significativas entre las profundidades ($H= 11.57$; g.l.= 5; $p= 0.04$). La variación de la temperatura con respecto al tiempo mostró diferencias significativas entre las épocas de muestreo ($H= 91.88$; g.l.= 2; $p= 0.0001$).

La salinidad se presentó en un intervalo entre 30 y 35. En general los mayores valores de salinidad se registraron en el mes de marzo, el cual correspondió a la época seca, aunque en el mes de octubre se registró el valor más alto de salinidad en la localidad Centro a los 3 y 10 m. Por otro lado, los menores valores de salinidad se registraron en el mes de julio, éste correspondió a la temporada de lluvias. A nivel espacial la salinidad fue muy homogénea, esta solo presentó diferencias significativas entre los meses de muestreo ($H= 73.63$; g.l.= 2; $p< 0.0001$).

El oxígeno y el porcentaje de saturación de oxígeno, solo fueron medidos para los meses de marzo y julio de 2010. El porcentaje de saturación varió en un intervalo entre 12.8 y 175.6 %, para estos valores se registraron concentraciones de oxígeno disuelto de 0.93 y 10.9 mg L⁻¹, respectivamente. Los mayores valores de saturación se obtuvieron en el mes de julio y los menores en marzo. En general se presentó un patrón de disminución de oxígeno con la profundidad, aunque en el sitio La Marina se encontró el máximo valor a los 5 m en los dos meses. El porcentaje de saturación de oxígeno presentó diferencias significativas entre los meses de

muestreo ($H=11.05$; g.l.=1; $p=0.0009$) y las profundidades ($H=39.50$; g.l.=5; $p=0.0001$). El oxígeno se comportó de manera similar.

Respecto a los nutrientes, los que presentaron las mayores concentraciones en la Bahía fueron el amonio (NH_4^+) y los fosfatos (PO_4). El amonio se encontró en un intervalo entre 0.30 y 26.41 μM . Aunque en general las mayores concentraciones se registraron en el mes de octubre, con un valor máximo de 17.33 μM en La Naval a los 10 m, el valor más alto de NH_4^+ se registró en el mes de julio en la localidad Sinfonía a los 3 m de profundidad (26.41 μM). Los picos de este nutriente se presentaron a las profundidades entre los 3 y 5 m en casi todas las localidades. Sin embargo, éste nutriente fue muy homogéneo a nivel espacial y sólo presentó diferencias significativas entre los meses de muestreo ($H=62.16$; g.l.=2; $p=0.0001$).

La concentración de PO_4 varió entre 0.17 y 6.14 μM , los mayores valores se obtuvieron en el mes de octubre, en la localidad Centro a los 20 m. En la mayoría de los sitios se presentaron altas concentraciones de fosfatos en las primeras profundidades, principalmente entre los 3 y 10 m. Este nutriente también fue muy homogéneo a nivel espacial y sólo presentó diferencias significativas entre los meses de muestreo ($H=57.62$; g.l.=2; $p=0.0001$).

Los nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-) variaron entre 0.30 – 13.6 μM y 0.001 – 0.92 μM , respectivamente. Contrario a los fosfatos y el amonio, las menores concentraciones de nitritos se obtuvieron en el mes de octubre. En el componente espacial, en la mayoría de los sitios de muestreo las concentraciones más altas de este nutriente se encontraron en las profundidades mayores, el valor más alto se obtuvo en la localidad Centro a los 20 m de profundidad en el mes de julio. En la bahía la concentración de NO_2^- fue homogénea entre las localidades de muestreo ya que éste solo presentó diferencias significativas entre los meses ($H=56.49$; g.l.=2; $p=0.0001$) y profundidades ($H=12.53$; g.l.=5; $p=0.028$). Los nitratos también tendieron a aumentar hacia el fondo, entre los 10 y 20 m, encontrándose por ello diferencias significativas entre las profundidades ($H=11.82$; g.l.=5; $p=0.037$). La mayor concentración de este nutriente se presentó en la localidad Puerto Marqués a los 20 m de profundidad en el mes de julio.

La concentración de silicatos fluctuó entre 0.30 – 8.2 μM y ocurrieron diferencias significativas entre las localidades de muestreo ($H=16.91$; g.l.=7; $p=0.02$). Las mayores concentraciones de silicatos se registraron en las localidades Naval y La Bocana, con valores promedios de 1.69 y 1.51

μM respectivamente. El máximo valor registrado de silicatos ($8.2 \mu\text{M}$), se encontró en la localidad La Bocana a 1 m.

En cuanto a las variables biológicas, la densidad de las diatomeas varió entre 1.7×10^3 y 6.4×10^5 cel L^{-1} , con un valor medio de 1.6×10^5 cel L^{-1} . Las menores densidades se presentaron en el mes de octubre y las mayores en marzo. La menor densidad se encontró en la localidad Sinfonía a los 10 m en el mes de octubre. El mayor valor se registró en la localidad La Naval a 1 m en el mes de julio. En general, las diatomeas se encontraron entre los 3 y 10 m de profundidad. La densidad de las diatomeas presentó diferencias significativas entre los meses de muestreo ($H= 61.615$; g.l.= 2; $p= 0.0001$) y entre las profundidades ($H= 18.039$; g.l.= 5; $p= 0.0030$).

La clorofila *a* varió entre 4.02 y 46.28 mg m^{-3} y presentó un valor medio de 7.81 mg m^{-3} en la bahía. Los menores valores se registraron en el mes de octubre y los mayores en el mes de julio. El menor valor se encontró en el sitio La Bocana a los 50 m de profundidad en el mes de marzo. En general la clorofila *a* se encontró de manera homogénea en la columna de agua. Aunque, en el mes de julio las máximas concentraciones se obtuvieron en las profundidades de 3 m (46.28 mg m^{-3}) y 5 m (39.33 mg m^{-3}) en los sitios de muestreo Centro y Punta Bruja, respectivamente. Las diferencias significativas de esta variable se encontraron entre los meses ($H= 6.13$; g.l.= 2; $p < 0.04$) y sitios de muestreo ($H= 25.32$; g.l.= 7; $p < 0.0006$).

Los perfiles de cada una de las variables se muestran en el ANEXO 1.

8.2. Fitoplancton

En la Fig.5 se presentan las abundancias relativas del fitoplancton en la bahía durante los periodos de muestreo. Los dinoflagelados fueron el segundo grupo en importancia dentro de la comunidad fitoplanctónica, en general se encontraron en menores densidades con respecto a las diatomeas. En el mes de octubre del 2009 se presentaron las mayores abundancias relativas de dinoflagelados (6 a 50%); e incluso, en la localidad Sinfonía para este mismo mes fueron el grupo más importante del fitoplancton. Para marzo del 2010 disminuyó la abundancia relativa de Dinophyta con un intervalo de variación entre el 3 y 14%. En julio del 2010 se presentó un ligero aumento, con valores entre el 5 y 41%. Las diatomeas se distinguieron por sus altas abundancias relativas en los tres meses de muestreo, el mayor intervalo de variación se encontró en el mes de octubre (28 a 92%). Este grupo estuvo representado principalmente por especies de los géneros: *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Pseudo-nitzschia* y *Skeletonema*, las cuales presentaron las mayores densidades en los tres muestreos.

En las distintas épocas estudiadas se encontraron otros organismos fitoplanctónicos pertenecientes a diferentes Divisiones algales, tales como Cyanophyta, Euglenophyta, Dictyochophyceae y Prasinophyceae. Sin embargo, entre todos ellos sólo alcanzaron una abundancia relativa del 22% en el mes de octubre (Fig.5).

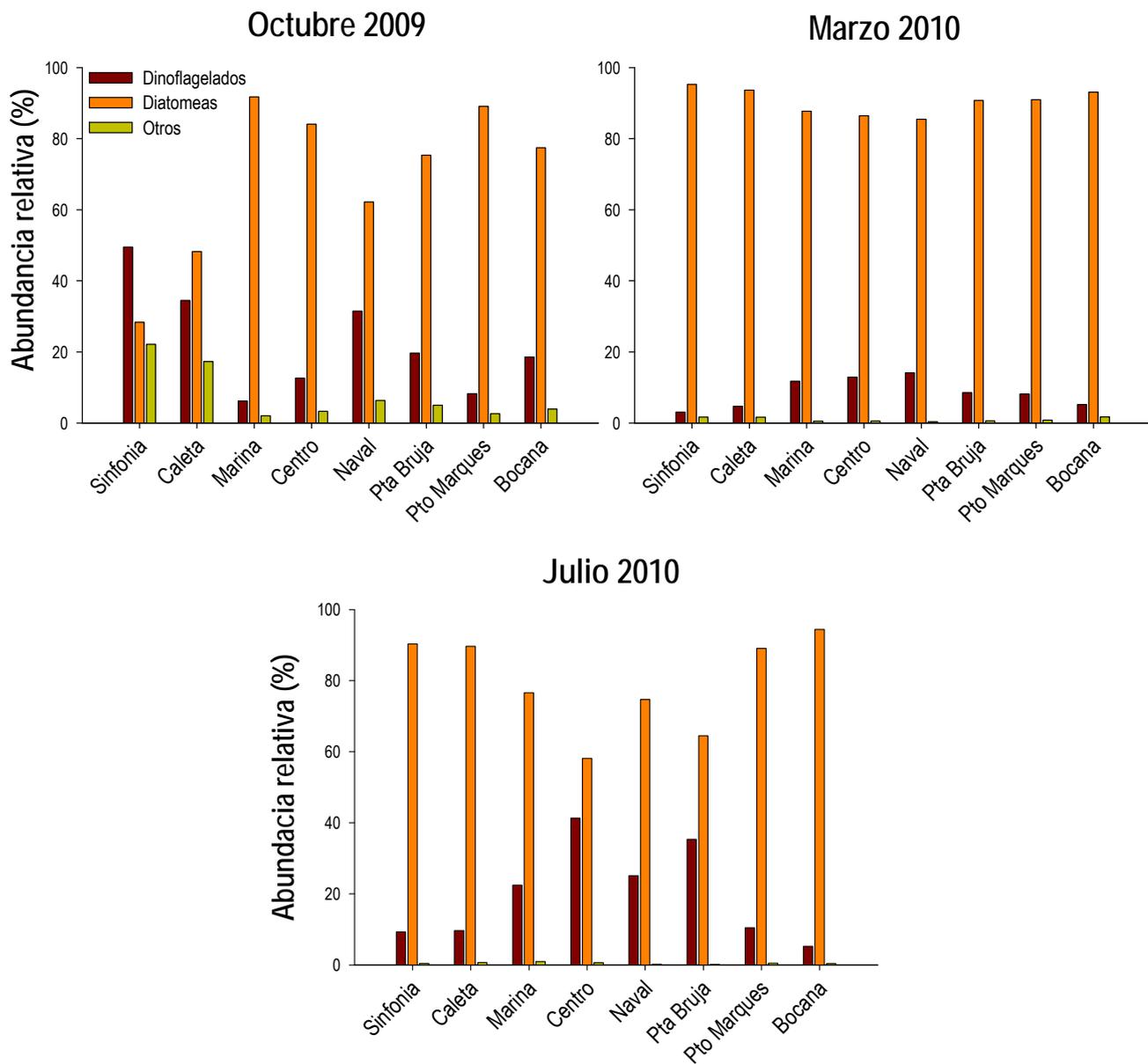


Fig. 5. Proporción de los diferentes grupos fitoplanctónicos en La Bahía de Acapulco y para las diferentes localidades de muestro y épocas del año.

8.3. Estructura de la comunidad de dinoflagelados

La comunidad de dinoflagelados de La Bahía de Acapulco estuvo compuesta por 219 taxa, distribuidas en 10 órdenes, 22 familias y 44 géneros (ANEXO 2). De éstas, 70 especies pertenecen al grupo de los dinoflagelados desnudos y 149 son tecados. El género *Protopteridinium* presentó la mayor riqueza con 49 especies, seguido de los géneros *Neoceratium* (con 26), *Dinophysis*, *Gymnodinium* y *Prorocentrum* (10 especies cada uno; Fig.6).

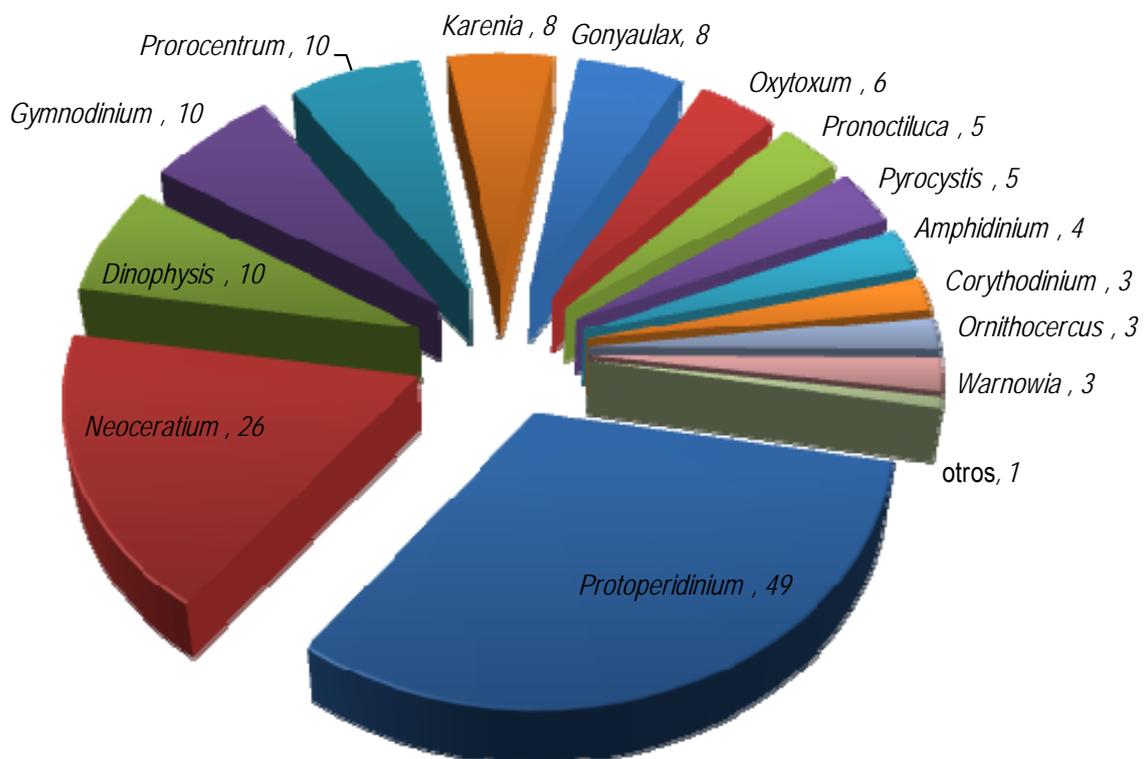


Fig. 6. Número de especies de los géneros de dinoflagelados.

8.3.2.1. Densidad de las especies de dinoflagelados

En octubre de 2009, la comunidad estuvo compuesta por 107 especies de dinoflagelados. En este mes los géneros con el mayor número de especies fueron *Protoperidinium* con 16, *Neoceratium* con 11 y *Gymnodinium* con 9. Las especies con la mayor densidad fueron: *Heterocapsa* sp. (4.6×10^4 cel L⁻¹), *Scrippsiella* cf. *trochoidea* (2.5×10^4 cel L⁻¹) y *Scrippsiella* sp.2 (2.7×10^4 cel L⁻¹) en la localidad Sinfonía a 1 m de profundidad; *Gymnodinium pygmaeum* (1.1×10^4 cel L⁻¹; Fig. 7) a los 5 m en la localidad Punta Bruja y 9×10^3 cel L⁻¹ a 1 m en la localidad La Naval y *Ensiculifera* sp. (8.4×10^3 cel L⁻¹) en La Bocana a los 5 m.

Para marzo del 2010 la comunidad de dinoflagelados fue más diversa, conformada por 158 especies. En este mes se encontró una mayor riqueza para los géneros *Protoperidinium* y *Neoceratium* (38 y 19 especies respectivamente). Las especies con la mayor densidad fueron: *Scrippsiella* cf. *trochoidea* (1.2×10^4 cel L⁻¹) y *Ensiculifera* sp. (7.8×10^3 cel L⁻¹) en la localidad Centro a los 3 m de profundidad. Otras especies que también presentaron una alta densidad fueron *Polykrikos kofoidii* (6.5×10^3 cel L⁻¹) en la Naval a los 3 m; *Prorocentrum micans* (4.2×10^3 cel L⁻¹) y *Prorocentrum gracile* (4.2×10^3 cel L⁻¹) en la localidad Centro a los 5 m y *Gonyaulax verior* (5.2×10^3 cel L⁻¹) y *Heterocapsa* sp. (4.6×10^3 cel L⁻¹) en la misma localidad a 1 m de profundidad.

En Julio de 2010 la comunidad estuvo integrada por 120 especies de dinoflagelados. De nuevo, el género *Protoperidinium* presentó la mayor riqueza con 28 especies, seguido del género *Neoceratium* con 18. En este mes *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* (Fig. 7) presentó altos valores de densidad: 7.7×10^5 cel L⁻¹ en la localidad Centro a los 3 m y 5.2×10^5 cel L⁻¹ en la localidad Punta Bruja a los 5 m. Otras especies que también presentaron altas densidades fueron *Gyrodinium* cf. *biconicum* (1.1×10^4 cel L⁻¹), *Gymnodinium catenatum* (1.0×10^4 cel L⁻¹), *Scrippsiella* cf. *trochoidea* (7.1×10^3 cel L⁻¹) en La Naval a los 5 m y *Gyrodinium fusus* (8.9×10^3 cel L⁻¹) en la localidad Centro y a la misma profundidad que *P. bahamense* var. *compressum*.

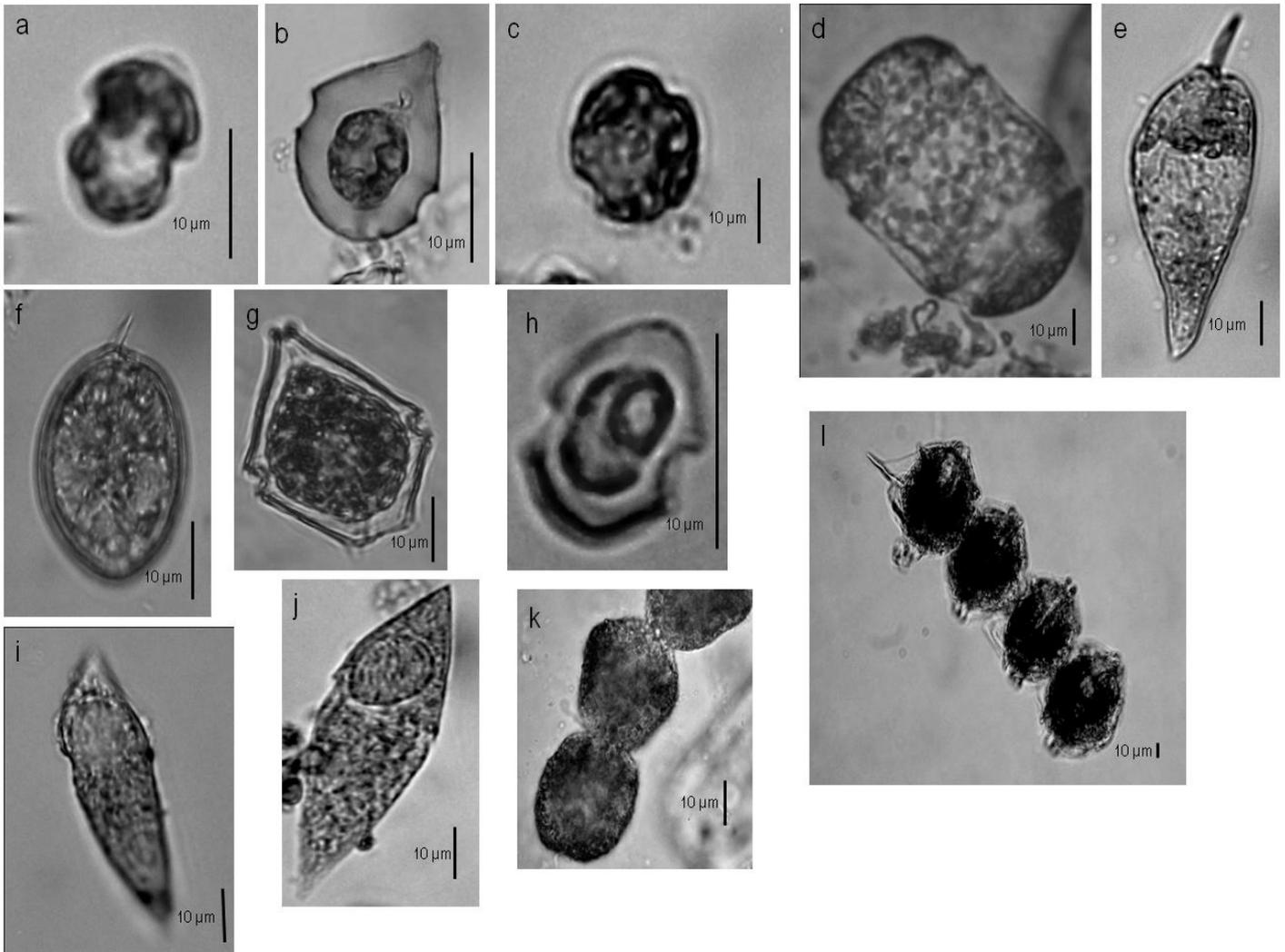


Fig. 7. Especies de dinoflagelados que presentaron las mayores densidades en La Bahía de Acapulco. a) *Heterocapsa* sp., b) *Scrippsiella* cf. *trochoidea*, c) *Gymnodinium pygmaeum*, d) *Polykrykos kofoidii*, e) *Prorocentrum gracile*, f) *P. micans*, g) *Gonyaulax* cf. *verior*, h) *Ensiculifera* sp., i) *Gyrodinium* cf. *biconutum*, j) *G. fusus*, k) *Gymnodinium catenatum*, l) *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*.

8.3.2.2. Dominancia de las especies.

En el mes de octubre, de las 107 especies encontradas, 79 especies (71%) fueron clasificadas como raras, 23 (21.5%) como dominantes, 5 como constantes y 3 ocasionales (figs. 8 y 11). Dentro las especies dominantes *Scrippsiella cf. trochoidea*, *Prorocentrum micans*, *Gymnodinium pygmaeum* y *Akashiwo sanguinea*, tuvieron las más altas densidades y frecuencias (>70%). *Amphidinium acutissimum*, *G. catenatum*, *G. cf. grammaticum*, *Karenia cf. brevis* y *P. gracile* también fueron importantes en la comunidad pues que tuvieron frecuencias mayores al 50%.

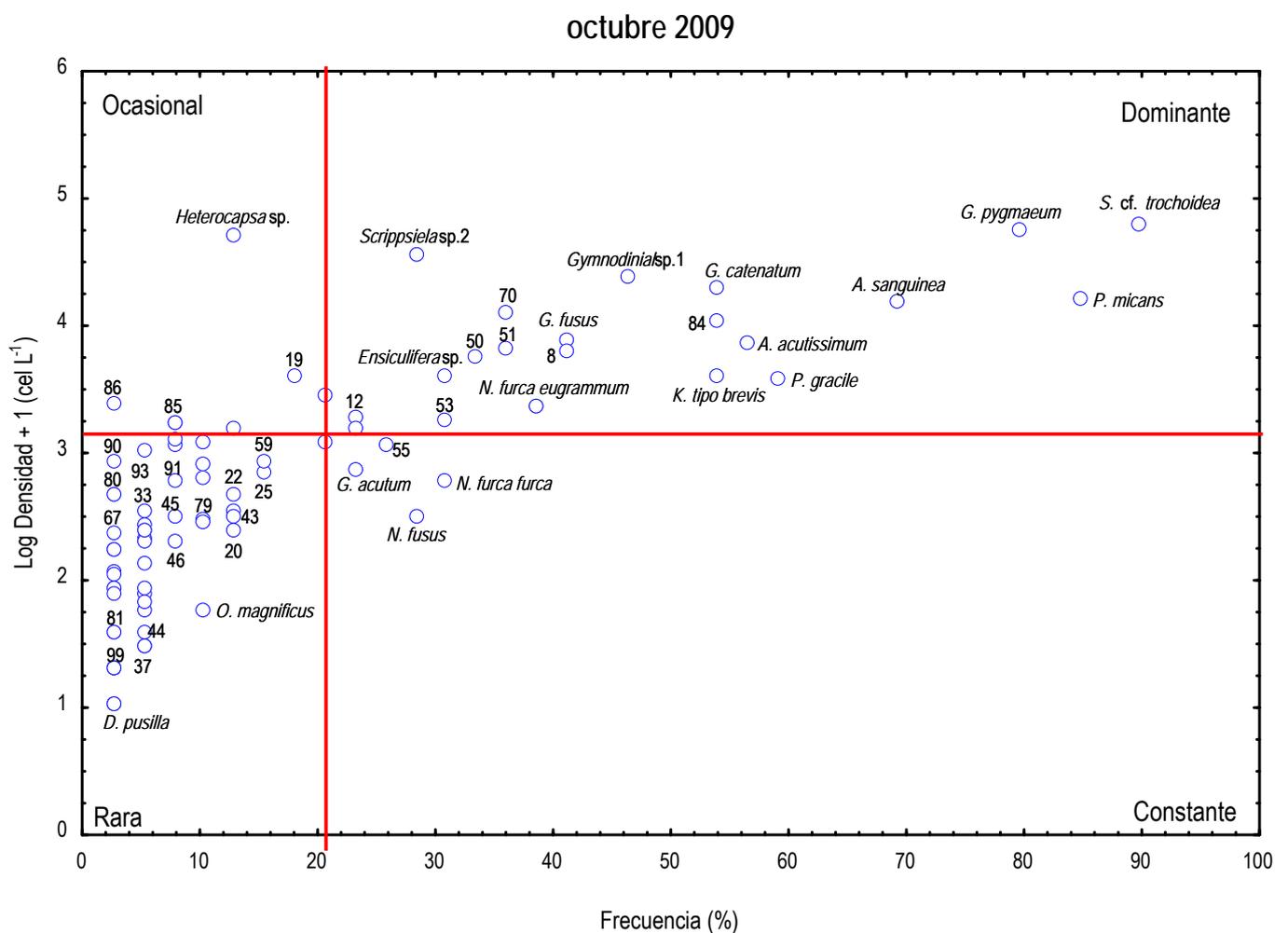


Fig. 8. Dominancia de las especies de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco en octubre de 2009, según el criterio modificado de Gastón (Magurran, 2004).

En el mes de marzo de 2010, 109 (69.4%) de las especies encontradas se clasificaron como raras, 31 (19.7%) como dominantes, 7 como constantes y 9 como ocasionales. Entre las especies dominantes *Prorocentrum micans*, *Scrippsiella* cf. *trochoidea* y *Torodinium robustum* presentaron las mayores frecuencias (> 90%), mientras que *Akashiwo sanguinea*, *Gyrodinium fusus* (número 3 en Fig.8) y *P. gracile* tuvieron frecuencias entre el 80 y 90%. Otras especies que también fueron importantes con frecuencias superiores al 60% fueron: *Diplopsalopsis bomba*, *Enciculifera* sp., *Gymnodinium catenatum*, *Gyrodinium falcatum*, *Neoceratium furca* var. *eugrammum*, *N. kofoidii* y *Prorocentrum triestinum* (figs. 9 y 11).

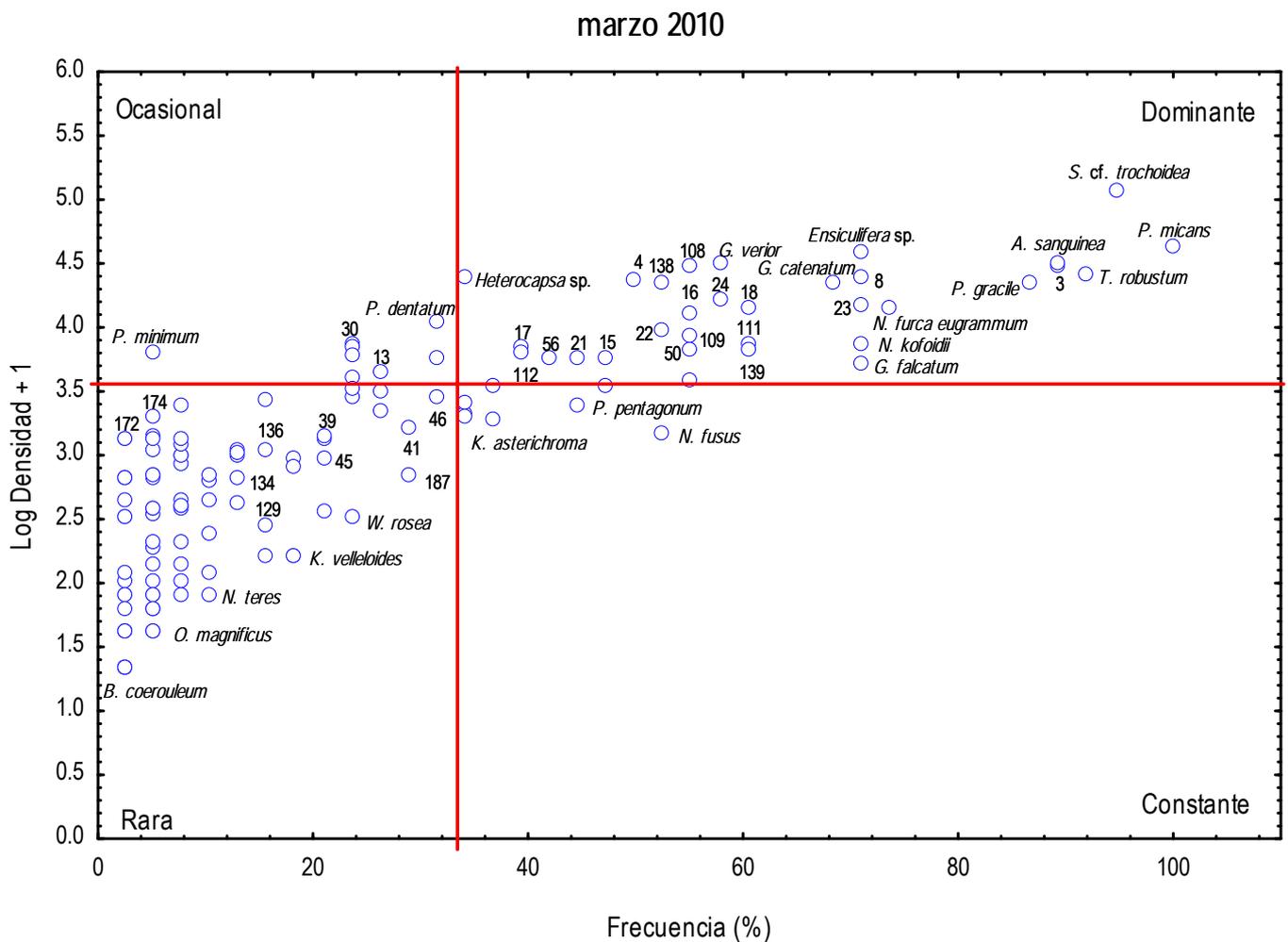


Fig. 9. Dominancia de las especies de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco en marzo de 2010, según el criterio modificado de Gastón (Magurran, 2004).

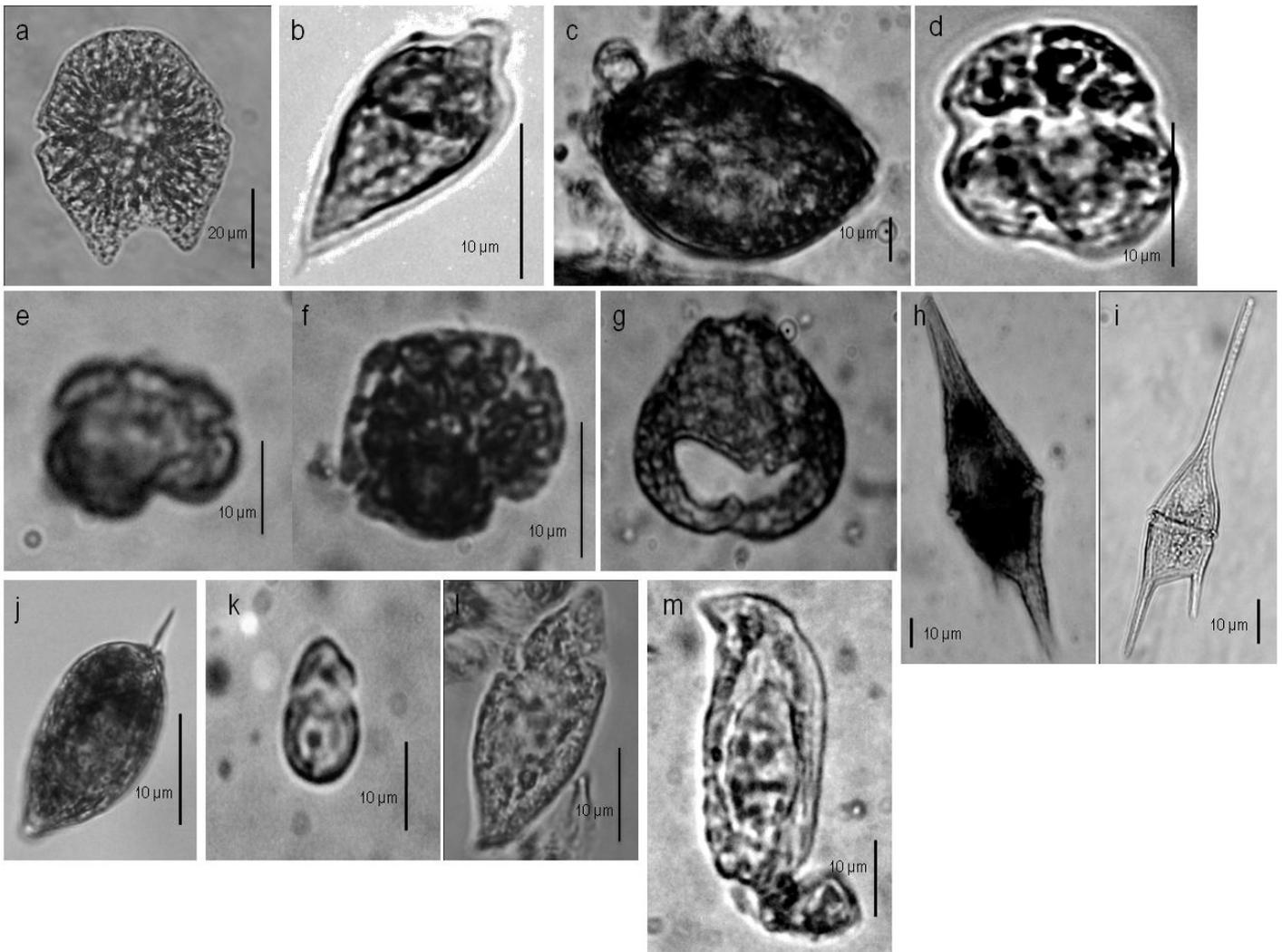


Fig. 11. Especies de dinoflagelados que fueron dominantes en la bahía. a) *Akashiwo sanguinea*, b) *Amphidinium acutissimum*, c) *Diplopsalopsis bomba*, d) *Gymnodinium* cf. *grammaticum*, e y f) *Karenia* cf. *brevis*, g) *Gyrodinium falcatum*, h) *Neoceratium furca* var. *eugrammum*, i) *N. Kofoidii*, j) *Prorocentrum triestinum*, k) *Gymnodinium* sp.1 l) *Gymnodinium* sp.2, m) *Torodinium robustum*.

En La Bahía de Acapulco se encontraron 49 especies de dinoflagelados las cuales corresponden al 22% del total de especies, que siempre estuvieron presentes en las tres épocas muestreadas. De éstas 9 (4% del total) siempre fueron dominantes, destacándose *Prorocentrum gracile* (cód. 6), *P. micans* (cód. 7) y *Scrippsiella cf. trochoidea* (cód. 9) por presentar frecuencias mayores al 50% en las tres épocas de muestreo (tabla 2 y Fig. 12). Otras especies que también tuvieron frecuencias mayores al 60% en al menos una de las épocas de muestreo fueron: *Akashiwo sanguinea* (cód. 10), *Ensicullifera* sp. (cód. 1), *Gymnodinium* sp.1 (cód. 4), *Gyrodinium falcatum* (cód. 25), *G. fusus* (cód. 3) y *Neoceratium furca* var. *eugrammum* (cód. 5).

Entre las especies que permanecieron en la bahía durante el periodo de estudio fueron: *Achradina pulchra* (cód. 21), *Gyrodinium acutum* (cód. 15), *Heterocapsa* sp. (cód. 26), *N. furca* var. *furca* (cód. 16), *N. fusus* (cód. 14), *Protoperidinium divergens* (cód. 17), *Diplosalopsis bomba* (cód. 23), *Gymnodinium* sp.5 (cód. 12), *Karenia cf. brevis* (cód. 13), *K. cf. brevisulcata* (cód. 19), *Neoceratium Kofoidii* (cód. 27) y *Torodinium robustum* (cód. 28). Sin embargo, la clasificación de estas especies fue variable entre los periodos de muestreo, pudiendo ser desde dominantes hasta raras (tabla 2 y Fig. 12).

En el muestreo de octubre del 2009 se encontraron 24 especies que no aparecieron en los otros dos muestreos, de éstas *Gymnodinium cf. grammaticum* (cód. 84) se encontró dentro del grupo de las especies dominantes, *Cochlodinium polykrikoides* (cód. 85) y *Protoperidinium cf. cruciferum* (cód. 86) dentro de las ocasionales, mientras que las 21 especies restantes se presentaron como raras (tabla 2 y Fig. 12).

Para el mes de marzo del 2010 se presentaron 60 especies que no se registraron en los otros dos muestreos, de las cuales *Polykrikos kofoidii* (cód. 138), *Protoperidinium claudicans* (cód. 139) y *Gonyaulax verior* (cód. 110) fueron clasificadas dentro del grupo de las especies dominantes. *Karenia bicuneiformis* (cód. 140), *P. pentagonum* (cód. 141) y *P. venustum* (cód. 142) dentro del grupo de las ocasionales y las otras 54 fueron raras. Por otro lado, en el mes de julio de 2010, se registraron 24 especies que tampoco fueron observadas en los otros muestreos, de éstas sólo *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* (cód. 197) fue dominante, *Protoperidinium steinii* (cód. 198) se ubicó en el grupo de las ocasionales y las otras 22 especies restantes se clasificaron como raras (tabla 2 y Fig. 12).

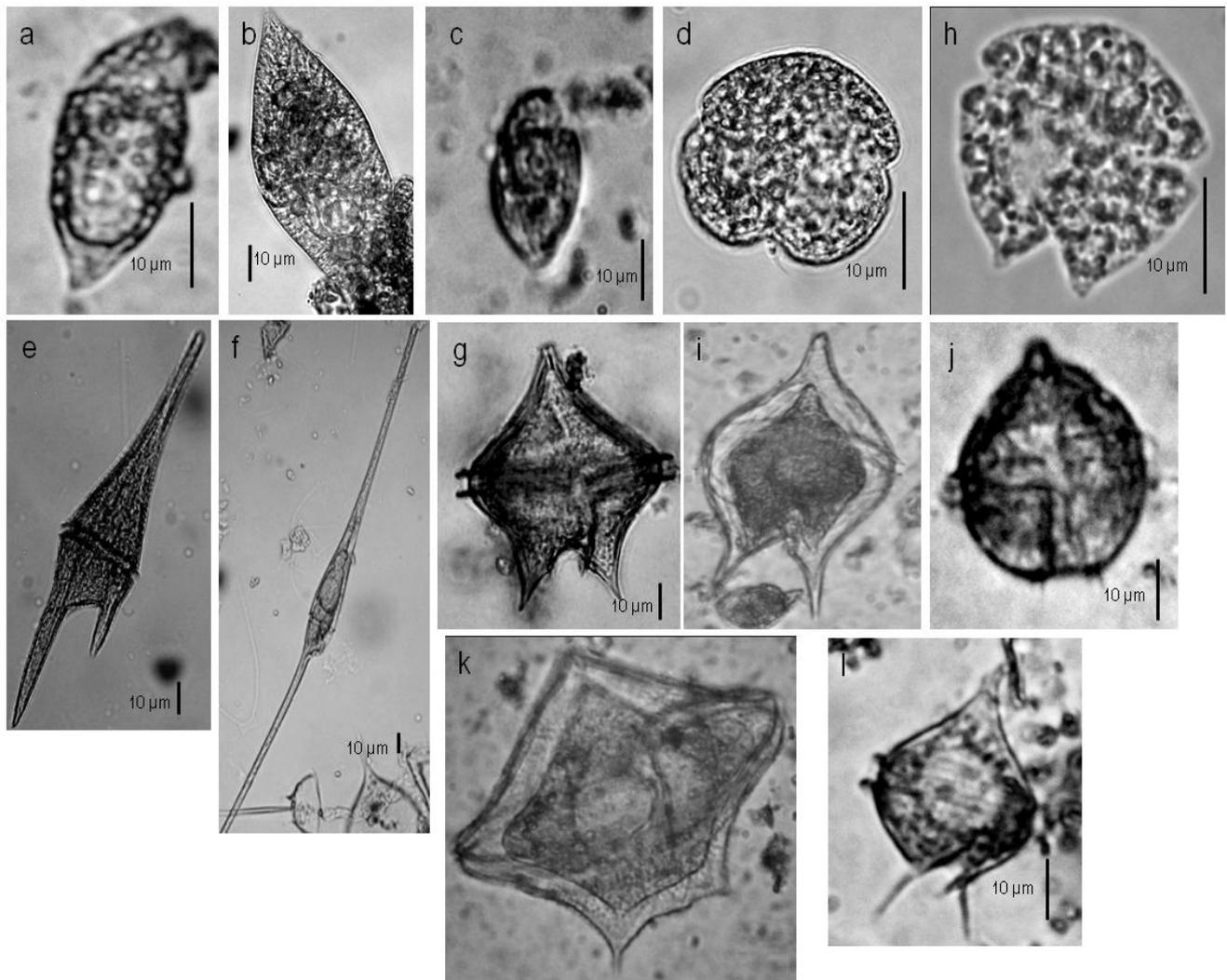


Fig. 12. Especies que se presentaron en la bahía durante los tres meses de muestro a) *Achradina pulchra*, b) *Gyrodinium acutum*, c) *Gymnodinium* sp.5 d) *Karenia* cf. *brevisulcata*, e) *Neoceratium furca* var. *furca*, f) *N. fusus* g) *Protoperidinium divergens*. Especies que se encontraron en una sola de las épocas muestreadas: h) *karenia bicuneiformis*, i) *Protoperidinium claudicans*, j) *P.* cf. *cruciferum*, k) *P. pentagonum*, l) *P. steinii*.

Tabla 2. Lista de especies de la comunidad de dinoflagelados presentes en La Bahía de Acapulco y su categoría según el diagrama de Dominancia (D= dominante, C= constante, O= ocasional, R= rara).

Cód.	Especies	Octubre	Marzo	Julio	Toxico o nocivo	alimentación	distribución global	Ref.
1	<i>Ensiculifera</i> sp.	D	D	D		A	Templada a tropical	1
2	<i>Gymnodinium catenatum</i>	D	D	D	X	A	Pacifico mexicano	1,2
3	<i>Gyrodinium fusus</i>	D	D	D		H	Cosmopolita	2
4	Gymnodinial sp.1	D	D	D		A		
5	<i>Neoceratium furca</i> var. <i>eugrammum</i>	D	D	D	X	M	principalmente nerítico, cosmopolita	1
6	<i>Prorocentrum gracile</i>	D	D	D		A	principalmente nerítico, cosmopolita	1
7	<i>Prorocentrum micans</i>	D	D	D	X	A	Cosmopolita	1,9
8	<i>Prorocentrum triestinum</i>	D	D	D	X	A	cosmopolita	1
9	<i>Scrippsiella</i> cf. <i>trochoidea</i>	D	D	D	X	A	cosmopolita	1,9
10	<i>Akashiwo sanguinea</i>	D	D	C	X	A	cosmopolita de agua costeras	
11	<i>Amphidinium acutissimum</i>	D	O	D		A	Pacifico tropical y subtropical	2
12	Gymnodinial sp.5	D	R	R		A		
13	<i>Karenia</i> cf. <i>brevis</i>	D	O	R	X	A	Golfo de México	1, 10
14	<i>Neoceratium fusus</i>	D	C	C		M	principalmente costero, oceánico	1
15	<i>Gyrodinium acutum</i>	C	D	D		H	Pacifico	2
16	<i>Neoceratium furca</i> var. <i>furca</i>	C	D	D	X	M	principalmente nerítico, cosmopolita	1
17	<i>Protoperidinium divergens</i>	C	D	R		H	11.5-20°C y sal 34.6-36	11
18	<i>Protoperidinium</i> sp.2	C	D	R		H		
19	<i>Karenia</i> cf. <i>brevisulcata</i>	O	R	C	X	A	Templada	12, 10
20	<i>Protoperidinium</i> sp.4	O	O	R		H		
21	<i>Achradina pulchra</i>	R	D	D		H	Nerítico, cosmopolita	2
22	<i>Dinophysis caudata</i>	R	D	R	X	M	Nerítico, cosmopolita	1,8
23	<i>Diplopsalopsis bomba</i>	R	D	O		H	Amplia distribución	
24	<i>Gonyaulax polygramma</i>	R	D	R	X	A	Cosmopolita	1,9
25	<i>Gyrodinium falcatum</i>	R	D	D		H	Nerítico de amplia distribución	2
26	<i>Heterocapsa</i> sp.	R	D	D		A	Nerítico	1
27	<i>Neoceratium kofoidii</i>	R	D	R	X	M	oceánica, subtropical	1
28	<i>Torodinium robustum</i>	R	D	D		A	Cosmopolita	1
29	<i>Karenia asterichroma</i>	R	C	R		A	Templada	12
30	<i>Gyrodinium</i> cf. <i>biconicum</i>	R	O	D		H	Templado	2
31	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>bipes</i>	R	O	D		H	Templado	3
32	<i>Torodinium</i> sp.	R	O	D		A		
33	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>depressum</i>	R	R	C		H	cosmopolita	1
34	<i>Balechina coeruleum</i>	R	R	R		H	Costera a aguas abiertas, aguas cálidas	1

Cód.	Especies	Octubre	Marzo	Julio	Toxico o nocivo	alimentación	distribución global	Ref.
35	<i>Ceratocoris horrida</i>	R	R	R		A	cosmopolita	1
36	<i>Goniodoma polyedricum</i>	R	R	R		A	Cosmopolita, oceánica	1
37	<i>Gonyaulax birostris</i>	R	R	R		A	Oceánico	11
38	<i>Karenia papilionaceae</i>	R	R	R	X	A	Nerítico, templada a tropical	2, 10
39	<i>Neoceratium cf. massiliense</i>	R	R	R		M	Oceánico, tropical	1
40	<i>Neoceratium teres</i>	R	R	R		M	Oceánico aguas templadas a tropical	1
41	<i>Neoceratium tripos</i>	R	R	R		M	cosmopolita	1
42	<i>Ornithocercus magnificus</i>	R	R	R		H	Oceánico, cosmopolita	1,5
43	<i>Oxytoxum scolopax</i>	R	R	R		A	cosmopolita	1
44	<i>Phalacroma doryphorum</i>	R	R	R		H	Cosmopolita	6
45	<i>Phalacroma rotundatum</i>	R	R	R	X	H	cosmopolita	6
46	<i>Pronoctiluca sp.</i>	R	R	R		H		
47	<i>Protoberidinium sp.5</i>	R	R	R		H		
48	<i>Protoberidinium sp.7</i>	R	R	R		H		
49	<i>Warnowia juno</i>	R	R	R		H	Templada	13
50	<i>Alexandrium cf. minutum</i>	D	D		X	A	costero	1, 14
51	<i>Amphidinium sp.</i>	D	R			A		
52	<i>Karenia selliformis</i>	D	R		X	A	Aguas frías a tropicales	2,10
53	<i>Peridinium quinquecorne</i>	D	R		X	H	Amplia distribución	9
54	<i>Scrippsiella sp.2</i>	D	R			A		
55	<i>Karenia cf. mikimotoi</i>	C	R		X	A	Cosmopolita	2
56	<i>Protoberidinium cassum</i>	R	D			H	Aguas frías y cálidas	11
57	<i>Prorocentrum minimum</i>	R	O		X	A	Cosmopolita, estuarino y nerítico	1
58	<i>Dinophysis sp.1</i>	R	R			M		
59	<i>Gyrodinium sp.</i>	R	R			H		
60	<i>Kofoedinium splendens</i>	R	R			H	Templado y subtropical	2
61	<i>Neoceratium extensum</i>	R	R			M	Oceánica, cosmopolita	1
62	<i>Phalacroma parvulum</i>	R	R			M	Subtropical - Aguas Cálidas	6
63	<i>Pronoctiluca rostrata</i>	R	R			H	Tropical	2
64	<i>Prorocentrum cf. lenticulatum</i>	R	R			A	Océano Pacifico	3
65	<i>Protoberidinium sp.8</i>	R	R			H		
66	<i>Pyrophacus horologium</i>	R	R			A	cosmopolita	1
67	<i>Pyrophacus steinii</i>	R	R			A	cosmopolita	1
68	<i>Warnowia sp.1</i>	R	R			H		
69	<i>Gymnodinium pygmaeum</i>	D		O		A	Templado	13
70	Gymnodinial sp.4	D		R		A		
71	<i>Protoberidinium parcum</i>	D		R		H	Aguas frías	11
72	<i>Prorocentrum rhathymun</i>	O		R	X	A	templada a tropical	13, 14

Cód.	Especies	Octubre	Marzo	Julio	Toxico o nocivo	alimentación	distribución global	Ref.
73	<i>Gymnodinium</i> sp.6	R		R		A		
74	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>incoloratum</i>	R		O		A	Pacífico mexicano	2
75	<i>Amphidinium gibbosum</i>	R		R		A	Islas del Caribe y Bahía Concepción	2
76	<i>Gonyaulax turbynei</i>	R		R		A	Oceánico, templada a subtropical	6
77	<i>Gymnodinium</i> sp.7	R		R		A		
78	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>lohmanni</i>	R		R		A	Templado	2
79	<i>Gymnodinium instriatum</i>	R		R		A	Nerítico cosmopolita aguas templada y tropical	1
80	<i>Ornithocercus steinii</i>	R		R		H	Tropical	1,5
81	<i>Protooperidinium pyriforme</i>	R		R		H	Aguas frías	3
82	<i>Protooperidinium</i> sp.6	R		R		H		
83	<i>Prorocentrum rostratum</i>	R		R		A	nerítico aguas cálidas, amplia distribución	6
84	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>grammaticum</i>	D				A	Cosmopolita	2
85	<i>Cochlodinium polykrioides</i>	O			X	A	cosmopolita	1
86	<i>Protooperidinium</i> cf. <i>cruciferum</i>	O				H	Aguas frías	11
87	<i>Amphidinium extensum</i>	R				A	Templada	15
88	<i>Dinophysis pusilla</i>	R				M	Templada a tropical	15, 16
89	<i>Dinophysis</i> sp.2	R				M		
90	<i>Diplopetopsis</i> sp.	R						
91	<i>Goniodoma</i> sp.	R				A		
92	<i>Gymnodinium aureum</i>	R				A	Umbrofila, templada	2
93	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>parvulum</i>	R				A		
94	<i>Gyrodinium spirale</i>	R				H	Templado	3
95	<i>Karenia mikimotoi</i>	R			X	A	Cosmopolita	2
96	<i>Karlodinium</i> cf. <i>veneficum</i>	R			X	A	Templado	10, 15
97	<i>Neoceratium balechii</i>	R				M	Pacífico mexicano	4
98	<i>Neoceratium breve</i>	R				M	Cosmopolita	6
99	<i>Neoceratium</i> cf. <i>longirostrum</i>	R				M	Oceánica, tropical a subtropical	6
100	<i>Ornithocercus thumii</i>	R				H	Tropical	1,5
101	<i>Pronoctiluca</i> cf. <i>pelágica</i>	R				H	Templada a tropical	2,3
102	<i>Prorocentrum compressum</i>	R				A	Cosmopolita	1
103	<i>Protoceratium</i>	R				A		
104	<i>Protooperidinium</i> cf. <i>capurroi</i>	R				H	Oceánico aguas frías	11, 15
105	<i>Protooperidinium huberi</i>	R				H	Oceánica aguas frías	11
106	<i>Protooperidinium incognitum</i>	R				H	Nerítico, aguas frías	11
107	<i>Scaphidinium mirabile</i>	R				H		
108	<i>Gymnodinium</i> sp.2		D	D		A		
109	<i>Gonyaulax spinifera</i>		D	R		A	Cosmopolita	1

Cód.	Especies	Octubre	Marzo	Julio	Toxico o nocivo	alimentación	distribución global	Ref.
110	<i>Gonyaulax verior</i>		D	R	X	A	Cosmopolita	1
111	<i>Lingulodinium polyedra</i>		D	R	X	A	Nerítico, aguas templadas a tropicales	1
112	<i>Protooperidinium punctulatum</i>		D	R		H	Oceánico y nerítico, templada	1
113	<i>Protooperidinium conicum</i>		D	R		H	Cosmopolita	1
114	<i>Protooperidinium abei</i>		C	R		H	Nerítico, tropical a templada	1,6
115	<i>Protooperidinium mite</i>		C	R		H	Templada a tropical	11, 15
116	<i>Protooperidinium ovum</i>		C	R		H	Subtropical a templada	6
117	Gymnodinial sp.8		O	C		A		
118	Gymnodinial sp.3		R	D		A		
119	<i>Protooperidinium cf. corniculum</i>		R	D		H	Océano pacifico	3
120	<i>Protooperidinium sp.3</i>		R	C		H		
121	<i>Warnowia rosea</i>		R	C		H	Templado	2
122	<i>Dinophysis cf. amandula</i>		R	R		M	Tropical	6
123	<i>Gyrodinium britannia</i>		R	R		H	Templado y tropical	2
124	<i>Katodinium glaucum</i>		R	R		H	Templado a tropical	2
125	<i>Kofooidinium velleoides</i>		R	R		H	Aguas profundas, cosmopolita	2
126	<i>Neoceratium cf. declinatum</i>		R	R		M	Cosmopolita	1
127	<i>Neoceratium falcatifforme</i>		R	R		M	Tropical y subtropical	6
128	<i>Neoceratium horridum</i>		R	R		M	Oceánico y costera, amplia distribución	1
129	<i>Neoceratium trichoceros</i>		R	R		M	Oceánica y nerítico, cosmopolita	1
130	<i>Podolampas palmipes</i>		R	R		A	Oceánico de amplia distribución	1
131	<i>Pronoctiluca cf. robusta</i>		R	R		A		
132	<i>Protooperidinium cf. bispinum</i>		R	R		H	Nerítico, templado a tropical	11
133	<i>Protooperidinium cf. brochii</i>		R	R		H	Oceánica, subtropical a templada	6
134	<i>Protooperidinium cf. divaricatum</i>		R	R		H	Nerítico, amplia distribución	11
135	<i>Protooperidinium cf. tubum</i>		R	R		H		
136	<i>Protooperidinium oceanicum</i>		R	R		H	Cosmopolita	1,6
137	<i>Protooperidinium sp.1</i>		R	R		H		
138	<i>Polykrykos kofoidii</i>		D			H	Templada a tropical	1
139	<i>Protooperidinium claudicans</i>		D			H	Cosmopolita, principalmente costero	1,6
140	<i>Karenia bicuneiformis</i>		C		X	A	Templada	2,10
141	<i>Protooperidinium pentagonum</i>		C			H	Cosmopolita, principalmente costero	1,6
142	<i>Protooperidinium venustum</i>		C			H	Tropical y templada	6
143	<i>Prorocentrum dentatum</i>		O			A	Oceánico de amplia distribución	1
144	<i>Amphisolenia bidentata</i>		R			A	Cosmopolita	1,6

Cód.	Especies	Octubre	Marzo	Julio	Toxico o nocivo	alimentación	distribución global	Ref.
145	<i>Asteriodinium gracile</i>		R			A	Templada a tropical	2
146	<i>Brachidinium capitatum</i>		R			A	Tropical a subtropical	2
147	<i>Ceratium strictum</i>		R			M	Cosmopolita, tropical	6
148	<i>Corythodinium cf. belgicae</i>		R			A		
149	<i>Corythodinium cf. reticulatum</i>		R			A	oceánica	11
150	<i>Corythodinium sp.</i>		R			A		
151	Dinoflagelado desnudo 1		R			A		
152	Dinoflagelado tecado 1		R					
153	Dinoflagelado tecado 2		R					
154	<i>Dinophysis cf. exigua</i>		R			H	Aguas cálidas, cosmopolita	11
155	<i>Dinophysis diegensis</i>		R			H	Principalmente estuarino, aguas cálidas	1,8
156	<i>Dinophysis fortii</i>		R		X	H	Oceánico y nerítico, amplia distribución	1,7
157	<i>Gonyaulax cf. macroporus</i>		R			A	Aguas frías	11
158	<i>Gonyaulax cf. nigricans</i>		R			A	Aguas cálidas	11
159	<i>Gonyaulax digitalis</i>		R			A	Principalmente nerítico, aguas templadas a subtropicales	3
160	<i>Histioneis cf. reticulata</i>		R			H	Templada	15
161	<i>Karenia cf. longicanalis</i>		R			A	Templada	12, 15
162	<i>Karenia cf. papilionaceae</i>		R			A	Nerítico de amplia distribución	2
163	<i>Neoceratium balechii</i> f. <i>longum</i>		R			M	Pacífico mexicano	4
164	<i>Neoceratium candelabrum</i>		R			M	Oceánico, amplia distribución	1
165	<i>Neoceratium cf. macroceros</i>		R			M	Oceánico y costero, amplia distribución	1
166	<i>Neoceratium falcatum</i>		R			M	Cosmopolita	6
167	<i>Neoceratium gibberum</i>		R			M	Oceánico y costera, tropical de amplia distribución	1
168	<i>Neoceratium inflatum</i>		R			M	Oceánico de amplia distribución	1
169	<i>Oxytoxum cf. laticeps</i>		R			A	Cosmopolita	3
170	<i>Oxytoxum cf. sceptrum</i>		R			A	Tropical de amplia distribución	6
171	<i>Phalacroma rapa</i>		R			H	Oceánico y nerítico de amplia distribución	6
172	<i>Podolampas bipes</i>		R			A	Oceánico de amplia distribución	1
173	<i>Podolampas spinifera</i>		R			A	Oceánico y nerítico	6
174	<i>Polykrykos schwartzii</i>		R			H	Nerítico, aguas templadas	3
175	<i>Pronoctiluca spinifera</i>		R			A	Amplia distribución	2
176	<i>Prorocentrum sigmoides</i>		R			A	Subtropical	6
177	<i>Protoperidinium cf. perplexum</i>		R			H	Aguas frías	11
178	<i>Protoperidinium cf. cristatum</i>		R			H	oceánica	11
179	<i>Protoperidinium cf. pacificum</i>		R			H	Nerítico y oceánica, aguas generalmente frías	3

Cód.	Especies	Octubre	Marzo	Julio	Toxico o nocivo	alimentación	distribución global	Ref.
180	<i>Protooperidinium</i> cf. <i>acanthophorum</i>		R			H	Oceánica, aguas frías	11
181	<i>Protooperidinium</i> cf. <i>conicoides</i>		R			H	Costera, templada de amplia distribución	1
182	<i>Protooperidinium</i> cf. <i>grande</i>		R			H	Oceánico de amplia distribución	1
183	<i>Protooperidinium</i> cf. <i>granii</i>		R			H	Oceánica, principalmente aguas frías y templadas	3
184	<i>Protooperidinium</i> cf. <i>joergenseni</i> var. <i>luculentum</i>		R			H	Aguas frías	11
185	<i>Protooperidinium elegans</i>		R			H	Costera y oceánica, tropical de amplia distribución	1
186	<i>Protooperidinium hirobis</i>		R			H	Amplia distribución AB, BA, W	11, 15, 17
187	<i>Protooperidinium obtusum</i>		R			H	Costera y oceánica, cosmopolita	1
188	<i>Protooperidinium</i> sp.10		R			H		
189	<i>Protooperidinium</i> sp.9		R			H		
190	<i>Pyrocystis</i> cf. <i>fusiformis</i>		R			A	Oceánico, aguas templadas	6
191	<i>Pyrocystis gerbaultii</i>		R			A	Tropical	2
192	<i>Pyrocystis lunula</i>		R			A	Oceánico y costera, aguas templadas	1
193	<i>Spatulodinium pseudonocilla</i>		R			H	Cosmopolita	2
194	<i>Spiraulax jolliffei</i>		R			A		
195	<i>Warnowia</i> cf. <i>polyphemus</i>		R			H	Aguas frías y templadas, cosmopolitas	2
196	<i>Warnowia</i> sp.2		R			H		
197	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>			D	X	A	Pacífico en aguas cálidas	6
198	<i>Protooperidinium steinii</i>			O		H	Cosmopolita	3
199	<i>Dinophysis acuminata</i>			R	X	H	Nerítico de amplia distribución	1
200	<i>Dinophysis</i> cf. <i>infundibulus</i>			R		H	Templada	16
201	<i>Gymnodinium aestuarile</i>			R		A	Cosmopolita	2
202	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>allophron</i>			R		A		
203	<i>Gymnodinium</i> sp.9			R		A		
204	<i>Neoceratium contortum</i> var. <i>robustum</i>			R		M	Oceánico y costera, cosmopolita	1
205	<i>Neoceratium</i> cf. <i>contrarium</i>			R		M	Tropical y templada	6
206	<i>Neoceratium</i> cf. <i>deflexum</i>			R		M	Tropical, nerítico y oceánica	3
207	<i>Neoceratium dens</i>			R		M	Tropical, nerítico	3
208	<i>Neoceratium euarquatium</i>			R		M	Oceánico y tropical	6
209	<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>			R		H	Cosmopolita	1
210	<i>Oxytoxum curvatum</i>			R		A	Templada a tropical	15
211	<i>Oxytoxum nanum</i>			R		A		
212	<i>Oxytoxum parvum</i>			R		A	Templada	3
213	<i>Phalacroma operculatum</i>			R		H	Tropical	18
214	<i>Pronocilla acuta</i>			R		H	Templada a tropical	2, 15

Cód.	Especies	Octubre	Marzo	Julio	Toxico o nocivo	alimentación	distribución global	Ref.
215	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>cassum</i> var. <i>decens</i>			R		H	Agua fría y cálida	11
216	<i>Protoperidinium latidorsale</i>			R		H	templada	11
217	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>parviverter</i>			R		H	Agua cálida	11
218	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>pyrum</i>			R		H	Agua fría	11
219	<i>Pyrocystis noctiluca</i>			R		A	Océanico, cosmopolita	1

Referencias: 1. Steindiger & Tangen, 1997; 2. Meave del Castillo & Zamudio, en preparación, 3. Licea *et al.*, 1995; 4. Meave del Castillo *et al.*, 2003; 5. Esqueda-Lara & Hernández-Becerril, 2010; 6. Barria de Cao & Piccolo, 2008; 7. Nagai *et al.*, 2008; 8. Reguera *et al.*, 2007; 9. Barón-Campis *et al.*, 2005; 10. Hansen, 2011; 11. Balech, 1988; 12. Steindiger *et al.*, 2011; 13. Kofoid & Zwezy, 1921; 14. Hoppenrath & Elbraechter, 2011; 15. Guiry & Guiry, 2011; 16. Brandt, 2011; 17. WoRMS, 2010.

8.3.2.1. Riqueza y diversidad (H') de la comunidad de dinoflagelados

En el mes de octubre de 2009, la riqueza varió entre 6 y 32 especies, el menor valor se registró en las localidades Centro, Punta Bruja, Puerto Marqués y La Bocana en las profundidades mayores a los 20 m y el mayor valor en la localidad La Naval a 1 m de profundidad. Por su parte la diversidad tuvo un intervalo de variación entre 1.8 y 3.8 bits/ cel, la menor diversidad se registró en la localidad Centro a 20 m y la mayor en la localidad Marina a los 3 m.

En el mes de marzo de 2010, se presentaron los mayores valores de riqueza y diversidad (tabla 3), la riqueza varió entre 16 y 52 especies, el menor valor se encontró en la localidad Sinfonía a los 5 m de profundidad y el mayor en la localidad Centro a los 10 m. Por otro lado, la diversidad varió entre 3 y 4.9 bits/ cel, la menor diversidad se presentó en la localidad Sinfonía a una profundidad mayor de 20 m y la mayor se encontró en las localidades Centro y La Marina a 1 y 3 m respectivamente.

En julio de 2010, la riqueza varió entre 4 y 35 especies, el menor valor se encontró en la localidad Caleta a los 20 m y el mayor en la localidad Punta Bruja a los 3 m. Por su parte la diversidad presentó sus menores valores, variando entre 0.1 y 3.7 bits/ cel, el menor valor de diversidad se encontró en la localidad La Naval a los 3 m y el mayor en la localidad Sinfonía a los 3 m (tabla 3).

La riqueza de la comunidad de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco tuvo un valor medio de 24 especies. Ésta presentó diferencias significativas tanto entre los meses de muestreo ($H=58.25$; g.l.=2; $p<0.00001$), como entre las profundidades ($H=13.33$; g.l.=5; $p<0.020$), pero no entre las localidades ($H=3.36$; g.l.=7; $p<0.850$). Por su parte la diversidad presentó un valor medio de 2.98 bits/cel, ésta también presentó diferencias significativas entre los meses de muestreo ($H=69.17$; g.l.=2; $p<0.0001$), sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre las localidades ($H=1.20$; g.l.=7; $p<0.990$) y profundidades ($H=7.36$; g.l.=5; $p<0.194$).

En la tabla 3 se presentan los valores de riqueza de especies y diversidad de la comunidad de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco, para las tres épocas, localidades y profundidades de muestreo.

Tabla 3. Riqueza (# especies) y diversidad (bits/cel) de la comunidad de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco.

	Profundidad (m)	Octubre 2009		Marzo 2010		Julio 2010	
		Diversidad	Riqueza	Diversidad	Riqueza	Diversidad	Riqueza
Sinfonia	1	2.93	26	3.81	30	3.22	26
	3	3.52	21	3.33	21	3.76	24
	5	3.12	19	3.41	16	2.55	24
	10	1.93	26	3.45	29	2.59	10
	20	2.41	19			1.22	13
	F			3.04	22		
Caleta	1	2.9	18	3.6	32	3.57	26
	3	2.73	17	3.99	35	3.53	20
	5	2.78	14	3.92	36	2.97	22
	10	1.81	19	3.48	31	2.09	10
	20	2.95	20	4.18	31	1.21	4
La Marina	1	2.96	16	4.01	32	1.32	9
	3	3.82	20	4.93	48	1.47	17
	5	3.14	21	4.11	38	0.36	19
	10	2.52	14	3.88	27	1.72	16
Centro	1	3.62	24	4.93	47	1.32	9
	3	3.57	25	4.06	39	1.47	17
	5	3.22	19	4.2	49	0.36	19
	10	3.12	20	4.51	52	1.72	16
	20	1.78	7				
	F	2.19	6	4.35	44		
Naval	1	3.52	32	4.52	46	3.33	19
	3	3.26	23	4.23	39	0.11	7
	5	2.79	15	4.41	37	1.03	28
	10	1.95	9	4.06	31	3.68	20
Pta Bruja	1	2.49	16	4.37	46	3.36	30
	3	3.16	24	3.81	33	1.33	35
	5	2.78	21	4.32	43	0.41	28
	10	3.31	29	4.38	40	1.41	17
	20	2.14	6	3.94	39	0.25	7
Pto Marqués	1	2.49	16	3.99	39	3.19	24
	3	3.16	24	3.95	31	3.28	28
	5	2.78	21	4.12	43	1.39	21
	10	3.31	29	4.1	27	2.3	16
	20	2.14	6	3.96	27	2.3	11
La Bocana	1	3.3	19	4.03	39	3.26	24
	3	2.14	14	3.84	35	2.86	20
	5	2.92	25	3.8	31	2.86	18
	10	2.95	21	4.18	38	2.52	22
	20	2.34	6				
	F			3.1	18	2.2	6

8.4. Especies registradas como potencialmente tóxicas o nocivas

En La Bahía de Acapulco se encontraron 29 especies que son potenciales formadoras de FANs (florecimientos algales tóxicos o nocivos, tabla 2). De éstas *Akashiwo sanguinea*, *Dinophysis caudata*, *Gymnodinium catenatum*, *Neoceratium furca* var. *furca*, *N. fusus*, *Prorocentrum micans*, y *Scrippsiella* cf. *trochoidea*, tuvieron una amplia distribución en la bahía y densidades altas, principalmente en el mes de marzo.

De las especies mencionadas anteriormente, *Scrippsiella* cf. *trochoidea*, *A. sanguinea*, *G. catenatum* y *P. micans*, presentaron las mayores densidades. *Scrippsiella* cf. *trochoidea* fue la especie más abundante en los tres meses de muestreo, con un intervalo de variación entre 3.8×10^4 cél L⁻¹ en el mes de julio y 1.1×10^5 cél L⁻¹ en marzo. En este último mes *A. sanguinea* y *P. micans* también tuvieron altos valores de densidad (3.1×10^4 y 4.2×10^4 cél L⁻¹, respectivamente). *G. catenatum* presentó poca variación en los valores de densidad durante las tres épocas muestreadas, las cuales variaron entre 2.0×10^4 cél L⁻¹ en los meses de octubre y julio y 2.2×10^4 cél L⁻¹ en el mes de marzo (Figs. 13 y 14).

En este último mes, los mayores valores de densidad de las especies anteriores, se encontraron en los sitios de muestreo: La Naval a 1 y 5 m de profundidad y Punta Bruja a los 3 m. En estos puntos las condiciones ambientales fueron muy similares: salinidad de 34, temperatura de 26° C, saturación de O₂ de 103%, con una concentración de oxígeno disuelto de 6.8 mg L⁻¹, además se registraron bajos valores de nitritos (0.11 µM en Punta Bruja a 1 m, 0.34 y 0.36 µM en La Naval a 1 y 5 m respectivamente) y nitratos (0.08 µM en Punta Bruja y 0.14 y 2.31 µM en La Naval a 1 y 5 m respectivamente), en el mes de marzo.

En el mes de julio se presentó un florecimiento *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*, que alcanzó una densidad total de 2.4×10^{-6} cél L⁻¹ en la bahía. El intervalo de variación de esta especie fue de 20 cél L⁻¹ en la localidad Caleta a 25 m y de 7.7×10^{-5} cél L⁻¹, en la localidad Centro a los 3 m de profundidad. Los niveles de Saxitoxina en este mes estuvieron entre 32.34 y 2,092 µgsax. equiv. /100g de carne (LESP, 2011). En los puntos de muestreo en los que esta especie se encontró con altas densidades (Centro 3 m y Punta Bruja 5 m), la temperatura fue de 29° C, la salinidad 30.

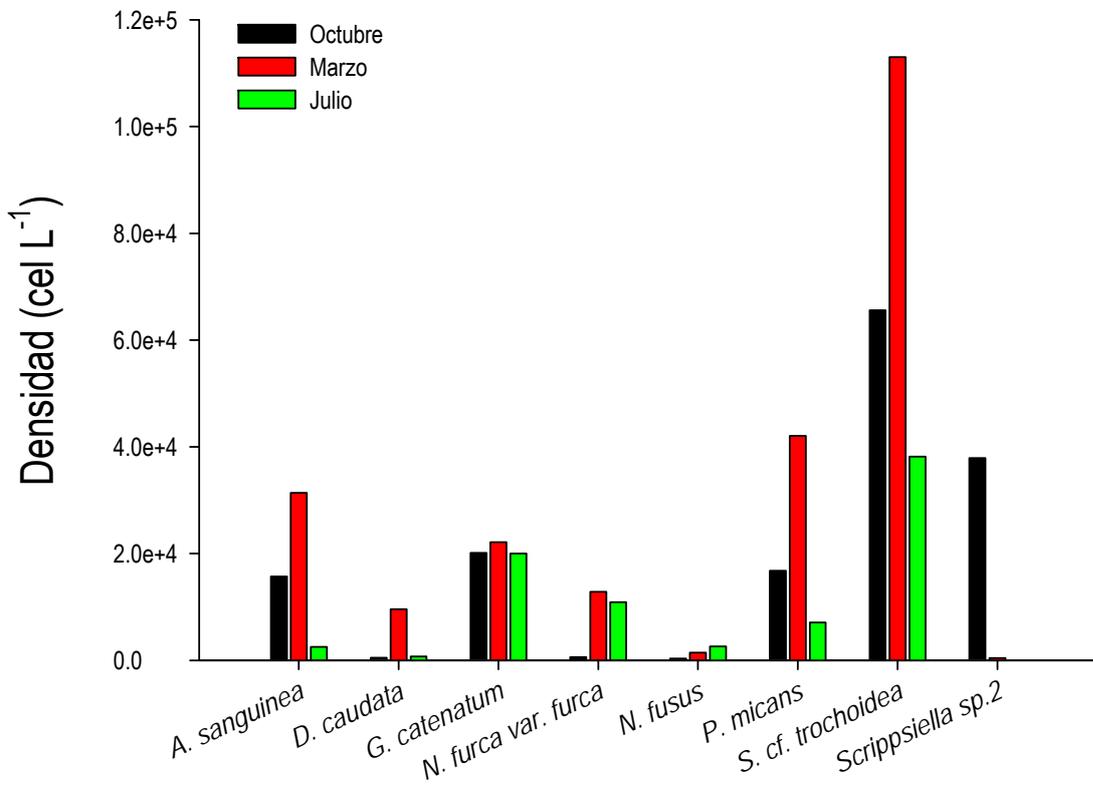


Fig. 13. Densidad total de las especies potencialmente tóxicas o nocivas que dominaron en La Bahía de Acapulco en los tres meses de muestreo.

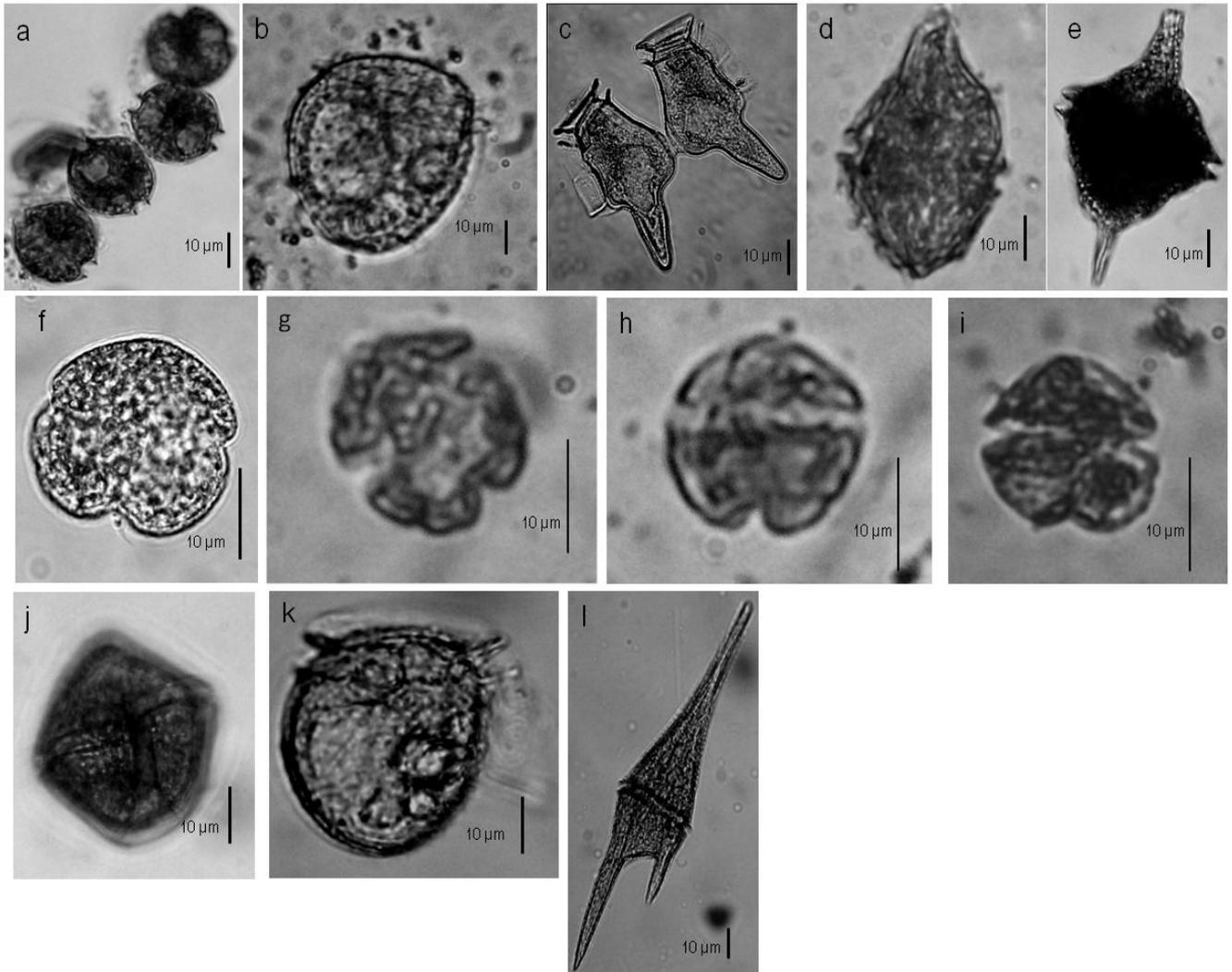


Fig. 14. Especies potencialmente tóxicas o nocivas encontradas en La Bahía de Acapulco. a) *Alexandrium* cf. *minutum*, b) *Dinophysis acuminata*, c) *Dinophysis caudata*, d) *Gonyaulax polygramma*, e) *G. birostris*, f) *Karenia* cf. *brevisulcata*, g) *K. mikimotoi*, h e i) *K.* cf. *mikimotoi*, j) *Lingulodinium polyedra*, k) *Phalacroma rotundatum*, l) *Neoceratium furca* var. *furca*.

8.5. Variación espacial y temporal de la densidad total de los dinoflagelados

La densidad total de los dinoflagelados en La Bahía de Acapulco y zona marina adyacente fluctuó entre 2.2×10^2 y 8.0×10^5 cel. L^{-1} y con un valor medio de 3.5×10^4 cel. L^{-1} . Las menores densidades ocurrieron en el mes de octubre, con un valor máximo de 1.3×10^4 cel. L^{-1} en Sinfonía a 1 m de profundidad. Los mayores valores de densidad de dinoflagelados se obtuvieron en el mes de julio, con un valor mínimo de 2.2×10^2 cel. L^{-1} en Caleta a los 20 m. En general, los dinoflagelados se encontraron agregados entre los 3 y 5 m de profundidad en las localidades al interior de La bahía. Los máximos valores de densidad de dinoflagelados se encontraron en las localidades Centro y Punta Bruja (7.5×10^4 cel. L^{-1} y 6.2×10^4 cel. L^{-1} , respectivamente) a estas profundidades en este mismo mes (Fig.15). Por lo que la densidad total de los dinoflagelados presentó diferencias significativas tanto entre los meses muestreados ($H=18.37$; g.l.=2; $p<0.0001$) como entre las localidades ($H=16.62$; g.l.=7; $p<0.02$) y profundidades ($H=35.83$; g.l.=5; $p<0.0001$) estudiadas.

En los meses de octubre y julio en las localidades y a las profundidades en las que la comunidad de dinoflagelados presentó los picos de densidad, las especies *Heterocapsa* sp. y *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* se encontraron también en sus máximos de densidad, la primera en octubre y la segunda en julio. Al mismo tiempo los picos de la densidad total coincidieron con los máximos valores de clorofila a.

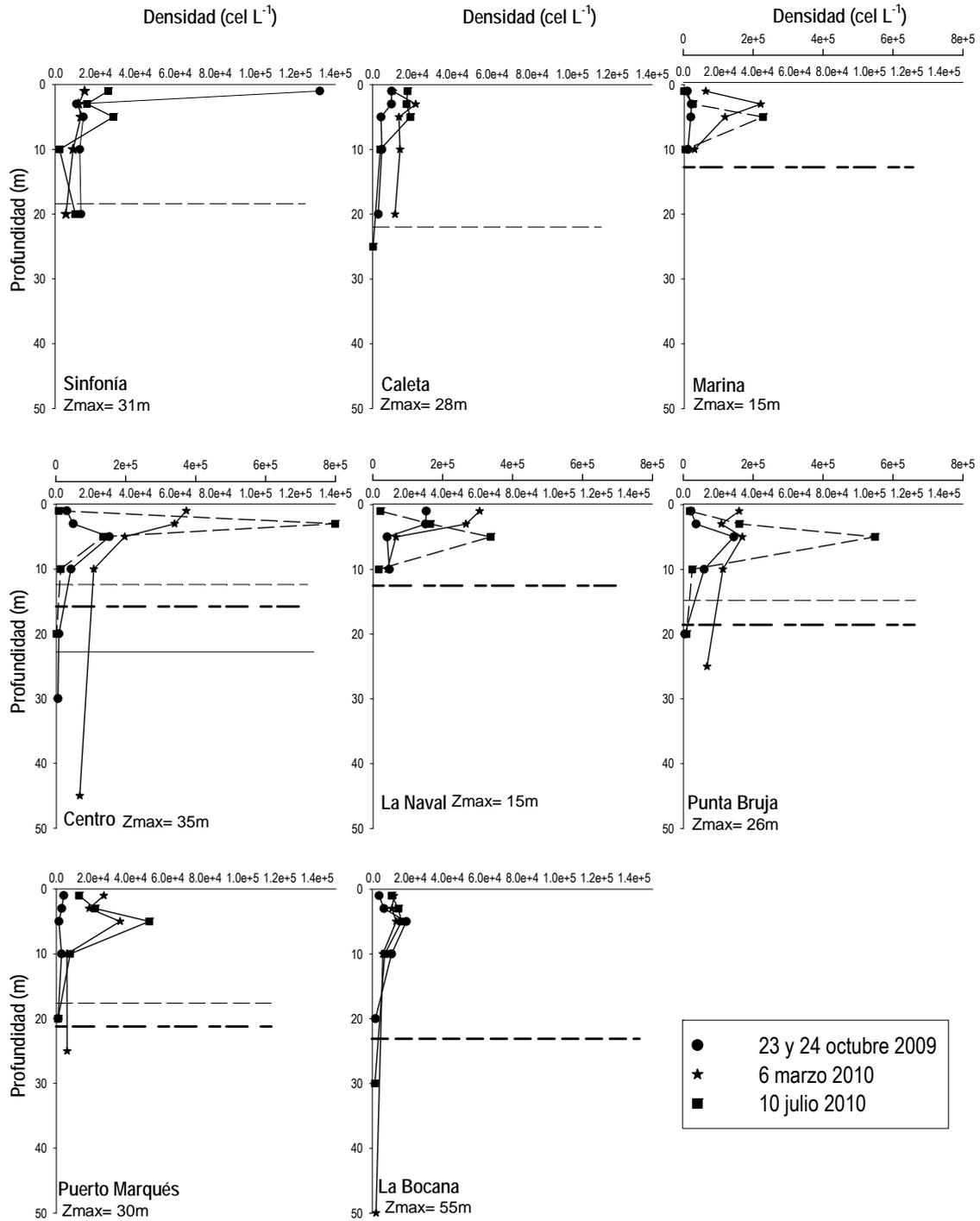


Fig. 15. Perfiles de la densidad total de los dinoflagelados para cada una de las localidades en los diferentes periodos de muestreo. (Prof. zona eufótica (Zeu)= — octubre, - - - - - Marzo, - · - - Julio, las que no se marcan fueron iguales a la profundidad total de la localidad).

Según el Análisis Discriminante (AD) con las densidades de las especies como variable clasificatoria, los dinoflagelados se encontraron principalmente agrupados en el tiempo (épocas del año; Fig.16). Éste mostró diferencias significativas en la densidad ($\lambda=0.00426$; $p= 0.00001$) entre los meses de muestreo, con el 100% de los casos correctamente clasificados. Para este análisis las especies discriminantes más importantes fueron *Akashiwo sanguinea*, *Prorocentrum micans* y *P. bahamense* var. *compressum*.

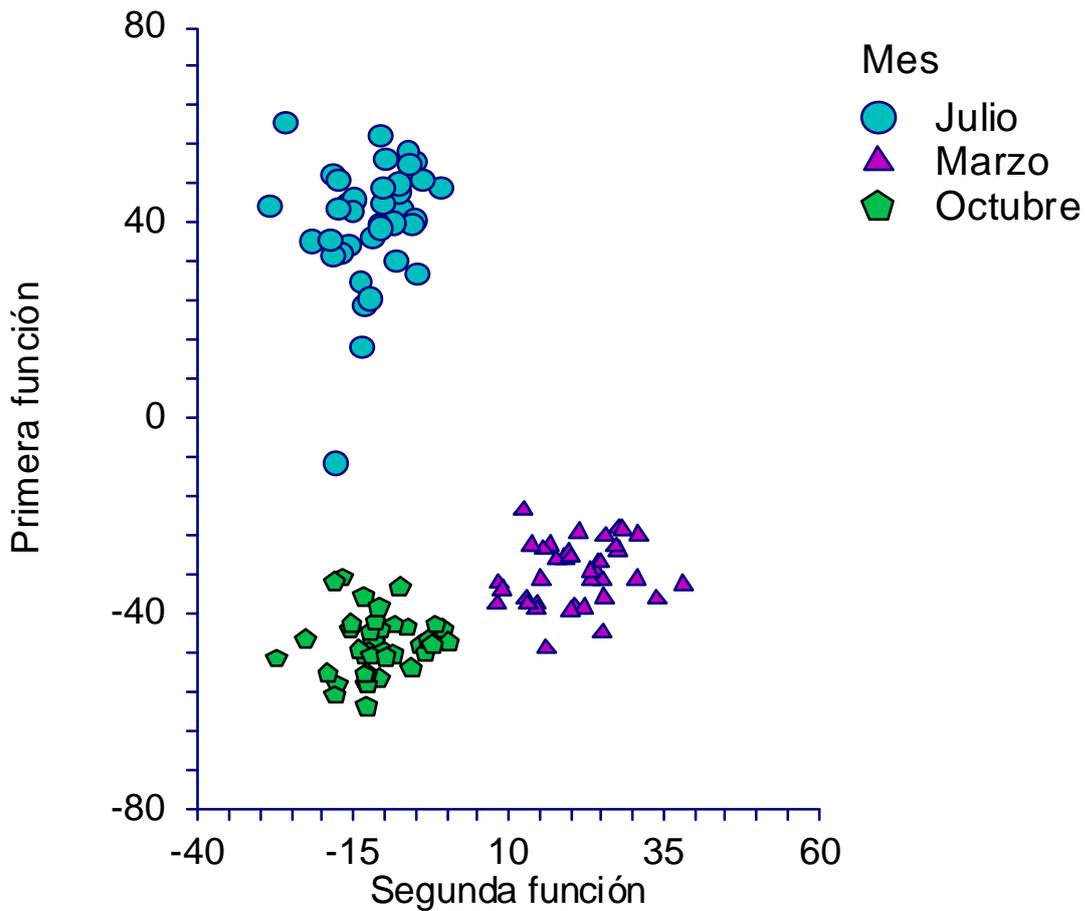


Fig. 16. Gráfico del Análisis Discriminante con las densidades de los dinoflagelados para los meses de muestreo.

Al hacer el análisis con las especies sin incluir a *P. bahamense* var. *compressum*, también se encontraron diferencias significativas entre los meses ($\lambda=0.0233$; $p= 0.00001$). También con el 100% de los casos correctamente clasificados (Fig.17). En esta ocasión fueron *Diplopsalopsis bomba*, *Gonyaulax polygramma*, *Gyrodinium falcatum*, *Gyrodinium fusus*, *Prorocentrum gracile* y *Torodinium robustum* las especies discriminantes más importantes.

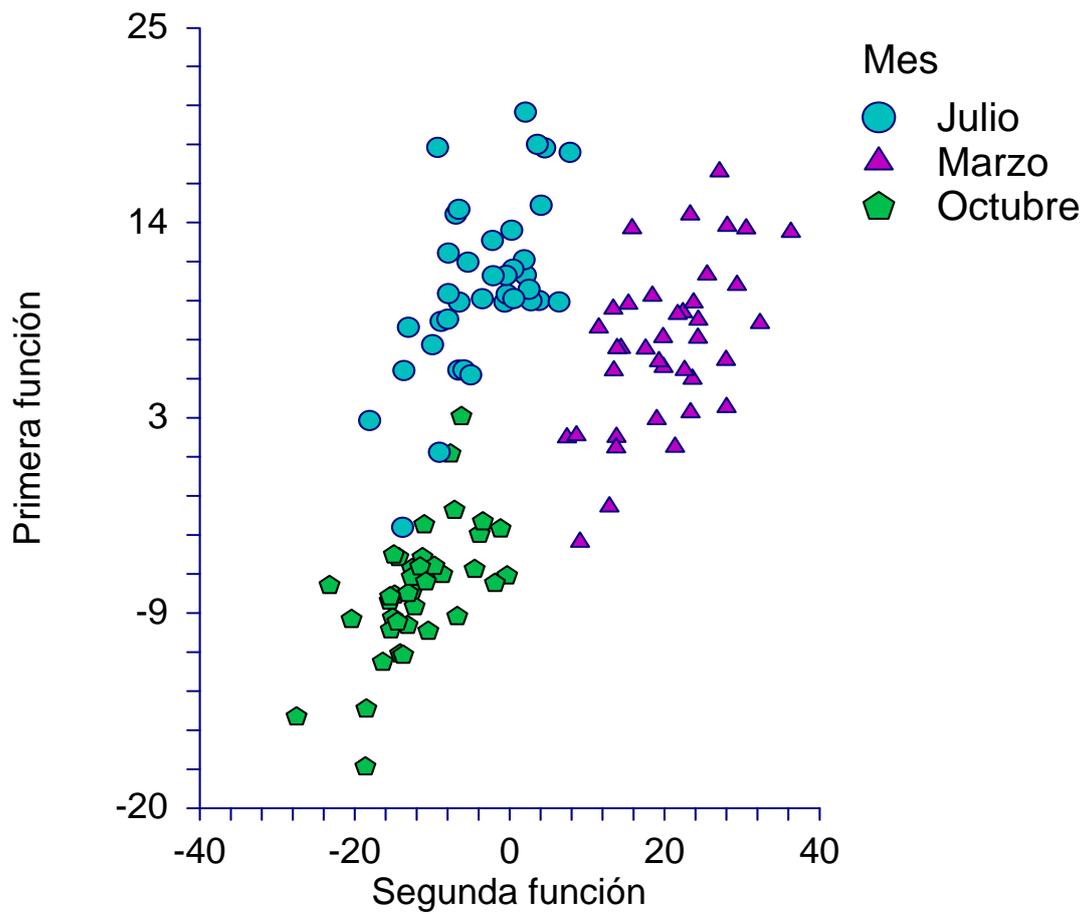


Fig. 17. Gráfico del Análisis Discriminante con las densidades de los dinoflagelados para los meses de muestreo sin el taxón *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*.

El AD para las localidades mostró diferencias significativas solamente en la primera función ($\lambda=0.0092$; $p=0.0199$), con el 80% de los casos correctamente clasificados (Fig. 18). Las especies discriminantes más importantes en esta función fueron *Ceratocorys horrida*, *Karenia papilionaceae*, *Prorocentrum gracile* y *Protoperidinium divergens*. A pesar que se presentaron diferencias significativas entre las localidades, estas especies no mostraron un patrón particular de agrupamiento dentro de La bahía, solamente *P. gracile* presentó las mayores densidades en la localidad La Naval.

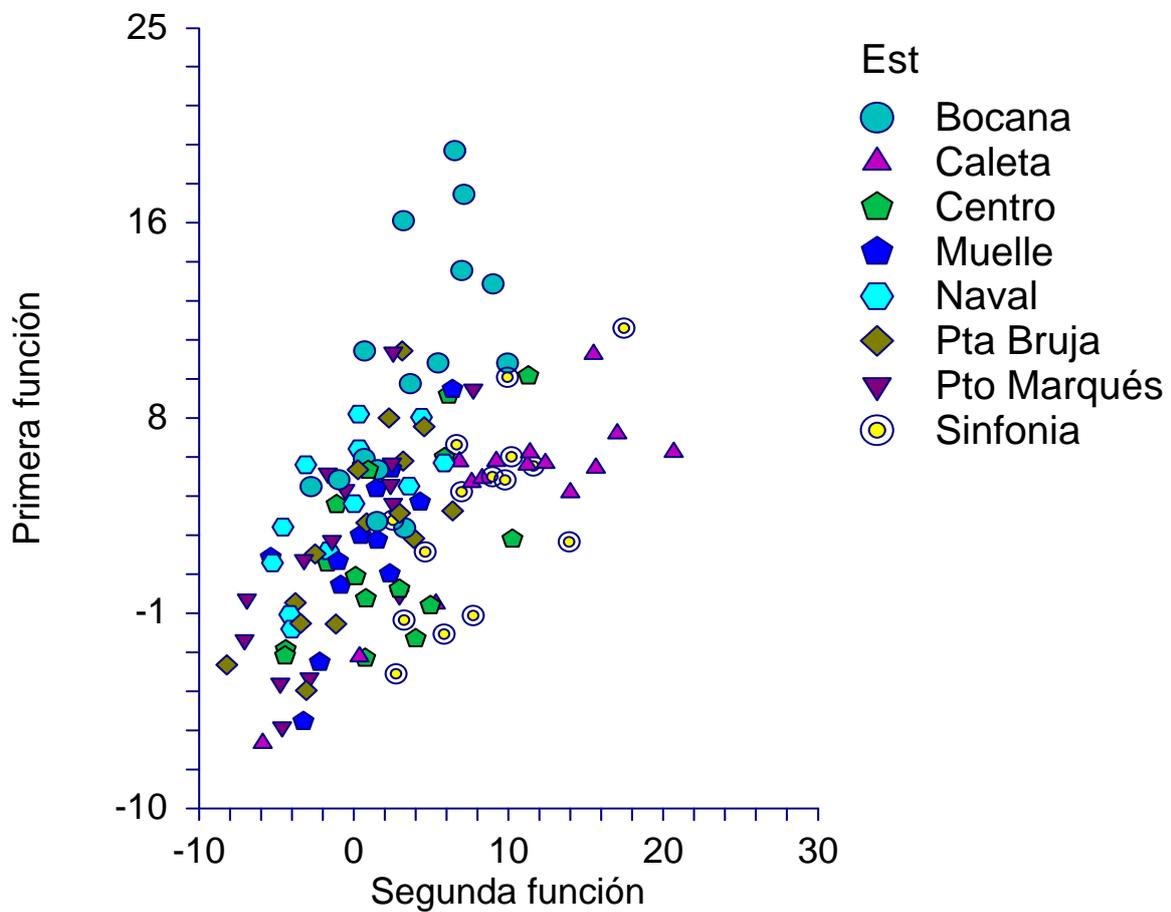


Fig. 18. Gráfico del Análisis Discriminante con las densidades de los dinoflagelados para las localidades de muestreo.

En el AD en las distintas profundidades no mostró diferencias significativas ($\lambda=0.0526$; $p= 0.3253$) con el 75% de los casos correctamente clasificados (Fig.19). Para este análisis la especie más importante fue *Scrippsiella* cf. *trochoidea*. La cual se encontró principalmente entre 1 y 5 m de profundidad.

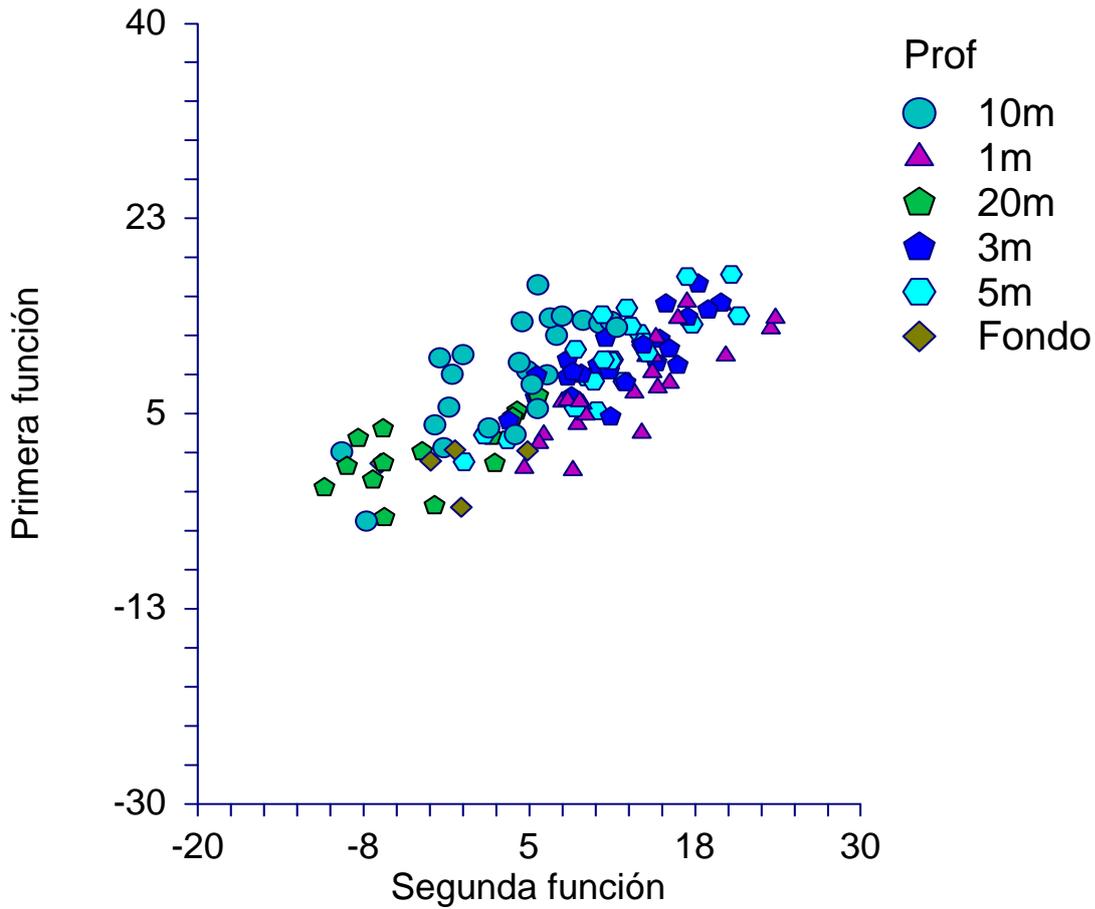


Fig. 19. Gráfico del Análisis Discriminante con las densidades de los dinoflagelados para las profundidades.

8.6. Relación entre las variables físicas, químicas y biológicas con los dinoflagelados

Las variables que tuvieron mayor número de correlaciones significativas con las especies fueron la temperatura y la salinidad (tabla 4). La primera se correlacionó con: *Diplopsalopsis bomba*, *Gonyaulax polygramma*, *Gymnodinium grammaticum*, *Gyrodinium falcatum*, *G. fusus*, *Neoceratium kofoidii*, *Polykrykos kofoidii*, *Protoperdinium pentagonum*, *P. venustum* y *Torodinium robustum*. Para esta última especie la temperatura explicó el 56% de la variación, mientras que para las demás especies explicó menos del 50% de la variación. La salinidad se asoció significativamente con 13 especies, las más altas con *Akashiwo sanguinea*, *Neoceratium kofoidii*, *Prorocentrum micans*, *Protoperdinium claudicans* y de manera negativa con *P. bahamense* var. *compressum*.

Las variables que siguieron en número de correlaciones con las especies fueron el amonio, se que correlacionó significativamente con *Gymnodinium grammaticum*, *Gyrodinium fusus*, *Karenia brevisulcata*, *Polykrykos kofoidii* y *Torodinium robustum*. Los fosfatos por su parte se asociaron con *Diplopsalopsis bomba*, *Gonyaulax polygramma*, *Gymnodinium grammaticum*, *Gyrodinium fusus*, *Karenia brevisulcata*, *Polykrykos kofoidii* y *Torodinium robustum*. Sin embargo, a pesar de ser correlaciones significativas, ninguna de estas variables explicó más del 50% de la variabilidad de las especies con las que se asoció (tabla 4).

La densidad total de los dinoflagelados se correlacionó significativamente de manera positiva con el porcentaje de saturación de oxígeno, el oxígeno disuelto y de manera negativa con el amonio. El oxígeno disuelto y la saturación de oxígeno explicaron el 41.9 y el 43.6%, respectivamente de la variabilidad de la densidad total de la comunidad de dinoflagelados. Por su parte, el amonio solo explicó el 35.7% de ésta. La densidad total de los dinoflagelados también se relacionó significativamente de manera positiva con la clorofila *a* y con la densidad total de las diatomeas (tabla 4).

De las especies potencialmente tóxicas o nocivas solamente *Akashiwo sanguinea*, *Dinophysis caudata*, *Neoceratium furca* var. *furca*, *Prorocentrum micans*, *P. bahamense* var. *compressum* y *Scrippsiella* cf. *trochoidea* tuvieron correlaciones significativas con alguna de las variables ambientales evaluadas. Además de las mencionadas anteriormente, *N. furca* var. *furca* se correlacionó significativamente de manera negativa con el amonio y los nitratos. *P. micans* de se correlacionó significativamente de manera negativa con los nitratos y *P. bahamense* var.

compressum positivamente con el oxígeno disuelto y el porcentaje de saturación de oxígeno y de manera negativa con el amonio (tabla 4).

La densidad total de dinoflagelados se correlacionó significativa con las especies: *Akashiwo sanguinea* ($r_s= 0.411$; $p= 0.0005$), *Gymnodinium catenatum* ($r_s= 0.444$; $p= 0.0001$), *Gyrodinium fusus* ($r_s= 0.518$; $p= 0.0001$), *Neoceratium furca* var. *furca* ($r_s= 0.534$; $p= 0.0001$), *N. kofoidii* ($r_s= 0.402$; $p= 0.0001$), *Prorocentrum gracile* ($r_s= 0.542$; $p= 0.0001$), *P. micans* ($r_s= 0.501$; $p= 0.0001$), *P. triestinum* ($r_s= 0.541$; $p= 0.0001$) y *Scrippsiella* cf. *trochoidea* ($r_s= 0.635$; $p= 0.0001$). Aunque la correlación del taxón *P. bahamense* var. *compressum* con la densidad total de dinoflagelados no fue alta, si fue significativa ($r_s= 0.307$; $p= 0.0009$), lo que indica que efectivamente se trató de un FAN.

La variación de la diversidad (H') y la riqueza estuvo influenciada por 12 y 20 especies respectivamente. Las correlaciones significativas más altas de la diversidad y la riqueza fueron con *A. sanguinea*, *Diplopsalopsis bomba*, *Gonyaulax polygramma*, *N. kofoidii*, *Polykrykos kofoidii*, *Prorocentrum micans* y *Protoperidinium claudicans*. La diversidad tuvo una correlación negativa con *P. bahamense* var. *compressum*. Otras especies que tuvieron una alta influencia en la variación de la riqueza fueron *P. triestinum*, *Scrippsiella* cf. *trochoidea* y *Torodinium robustum* (tabla 4).

Tabla 4. Correlaciones entre las especies de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco y los parámetros físicos y químicos ($p < 0.001$, para el O_2 y sat. de O_2 $N = 76$, para el resto de las variables $N = 113$).

Especies	Clorofila a	Temperatura	salinidad	saturación O_2	O_2 (mg L ⁻¹)	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	PO_4	Diversidad	Riqueza	Diatomeas
<i>Acrhadina pulchra</i>						rs= -0.404						
<i>Akashiwo sanguinea</i>			rs= 0.520							rs=0.643	rs=0.587	
<i>Dinophysis caudata</i>			rs= 0.426									
<i>Diplopsalopsis bomba</i>		rs= -0.465	rs= 0.448						rs= -0.419	rs=0.662	rs=0.579	
<i>Ensiculifera</i> sp.											rs=0.497	
<i>Gonyaulax polygramma</i>		rs= -0.357	rs= 0.441						rs= -0.370	rs=0.58	rs=0.600	rs=0.385
<i>Gymnodinium catenatum</i>											rs=0.364	
<i>Gymnodinium grammaticum</i>		rs= 0.497				rs= 0.476	rs= -0.453		rs= 0.450			
<i>Gyrodinium falcatum</i>		rs= -0.387									rs=0.48	
<i>G. fusus</i>		rs= -0.491				rs= -0.357			rs= -0.38		rs=0.485	rs= 0.538
<i>Karenia asterichroma</i>			rs=0.375								rs=0.393	
<i>K. cf. bicuneiformis</i>			rs= 0.412									
<i>K. brevisulcata</i>						rs= 0.420						
<i>K. cf. brevis</i>												
<i>Neoceratium furca</i> var. <i>furca</i>						rs= -0.39		rs= -0.386			rs=0.444	rs=0.381
<i>N. furca</i> var. <i>eugrammum</i>			rs= 0.384							rs=0.382	rs=0.454	
<i>N. fusus</i>											rs=0.366	
<i>N. kofoidii</i>		rs= -0.452	rs= 0.545							rs=0.646	rs=0.687	
<i>Polykrykos kofoidii</i>		rs= -0.418	rs= 0.495			rs= -0.354			rs= -0.369	rs=0.625	rs=0.618	
<i>Prorocentrum gracile</i>											rs=0.493	rs=0.482
<i>P. micans</i>			rs= 0.546					rs= -0.400		rs=0.678	rs=0.768	
<i>P. triestinum</i>										rs=0.438	rs=0.602	rs=0.413
<i>Protoperdinium claudicans</i>			rs= 0.527							rs= 0.638	rs=0.610	
<i>P. pentagonum</i>		rs= -0.467	rs= 0.414									
<i>P. venustum</i>		rs= 0.362										
<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressa</i>	rs=0.292		rs= -0.647	rs=0.523	rs= 0.501	rs= -0.457			rs=-0.241	rs=-0.569	rs=-0.286	
<i>Scrippsiella</i> sp.1			rs= 0.402							rs=0.434	rs=0.65	
<i>Torodinium robustum</i>		rs=-0.564	rs=0.334			rs= -0.389	rs= 0.419		rs=-0.440	rs=0.464	rs=0.523	rs=0.557
Densidad total Dinoflagelados	rs= 0.329			rs= 0.436	rs=0.419	rs= -0.357						rs=0.653

9. DISCUSIÓN

9.1. Composición y estructura de la comunidad de dinoflagelados

Entre todos los grupos del fitoplancton, los dinoflagelados se destacan por su diversidad de especies y diversidad morfológica (Smayda & Reynolds, 2003). En Acapulco, aunque fueron el segundo grupo en importancia, presentaron altos valores de Diversidad ($H' = 3$ bits cel^{-1} en promedio) y riqueza (23 especies en promedio), además de una gran variedad de formas, como era de esperarse que ocurriera en una zona tropical (Taylor *et al.*, 2008). Las 219 especies registradas en este estudio representan el 36% de las especies de dinoflagelados listadas para todo el Pacífico mexicano (605 en total) y el 95% de las reportadas para la bahía por Meave & Zamudio (2010a y 2010b). Por tratarse de una pequeña porción del Pacífico mexicano y ser considerada como una zona costera eutrófica, estos valores evidencian que La Bahía de Acapulco es una zona con importante biodiversidad fitoplanctónica.

En su mayoría las especies de dinoflagelados encontradas son grandes y tecadas. Los géneros *Protoperdinium*, *Neoceratium*, *Dinophysis* y *Prorocentrum* fueron los que contribuyeron con el mayor número de especies a la riqueza total de la comunidad. Estos resultados ratifican lo reportado para el Pacífico central, ya que hasta el momento son los géneros más diversos en la región (Okolodkov & Gárate-Lizárraga, 2006; Esqueda-Lara & Hernández-Becerril, 2010). Otro género que también tuvo un aporte significativo a la riqueza fue *Gymnodinium*. Los dinoflagelados desnudos también fueron importantes y siempre presentes en el fitoplancton de Acapulco. Sin embargo, los registros de este grupo para la zona de estudio son pocos, ya que estos organismos son escasos en las muestras de red, debido al método de fijación utilizado.

Según Balkis (2009) la variación en la diversidad de una comunidad es controlada por 2 a 10 especies por lo que las demás pueden ser consideradas como especies secundarias que no causan fluctuaciones significativas. Este mismo autor al igual que Caroppo *et al.* (1999) encontraron correlaciones significativas entre la diversidad y la densidad celular del fitoplancton. En este estudio, encontramos que la abundancia de los dinoflagelados se correlacionó positivamente con la diversidad ($r_s = 0.209$; $p = 0.026$) y la riqueza ($r_s = 0.575$; $p = 0.00001$).

Los mayores valores de diversidad se encontraron en el mes de marzo y al igual que Balkis (2009), lo podemos atribuir a una distribución más uniforme en la abundancia de las especies, puesto que en este mes se obtuvo una mayor equidad (0.78). Por otro lado, los menores valores de diversidad se presentaron en el mes de julio y por ende la menor equidad (0.51). Se sabe que la diversidad disminuye cuando se presentan florecimientos algales (Ignatiades, 1969). En julio del 2010 se registró un florecimiento de *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*, el cual se correlacionó negativamente con la diversidad y riqueza.

La variación de la diversidad, la riqueza, así como de la densidad total de los dinoflagelados en Acapulco estuvo regulada principalmente por especies que estuvieron presentes en la bahía durante las tres épocas de muestreo, cambiando su condición desde raras a dominantes. Al igual que por las especies que se presentaron en una sola época como dominantes. Dentro del primer grupo están: *Akashiwo sanguinea*, *Diplopsalopsis bomba*, *Gonyaulax polygramma*, *Neoceratium kofoidii*, *Prorocentrum micans* y *Torodinium robustum*. Y en el segundo grupo se encontraron: *Polykrykos kofoidii*, *Protoperidinium claudicans* y *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* (tabla 2). Otras especies que también se correlacionaron significativamente con estos dos índices fueron: *Neoceratium furca* var. *eugrammum*, *P. triestinum* y *Scripsiella* sp.1, las cuales tuvieron una mayor influencia en la variación de la riqueza (tabla 4).

Las especies secundarias fueron aquellas que se encontraron en la bahía solo una vez en alguna de las épocas de muestreo y que por presentar bajas densidades y frecuencias de aparición se clasificaron como raras. Por ejemplo especies como *Amphidinium extensum*, *Amphisolenia bidentata*, *Asteriodinium gracile*, *Brachidinium capitatum*, *Corythodinium* cf. *belgicae*, *C.* cf. *reticulatum*, *Gonyaulax* cf. *macroporus*, *Gonyaulax* cf. *nigricans*, *G. digitalis*, *Histioneis* cf. *reticulata*, *Karenia mikimotoi*, *Karlodinium* cf. *veneficum*, *Ornithocercus thumii*, *Oxyphysis oxytoxoides*, *Oxytoxum* cf. *laticeps*, *O.* cf. *sceptrum*, *Phalacroma rapa*, *Podolampas bipes*, *P. spinifera*, *Polykrykos schwartzii*, *Pronoctiluca* cf. *pelágica*, *Pyrocystis noctiluca* y *Scaphidinium mirabile*, entre otras. Aunque estas especies no influyeron en las fluctuaciones de la diversidad y riqueza de la comunidad de dinoflagelados, si aportaron a la riqueza específica en cada una de las épocas de muestreo en las que se encontraron.

La mayoría de especies de dinoflagelados que conformaron la flora de La Bahía de Acapulco en este estudio fueron tropicales, subtropicales o templadas. En su mayoría son organismos de ambientes costeros, cosmopolitas y unos cuantos oceánicos (tabla 2). La alta riqueza fitoplanctónica encontrada en La Bahía de Acapulco puede explicarse debido a su localización en una zona con influencia de las corrientes de California entre enero y junio y Norecuatorial entre junio y diciembre (De la Lanza, 2001), lo que le confiere características tanto físicas como químicas que permiten la permanencia de las diferentes especies. Además, la presencia de organismos tropicales y templados coincide con los numerosos trabajos realizados para el Pacífico mexicano (Alonso-Rodríguez & Páez-Osuna, 2003; Meave del Castillo *et al.*, 2003; Alonso-Rodríguez & Ochoa, 2004; Garate-Lizárraga *et al.*, 2006; Hernández-Sandoval *et al.*, 2009; Esqueda-Lara & Hernández-Becerril, 2010).

El 57% de las especies de dinoflagelados identificadas en este trabajo, son autótrofas y mixótrofas. Es bien sabido que los dinoflagelados son una parte importante de la producción primaria eucariota de los ecosistemas marinos (Fanning, 1992). En Acapulco este grupo fue el segundo en abundancia después de las diatomeas y contrario a lo que se esperaba, fueron estos los que se correlacionaron significativamente con la clorofila *a* (tabla 4). Según Malone (1971) y Signoret *et al.* (1998) la contribución de células pequeñas (<20 μM) a la producción primaria es mayor que la de las células mas grandes (entre 20 y 90 μM). Sin embargo, al hacer las correlaciones individuales para las especies con esta variable, encontramos que solo *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* se correlacionó significativamente con la clorofila *a*. Esto se debe a que los dinoflagelados pueden ser los principales productores primarios, especialmente cuando se les encuentra en altas concentraciones; es decir, cuando se presenta un florecimiento (Blasco, 1977), como es el caso del taxón *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*.

Otro grupo importante dentro de la comunidad fueron los organismos heterótrofos, dentro de este grupo están los *Protoperdinium*, algunos del género *Gyrodinium* y *Polykrikos* entre otros. La especie *Polykrikos kofoidii* ha sido reconocida como depredador de *Gymnodinium catenatum*, cuando éste último produce florecimientos (Matsuyama *et al.*, 1999). En Acapulco *P. kofoidii*, además de haberse asociado significativamente con *G. catenatum* ($r_s= 0.404$; $p=0.00001$), también estuvo correlacionada significativamente con *A. sanguinea* ($r_s=0.559$; $p= 0.00001$),

Dinophysis caudata ($rs=0.571$; $p=0.00001$), y *Diplopsalopsis bomba* ($rs=0.679$; $p=0.00001$). Otra especie que es conocida por ser heterótrofa es el dinoflagelado *Gyrodinium fusus*, el cual se relacionó significativamente con las diatomeas (tabla 4). Este resultado coincide con lo encontrado en un estuario en Argentina por Barria de Cao & Piccolo (2008), en el que la ocurrencia de esta especie coincidió con la dominancia de diatomeas y algunas fueron observadas en sus vacuolas digestivas.

Las especies de dinoflagelados que dominaron la comunidad en los tres meses de muestreo pertenecen al tipo de hábitat I, II y III según la clasificación de Smayda (2000). Las especies comunes a los tipos de hábitats I y II son especies pequeñas, invasoras, con altas tasa de crecimiento y proliferan en ambientes costeros con elevados niveles de nutrientes debido a las actividades antropogénicas, es decir son estrategas C. Las especies pertenecientes a estos tipos de hábitat y estrategia son la mayoría de las especies de los géneros *Gymonidinium* y *Gyrodinium* (tipo de hábitat I) y *Prorocentrum*, *Scrippsiella* y *Heterocapsa* (tipo de hábitat II). Al tipo de hábitat III pertenecen la mayoría de especies del género *Neoceratium*, adaptadas a aumento de velocidad, asociada a zonas frontales, sus florecimientos se presentan en condiciones de gran estratificación y alto contenido de nutrientes. Además son especies grandes, a menudo altamente ornamentadas y autótrofas o mixótrofas, que se consideran estrategas S (Smayda & Reynolds, 2001; 2003).

Otras especies que también fueron importantes en Acapulco se han clasificado en los tipos de hábitat V y VI y son estrategas R. Estas son *Gymonidinium catenatum* en el primer grupo y *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* en el segundo grupo. La primera estuvo presente durante los tres periodos muestreados y la segunda presentó un florecimiento en el mes de julio de 2010. Estas especies son tolerantes a las perturbaciones físicas, su movilidad se ve favorecida por la formación de cadenas y pueden crecer en sitios con altas diferencias de luz (Smayda & Reynolds, 2001; 2003).

Aunque en menos abundancia y se caracterizaron por ser raras, también encontramos especies de los tipos IV, VII, VIII y IX, adaptadas a la dispersión por corrientes costeras, de aguas oceánicas tropicales y subtropicales, oligotróficas y altamente estratificadas (Smayda & Reynolds, 2001). En estas encontramos especies de los géneros *Dinophysis*, *Ornithocercus* y *Pyrocystis* y especies

como *Karenia mikimotoi*, *Amphisolenia bidentata*, *Histioneis* cf. *reticulata*. Lo que podría explicar sus bajas densidades en Acapulco.

9.2. Especies potencialmente tóxicas y nocivas

En el Pacífico mexicano se han reportado alrededor de 24 especies de dinoflagelados consideradas como potencialmente tóxicas (Hernández-Becerril *et al.*, 2007). En La Bahía de Acapulco encontramos 13 de estas especies, de las cuales *Gymnodinium catenatum* y *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* han presentado florecimientos tóxicos en las costas del Pacífico mexicano (Garate-Lizarraga *et al.*, 2008; Meave del Castillo *et al.*, 2008; Band-Schmidt *et al.*, 2010). Estas dos especies son productoras de saxitoxina responsable del envenenamiento paralítico por consumo de mariscos (EPM) causando intoxicaciones y muertes humanas (Landsberg, 2002).

La especie *G. catenatum* tiene una amplia distribución a nivel mundial y para México se ha reportado para las costas del Pacífico, en donde se han descrito florecimientos en las Bahías de Acapulco, Concepción, Manzanillo y La Paz (Cabrera-Mancilla *et al.*, 2000; Band-Smitich *et al.*, 2004; Hernández-Sandoval *et al.*, 2009). Según los resultados presentados aquí, podemos considerar a *G. catenatum* como una especie típica del fitoplancton en La Bahía de Acapulco, ya que estuvo presente durante las tres épocas de muestreo como dominante con altas densidades y frecuencias de aparición. Los florecimientos de *G. catenatum* se han reportado en rangos desde 1.0×10^4 a 7.9×10^4 cel L⁻¹ (Hernández-Sandoval *et al.*, 2009). En Acapulco los florecimientos de esta especie han estado entre 7.6×10^3 a 3.8×10^4 cel L⁻¹ en marzo de 1999 (Cabrera-Mancilla *et al.*, 2000). Durante este estudio la densidad de *G. catenatum* llegó a alcanzar una densidad máxima de 9.9×10^3 cel L⁻¹ en la localidad la naval a 5 m de profundidad en el mes de julio. En este punto de muestreo en el mes mencionado, la diversidad presentó uno de sus más bajos valores (1.03 bits cel⁻¹), al mismo tiempo que se presentó el florecimiento de *P. bahamense* var. *compressum*.

Al parecer las condiciones en La Bahía de Acapulco son buenas para el establecimiento de *G. catenatum* ya que estuvo ampliamente distribuida, tanto en el plano horizontal como en el vertical. Los rangos de temperatura y salinidad medidos en este estudio, coinciden en los reportados por la

literatura para las condiciones en las que se ha encontrado esta especie. Las mayores densidades de *G. catenatum* se encontraron entre los 26 a 31° C y la salinidad entre 30 y 34 en La Bahía. Los rangos reportados están entre 6 y 29° C, con un rango óptimo de crecimiento entre 16 y 29° C y para la salinidad entre 26 y 40, teniendo sus máximas tasas de crecimiento entre 28 y 38 (Band-Smith *et al.*, 2004). Esto confirma que *G. catenatum* es una especie con una amplia tolerancia a la temperatura y la salinidad (Band-Smith *et al.*, 2004).

En el caso de los florecimientos de *Pyrodinium Bahamense* var. *compressum* han ocurrido en intervalos entre 3 y 5 años en las costas del Pacífico mexicano (Meave del Castillo *et al.*, 2008b). En Acapulco se han presentado dos eventos de florecimientos de este taxón, los cuales comenzaron en el mes de noviembre en los años 1995 y 2001 y finalizaron en los meses de febrero de 1996 y marzo del 2002 (SSA, 2003). Al parecer los florecimientos de *Pyrodinium* son un evento regional, ya que los florecimientos en el Pacífico mexicano se presentan siempre después de ser observados en Costa Rica (Meave del Castillo *et al.*, 2008). A estos florecimientos se los asocia con la temporada de surgencia y lluvias, cuando la concentración de nutrientes aumenta, especialmente fosfatos (Phlips *et al.*, 2006; Hernández-Becerril *et al.*, 2007).

Durante este estudio se presentó un evento de FAN (8 años después del último registrado). Las primeras células se empezaron a observar en mayo del 2010, alcanzando su máxima densidad el 10 de julio de 2010. Este coincidió al igual que los eventos anteriores con un florecimiento en Centroamérica y en el sur del Pacífico mexicano en noviembre de 2009 (Meave del Castillo *et al.*, 2011). Estos últimos autores señalan una posible relación en la presencia del FAN de *Pyrodinium* con el incremento de la temperatura del agua y la elevación de los ortofosfatos, lo que ocurrió justo cuando comenzaron las lluvias. En este trabajo no se encontró una correlación significativa con la temperatura. Por su parte, los ortofosfatos y el amonio explicaron el 24% y el 46%, respectivamente de la variación de este taxón. Por lo que es posible que la llegada de quistes viables de *Pyrodinium* desde Centroamérica por las corrientes costeras y las condiciones óptimas (concentraciones adecuadas de PO₄ y NH₄⁻) en la columna de agua que permitieron el desarrollo de las células vegetativas, sean las principales razones para que se haya presentado el FAN (Licea *et al.*, 2010; Meave del Castillo *et al.*, 2011).

Otras especies comunes de la comunidad de dinoflagelados en Acapulco se han relacionado en diferentes partes del mundo con eventos de mortalidad de organismo acuáticos. Tal es el caso de *Akashiwo sanguinea* que ocasionalmente ha sido vinculado con mortalidad de peces y crustáceos, pero se desconoce el mecanismo por el cual esta especie es nociva. Florecimientos de las especies *Cochlodinium polykrikoides* y *Karenia mikimotoi*, se han asociado con muertes masivas de peces alrededor del mundo, estas son productoras de hemolisinas. Otra especie implicada en mortalidad de animales marinos es *Lingulodinium polyedra*, posible productor de Yesotoxinas, una toxina de la cual se sabe poco acerca su acción y el papel que juega en la salud de los organismos acuáticos. Muchos Dinophysiales son productores de ácido ocadaico, este es el responsable del envenenamiento diarreico por consumo de mariscos en humanos, en Acapulco encontramos las especies *Dinophysis acuminata*, *D. caudata*, *D. fortii* y *Phalacroma rotundatum* que ha sido reportadas como productoras de esta toxina (Landsberg, 2002; Gárate-Lizárraga & González-Armas, 2011). Sin embargo por las densidades alcanzadas (la máxima fue de 4.2×10^3 cel L⁻¹ por *D. caudata*) en Acapulco no son productoras de FANs.

Otro grupo de especies se consideran nocivas debido a que sus florecimientos producen condiciones de anoxia y daños mecánicos en organismos acuáticos, es el caso de las especies de *Neoceratium* de las cuales *N. furca* es una de las más citadas y en Acapulco estuvo presente durante los tres meses de muestreo, aunque en bajas densidades (la máxima alcanzada fue de 2.8×10^3 cel L⁻¹). Al mismo tiempo especies como *Gonyaulax polygramma*, *G. spinifera* y algunos *Prorocentrum* se les considera especies nocivas y sus florecimientos están relacionados con cambios en la calidad del agua. En conjunto algunas especies de *Neoceratium* y *P. micans* se les ha implicado en algunos casos de mortalidad de animales marinos (Landsberg, 2002). En Acapulco no se han llegado a presentar ninguno de estos eventos ya que estas especies no alcanzan densidades que se puedan considerar como FAN.

9.3. Relación de la comunidad con los parámetros físicos y químicos

Los dinoflagelados pelágicos son capaces de sobrevivir en condiciones de perturbación física y estrés por limitación de luz y nutrientes (Smayda & Reynolds, 2003). En general el fitoplancton puede llegar a estar limitado por la disponibilidad de cualquier nutriente cuando la luz y la temperatura son adecuados (Hecky & Kilham, 1988). En Acapulco la luz no llegó a ser un factor

limitante, puesto que durante los tres periodos de muestreo la profundidad de la zona eufótica fue casi igual a la profundidad total en casi todas las localidades. Por su parte, aunque la temperatura mostró diferencias significativas entre las épocas de muestreo, su rango de variación fue característico de un ambiente tropical y estuvo en el rango óptimo para muchas de las especies.

Los dinoflagelados son un grupo característico de aguas cálidas (Taylor, 1978) y en su mayoría las especies que se encontraron en Acapulco tienen efectivamente una distribución tropical. Sin embargo, unas pocas especies se vieron favorecidas por las bajas temperaturas, pues tuvieron correlaciones negativas con este factor y se presentaron de manera dominante en la época de muestreo en la que la temperatura fue menor (marzo de 2010). Es el caso de las especies *Gyrodinium fusus* y *Gonyaulax polygramma*, las cuales se presentaron en La Bahía durante las tres épocas de muestreo, fueron dominantes en el mes de marzo cuando se presentaron las menores temperaturas. Los rangos de temperatura en los que se han encontrado tales especies oscilan entre los 9.2 y 18°C para la primera y entre los 17 y 22°C para la segunda (Gárate-Lizárraga *et al.*, 2006; Barriá de Cao & Piccolo, 2008) y en La Bahía de Acapulco la temperatura varió entre 20 y 17°C en el mes de marzo. Al igual que éstas otras especies que también fueron dominantes en el mes de marzo fueron *Gyrodinium falcatum*, *Polykrikos kofoidii* y *Torodinium robustum* y también han sido reportadas creciendo en bajas temperaturas en las zonas templadas (Matsuyama *et al.*, 1999; Gómez *et al.*, 2005; Gómez, 2009).

Según Balkis (2009) los dinoflagelados son sensibles a los cambios en las fluctuaciones en la salinidad. En este estudio, ésta fue una de las variables más importantes en la variación de algunas de las especies. Las especies que se vieron favorecidas por las altas salinidades fueron: *Akashiwo sanguinea*, *Neoceratium kofoidii*, *Prorocentrum micans* y *Protoperidinium claudicans*. *A. sanguinea* es considerada un organismo eurihalino ya que tiene un amplio rango de crecimiento en salinidades desde 10 hasta 40 (Matsubara *et al.*, 2007). Las otras son especies cosmopolitas de amplia distribución y en Acapulco fueron dominantes durante el mes de marzo (época seca) cuando la salinidad fue mayor.

Los dinoflagelados se han reportado en un amplio rango de condiciones tróficas, desde zonas costeras con condiciones estables y oligotróficas hasta formar florecimientos nocivos en condiciones eutróficas y de mezcla (Margalef, 1978; Latasa *et al.*, 2010). Y una razón por la que

estos organismos son abundantes en las zonas costeras es el hecho de que las concentraciones de nutrientes son altas por el aporte de nutrientes desde el continente (Taylor, 1978). Especialmente en las épocas de lluvias cuando las escorrentías y el volumen de agua que llegan de los ríos es mayor, por lo que las concentraciones de los nutrientes, especialmente nitrógeno y fosforo, se elevan en el agua cercana a la costa.

La variación de la densidad total de la comunidad de dinoflagelados estuvo más relacionada con el oxígeno y el amonio (tabla 4). Esto sugiere que las especies de dinoflagelados pueden tener requerimientos similares de oxígeno y amonio. Sin embargo, no podemos asumir que todas las especies de una comunidad están limitadas por un solo factor, ya que éstas (y en especial el fitoplancton) son una mezcla compleja de especies con historias de vida características, que difieren principalmente en lo que a sus requerimientos nutricionales se refiere y cada especie en particular necesita ciertas proporciones óptimas de nutrientes para el crecimiento (Hecky & Kilham, 1988).

Es ampliamente aceptado el papel que desempeña el nitrógeno en el mantenimiento de las proliferaciones de dinoflagelados en los ecosistemas marinos (Fanning, 1992) y de las formas del nitrógeno, el NH_4^+ es el nutriente preferido por las algas, pues es más fácil de incorporar a los aminoácidos (Marshall, 1987; Taylor, 1978). Al igual que Drira *et al.* (2008) en el Golfo de Gabes, en este estudio encontramos correlaciones significativas con las formas del nitrógeno (NH_4^+ , NO_2^- y NO_3^-), principalmente con el amonio y fue este nutriente el que influyó la variación de un mayor número de especies. Sin embargo a pesar de que las correlaciones fueron significativas, no explicaron sino sólo entre el 30 y el 48% de las variaciones de las especies y la mayoría fueron negativas (tabla 4). Solamente para las especies *Gymnodinium grammaticum* y *Karenia brevisulcata* explicó más del 40%. Las altas concentraciones de amonio en La Bahía se registraron en la temporada de lluvias en el mes de julio y los mayores valores se encontraron en las localidades Sinfonía, Caleta, La Marina, La Naval y Punta Bruja, las más cercanas a la costa (ver ANEXO 1). Por lo tanto las altas concentraciones podrán atribuirse al aporte desde el continente por diferentes arroyos que llegan a la playa.

Los patrones de distribución de los dinoflagelados se presentan en forma de gradiente desde la costa hacia aguas abiertas (Drira *et al.*, 2008). Las diferencias significativas presentadas entre las

localidades se debieron a que los mayores valores de la densidad se encontraron en los sitios de muestreo dentro de la bahía (Marina, Centro, La Naval y Punta Bruja), y en las profundidades entre los 3 y 5m (Fig. 15). Lo anterior confirma lo que hemos venido diciendo, los dinoflagelados son un grupo preferentemente costero y como afirma Latasa *et al.* (2010) en cuanto a la distribución vertical parecen ser más abundantes en las capas más cercanas a la superficie.

Aunque la densidad total de la comunidad de dinoflagelados presentó diferencias significativas espaciales, el Análisis Discriminante (AD) mostró que las especies se agregaron principalmente en el tiempo y que en general hubo una uniformidad en su distribución dentro de la bahía, tanto en el plano horizontal (localidades) como en la vertical (profundidades). La diferenciación entre las épocas de muestreo con base en la composición, se debió principalmente a la diferencia de su densidad presentada por éstas en los tres meses muestreados. La fluctuación en la densidad de tales especies se debió principalmente a los cambios de temperatura y salinidad, pues tales parámetros se correlacionaron con un número alto de especies. Entre las que se encuentran: *Akasiwo sanguinea*, *Gonyaulax polygramma*, *Gyrodinium falcatum*, *Torodinium robustum* y *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*. Según el AD éstas fueron las especies responsables de la diferenciación florística encontrada entre los meses de muestreo.

10. CONCLUSIONES

La comunidad de dinoflagelados de La Bahía de Acapulco es rica y diversa típica de una zona costera tropical, la cual estuvo compuesta en su mayoría por organismos grandes y tecados, donde los géneros más representativos fueron *Protoberidinium* y *Neoceratium*. No obstante, fueron los organismos pequeños como *Scripsiella* spp. y *Ensiculifera* spp., las que presentaron las mayores densidades durante los tres periodos muestreados.

Las especies consideradas potencialmente tóxicas o nocivas representaron el 12% de la comunidad de dinoflagelados y algunas de estas se presentaron como dominantes con altas abundancias y una amplia distribución en la bahía. Las especies *Akashiwo sanguinea*, *Gymnodinium catenatum*, *Neoceratium furca* var. *eugrammum*, *Prorocentrum gracile*, *P. micans* y *Scripsiella* cf. *trochoidea*, se pueden considerar como habitantes típicas de La Bahía de Acapulco ya que estuvieron presentes durante las tres épocas de muestreo y siempre fueron dominantes en la comunidad.

La comunidad de dinoflagelados de La Bahía de Acapulco en su conjunto se correlacionó significativamente de manera negativa con el amonio. Sin embargo, la estructura de la comunidad está determinada por las condiciones particulares que cada especie necesita para su establecimiento y desarrollo. Dicha estructura presentó además variación temporal, dado que las condiciones fisicoquímicas mostraron variaciones entre los meses de muestreo. Las principales variables que influyeron en las fluctuaciones de las especies fueron: la temperatura, salinidad y amonio ya que presentaron correlaciones significativas con un mayor número de especies.

La comunidad de dinoflagelados presentó variación espacial agregándose principalmente al interior de la bahía y en las profundidades entre los 3 y 5 m. Las mayores densidades se encontraron en el mes de julio, cuando se presentó el florecimiento de *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*.

Según el resultado del Análisis Discriminante en Acapulco se presentó una marcada diferencia en la estructura de la comunidad debido principalmente a los cambios en las abundancias de las especies que dominaron la comunidad, las cuales estuvieron relacionadas con la variación de los parámetros físico-químicos, especialmente la temperatura y la salinidad.

11. REFERENCIAS

- Alonso-Rodríguez, R. & F. Páez-Osuna. 2003. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*. 219: 317-336.
- Alonso-Rodríguez, R. 2004. Hidrología y condiciones ambientales que determinan la proliferación de dinoflagelados causantes de marea roja en La Bahía de Mazatlán, Sin., México. Tesis de Doctor en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur, México. 117 pp., 2 anexos. *Acta Botanica Mexicana* 74: 1-154 (2006)124.
- Alonso-Rodríguez, R. & J. L. Ochoa. 2004. Hydrology of winter-spring "red-tides" in Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Harmful Algae*. 3: 163-171.
- Balech, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Publicación Especial del Instituto Español de Oceanografía, No 1, Madrid. Pp 310.
- Balkis, N. 2009. Seasonal variations of microphytoplankton assemblages and environmental variables in the coastal zone of Bozcaada Island in the Aegean Sea (NE Mediterranean Sea). *Aquatic Ecology*. 43:249–270.
- Barba-Marino, C.F. 2009. Composición y zonificación de la comunidad de moluscos de sustrato rocoso en dos sitios con distinta acción del oleaje en la isla La Roqueta, Acapulco, Guerrero, México. Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina. Acapulco, Guerrero. Pp. 179.
- Barría De Cao, M. S. & M. C. Piccolo. 2008. Presencia y variación estacional del dinoflagelado heterótrofo *Gyrodinium fusus* (Meunier) Akselman en el estuario de Bahía Blanca, Argentina. *Atlántica*, Rio Grande. 30: 129-137.
- Band-Schmidt, C. J, L. Morquecho, C. H. Lechuza-Devéze & D. M. Anaderson. 2004. Effects of growth medium, temperature, salinity and seawater source on the growth of *Gymnodinium catenatum* (Dinophyceae) from Bahía Concepción, Gulf of California, Mexico. *Journal of Plankton Research*. 26: 1459-1470.
- Barón-Campis, S. A., D. U. Hernández-Becerril, N. O. Juárez-Ruiz & C. Ramírez-Camarena. 2005. Marea roja producida por el dinoflagelado *Peridinium quinquecorne* en Veracruz, México (oct-nov, 2002): morfología del agente causal. *Hidrobiológica* 15 (1): 73-78.
- Blasco, D. 1977. Red tide in the upwelling region of Baja California. *Limnology and Oceanography*. 22: 255-263.
- Brandt, S. 2011. *Dinophysis pusilla* Jörgensen, 1923. In: Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2011). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=109652> on 2011-11-01

Cabrera-Mancilla, E., C. Ramírez-Camarena, L. Muñoz-Cabrera, L. & A. Monreal-Prado. 2000. Primer registro de *Gymnodinium catenatum* Graham (Gymnodiniaceae) como causante de marea roja en La Bahía de Acapulco, Gro. México. In: Ríos-Jara, E., E. Juárez-Carillo, Pérez-Peña, M., López-Uriarte, E., Robles-Jarero, E.G., Hernández-Becerril, D.U. & Silva-Briano, M. (Eds.). *Estudios sobre plancton en México y el Caribe*. Sociedad Mexicana de Planctología y Universidad de Guadalajara. pp. 85-86.

Cárdenas-Santiago, M. H. & B. Jiménez-Escobar. 2001. Diversidad de aves marinas en La Bahía de Acapulco, Guerrero, México. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guerrero, Escuela Superior de Ecología Marina. Acapulco, Guerrero. Pp. 54.

Caroppo C, F. Fiocca, P. Sammarco & G. Magazzu. 1999. Seasonal variations of nutrient and phytoplankton in the coastal SW Adriatic Sea (1995–1997). *Botanica Marina*. 42:389–400.

Choudhury A. K. & Pal E. R. 2009. Phytoplankton and nutrient dynamics of shallow coastal stations at Bay of Bengal, Eastern Indian coast. *Aquatic Ecology*: <http://www.springerlink.com/content/f06052rq527361n7/>. Fecha de consulta: 15 de Septiembre de 2009

Cohen-Fernández, E. J. 2000. Estructura y dinámica en el corto plazo, de la comunidad de fitoplancton en la boca de La Bahía Magdalena, Costa Occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. Pp. 55.

Colombo-Rivas, L. P. 1986. Contribución al estudio de los cambios estacionales del fitoplancton de La Bahía de Chamela, Jalisco. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. Pp. 134.

Cortés-Altamirano, R. & S. Rojas-Trejo. 1982. Variación estacional de comunidades fitoplanctónicas de La Bahía de Mazatlán, Sin. México. In: VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Acapulco, Guerrero, México. Pp. 219-240.

Cortés-Altamirano, R. & A. Núñez-Pastén. 2000. Distribución y abundancia de *Ceratium dens* (Peridinales: Ceratiaceae) en el Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*. 48(2-3): 305-311.

Cortés-Altamirano, R., M. Cortés-Lara & A. Sierra-Beltrán. 2005. Ultra estructura de *Ostreopsis siamensis* (Dinophyceae) productor de ciguatera en el Pacífico mexicano. In: XXV Congreso de Ciencias del Mar y XI Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR). Viña del Mar, Chile. Pp. 133.

Cortés-Lara, M. del C. 1985. Contribución al conocimiento del fitoplancton del Golfo de California (mayo 1982), expedición CORTES-I, B/O El Puma. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 110.

De la Lanza-Espino, G. 1991. Oceanografía de Mares Mexicanos. AGT Editor, S.A. Pp. 565.

De la Lanza-Espino, G. 2001. Características físicas y químicas de los mares de México. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México y Plaza-Valdez México, D.F. 149 pp.

Drira, Z., A. Hamza, M. Belhassen, H. Ayadi, A. Bouaïn & L. Aleya. 2008. Dynamics of dinoflagellates and environmental factors during the summer in the Gulf of Gabes (Tunisia, Eastern Mediterranean Sea). *Scientia Marina*. 72: 59-71.

Downing, J. A., C. W. Osenberg & O. Sarnelle. 1999. Meta-Analysis of Marine Nutrient-Enrichment Experiments: Variation in the Magnitude of Nutrient Limitation. *Ecology* 80(4):1157-1167.

Esqueda-Lara, K. 2003. Fitoplancton de red del litoral de Jalisco y Colima en el ciclo anual 2001-2002. Tesis profesional. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México. Pp. 112.

Esqueda Lara, K. D. U. Hernández Becerril, & J. E. G. Robles. 2005. An annual cycle of net phytoplankton from coasts of the tropical Mexican Pacific. *Cahier de Biologie Marine*. 46: 335-345.

Esqueda-Lara, K. & D. U. Hernández-Becerril. 2010. Dinoflagelados microplanctónicos marinos del Pacífico central de México (Isla Isabel, Nayarit y costas de Jalisco y Colima). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México, D.F. Pp. 527.

Fanning, K.A. 1992. Nutrient provinces in the Sea: concentration ratios, reaction rate ratios, and ideal covariation. *J. Geophys. Res.*, 97: 5693-5712.

Fensome, R.A., F.J.R Taylor, G. Norris, W.A.S. Sarjeant, D.I. Wharton & G.L. Williams. 1993. Classification of living and fossil dinoflagellates. *American Museum of Natural History*. Pp. 351.

Gaines, G. & M. Ebrächter. 1978. Heterotrophic nutrition. En: F.J.R., Taylor (ed.). *The biology of dinoflagellates*. Blackwell Scientific Publications. Londres. Pp. 224-268.

Gárate-Lizárraga, I., J. Bustillos-Guzmán, D. J. López-Cortés, F. Hernández-Sandoval, K. Erler & L. Bernd. 2005. Variación temporal de *Gymnodinium catenatum* y de toxinas parálíticas en muestras de fitoplancton de red en Bahía Concepción, Golfo de California, México. In: X Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés, A. C. y IV Simposium Internacional sobre el Mar de Cortés. Mazatlán, Sinaloa, México.

Gárate-Lizárraga, I., M. S. Muñetón-Gómez & V. Maldonado-López. 2006. Florecimiento del dinoflagelado *Gonyaulax polygramma* frente a la Isla Espíritu Santo, Golfo de California, México. *Rev. Invest. Mar.* 27:31-39.

Gárate-Lizárraga, I., B. Pérez-Cruz, J. Díaz-Ortiz & C. J. Band-Schmidt. 2008. Microalgas y Biotoxinas en las costas mexicanas. *Conversus*. Septiembre (2008): 22-26.

Gárate-Lizárraga, I. & R. González-Armas. 2011. Occurrence of *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* along the southern coast of the Baja California Peninsula. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 626–630.

Gárate-Lizárraga, I., J. A. Díaz-Ortiz, B. Pérez-Cruz, M.A. Alarcón-Romero, L.A. Chávez-Almazán, J.L. García-Barbosa & S. López-Silva. 2011. A multi-species dinoflagellate bloom and shellfish toxicity in Costa Grande, Guerrero, México (December, 2010). *CICIMAR Oceánides*, 26: 67-71.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de koppen para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana. Ed. Offset Larios. México. Pp. 71.

García-Pamanes, J. 1987. El fitoplancton de la ensenada de La Paz, B.C.S. I. Composición específica, variación estacional y distribución. Mem. V Simp. Biol. Mar. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. Pp. 17-29.

Gaxiola-Castro, G., S. Nájera de Muñoz & S. Alvarez Borrego. 1978. Fitoplancton de invierno del Océano Pacífico Mexicano. *Ciencias marinas* 13 (4): 129-135.

GEOHAB. 2010. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms, Harmful Algal Blooms in Asia. K. Furuya, P.M. Glibert, M. Zhou and R. Raine (eds.), IOC and SCOR, Paris and Newark, Delaware. Pp. 68.

Goldman, J. C., K. R. Tenore & H. I. Stanley. 1973. Inorganic Nitrogen Removal from Wastewater: Effect on Phytoplankton Growth in Coastal Marine Waters. *Science, New Series*. 180 (4089): 955-956.

Gómez-Aguirre, S. 1972. Fitoplancton del crucero UMITAKA-MARU-30 (15-22 diciembre, 1965), en las costas del Pacífico Mexicano. *Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 33: 31-44.

Gómez, F., Y. Nagahama, H. Takayama & K. Furuya. 2005. Is *Karenia* a synonym of *Asterodinium-Brachidinium* (Gymnodiniales, Dinophyceae)? *Acta Bot. Croat.* 64: 263–274

Gómez, F. 2009. *Torodinium* and *Pavillardia* (Gymnodiniales, Dinophyceae): two unarmoured dinoflagellates with a body extension, collected from the open Pacific Ocean. *Protistology*. 6:131–135.

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2011. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 13 November 2011.

Hansen, G. (Ed). 2011. Gymnodiniales, in IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Available online at <http://www.marinespecies.org/HAB>. Accessed on 2011-10-24.

Hecky, R. E. & P. Kilham. 1988. Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: A review of recent evidence on the effects of enrichment. *Limnology and Oceanography*. 33:196-822.

Hernández-Becerril, D. U. 1985. Biomasa y distribución del fitoplancton entre Punta Blanca y Punta Rosarito (Baja California) en el verano de 1980. *Inv. Mar. CICIMAR*. 2(2): 59-69.

Hernández-Becerril, D. U. 1993. Fitoplancton marino en México. In: Salazar-Vallejo, S.I. & N.E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. Com. Nac. Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Quintana Roo, México. Pp. 39-53.

Hernández-Becerril, D. U., R. Cortés-Altamirano & R. R. Alonso. 2000. The dinoflagellate genus *Prorocentrum* along the coasts of the Mexican Pacific. *Hydrobiologia* 418: 111-121.

Hernández-Becerril, D. U. 2003a. Diversidad del fitoplancton marino de México. Un acercamiento actual. En: Barreiro-Güemes M.T., M.E. Meave del Castillo, M. Signoret Poillon y M.G. Figueroa-Torres (Eds). Planctología Mexicana. 300p. Sociedad Mexicana de Planctología, A.C. México.

Hernández-Becerril, D. U., R. Cortés Altamirano & R. Alonso. 2000. The dinoflagellate genus *Prorocentrum* along the coasts of the Mexican Pacific. *Hydrobiologia* 418: 111–121.

Hernández-Becerril, D. U, M. E. Meave del Castillo & C. Flores-Granados. 2003b. Dinoflagelados del orden Dinophysiales en las costas mexicanas. En: Barreiro-Güemes M.T., M.E. Meave del Castillo, M. Signoret Poillon y M.G. Figueroa-Torres (Eds). Planctología Mexicana. 300p. Sociedad Mexicana de Planctología, A.C. México.

Hernández-Becerril, D. U., R. Alonso-Rodríguez, C. Álvarez-Góngora, S. A. Barón-Campis, G. Ceballos-Corona, J. Herrera-Silveira, M. E. Meave del Castillo, N. Juárez-Ruíz, F. Merino-Virgilio, A. Morales-Blake, J. L. Ochoa, E. Orellana-Cepeda, C. Ramírez-Camarena & R. Rodríguez-Salvador. 2007. Toxic and harmful marine phytoplankton and microalgae (HABS) in Mexican Coasts. *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 42: 1349–1363.

Hernández-Becerril, D. U., J. G. Ceballos-Corona, k. Esqueda-Lara, M. A. Tovar-Salazar & D. León-Álvarez. 2008. Marine planktonic dinoflagellates of the order Dinophysiales (Dinophyta) from coasts of the tropical Mexican Pacific, including two new species of the genus *Amphisolenia*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 88:1-15.

Hernández-Cachou, R. 1988. Distribución espacio-temporal del fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) en el centro del Golfo de California, México. *Universidad y Ciencia* 5(9): 43-58.

Hernández Rosas A., M. E Meave del Castillo, M. E Zamudio-Resendiz. & M. Castillo Rivera. 2007. Morfometría y distribución de especies del género *Ornithocercus* (Dinophysiales: Dinophyta) del Pacífico Mexicano. *Hidrobiológica*, 17 (3): 257-272.

Hernández Rosas A. 2011. Estudio morfológico y taxonómico de dinoflagelados del género *Ceratium* (*Neoceratium*), con énfasis en *N. balechii*. Tesis profesional. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Pp. 92.

Hernández-Sandoval, F. E., D. J. López-Cortés, C. J. Band-Schmidt, I. Gárate-Lizárraga, E. J. Núñez-Vázquez & J. J. Bustillos-Guzmán. 2009. Toxinas paralizantes en moluscos bivalvos durante una proliferación de *Gymnodinium catenatum* Graham en La Bahía de La Paz, México. *Hidrobiológica*, 19: 245-256.

Hoppenrath, M & Elbraechter, M. (Eds.) (2011). Prorocentrales, in IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Available online at <http://www.marinespecies.org/HAB>. Accessed on 2011-11-01

Ignatiades, L. 1969. Annual cycle, species diversity and succession of phytoplankton in lower Saronicos Bay, Aegean Sea. *Marine Biology* 3:196–200.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2006. Acapulco de Juárez, Guerrero. Cuaderno Estadístico Municipal. Gobierno del Estado de Guerrero, Ayuntamiento Constitucional de Acapulco de Juárez.

Kirk, J. T. O. 1994. Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems. Cambridge University Press: Cambridge and New Cork. Pp 401.

Kofoid, C. A. & O. Swezy, 1921. The free-living unarmored Dinoflagellata. Mem. Univ. Calif., vol. 5, Univ. Calif. Press. Berkeley, California, U.S.A. Pp. 562.

Kudela, R., G. Pitcher, T. Probyn, F. Figueiras, T. Moita & V. Trainer. 2005. Harmful algal blooms in coastal upwelling systems. *Oceanography*. 18 (2): 184-197.

Laboratorio Estatal de Salud Pública (LESP). 2011. <http://www.lesp-guerrero.gob.mx/?cat=8>. Fecha de consulta 15 agosto de 2011.

Latasa M., R. Scharek, M. Vidal, G. Vila-Reixach, A. Gutiérrez-Rodríguez, M. Emelianov & J. M. Gasol. 2010. Preferences of phytoplankton groups for waters of different trophic status in the northwestern Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 407: 27–42.

Lansberg, J. H. 2002. The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms. Reviews in *Fisheries Science*. 10(2):113-390.

Licea-Durán, S., J. L. Moreno-Ruiz, H. Santoyo-Reyes & G. Figueroa. 1995. Dinoflageladas del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur, SEP-FOMES, PROMARCO. México, D. F. Pp 165.

Licea, S., A. Navarrete, V. Castañeda, J. Bustillos-Guzmán & E. Barraza. 2010. Monitoring program for Harmful algae Blooms in Salvador waters: report of *Pyrodinium bahamense* from November 2009 to June 2010. In: Kalliopi Pagou (ed.). *14th International Conference on Harmful Algae*. Abstract Book. Pp. 140.

Malone, T. C. 1971. The relative importance of nanoplankton and netplankton as primary producers in tropical oceanic and neritic phytoplankton communities. *Limnology and oceanography*. 16:633-639.

Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Publishing.

Margalef, R. 1978. Diversity. En: Phytoplankton manual. A, Sournia (ed.). UNESCO. Pp. 251 – 260.

Marshall, D. 1987. Biología de las algas, enfoque fisiológico. Ed. Limusa. México. 236p.

- Martínez-Orozco, S. Y. 2004. Estudio de la productividad de la población de los copépodos pelágicos de La Bahía de Acapulco, Guerrero, México. Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología. Acapulco, Guerrero. Pp. 50.
- Matsubara, T., S. Nagasoe, Y. Yamasaki, T. Shikata, Y. Shimasaki, Y. Oshima & T. Honjo. 2007. Effects of temperature, salinity, and irradiance on the growth of the dinoflagellate *Akashiwo sanguinea*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 342: 226–230.
- Matsuyama, Y., M. Masahide & K. Yuichi. 1999. Grazing impacts of the heterotrophic dinoflagellate *Polykrikos kofoidii* on a bloom of *Gymnodinium catenatum*. *Aquatic Microbial Ecology*. 17:91-98.
- Meave Del Castillo, M. E. & D.U. Hernández-Becerril. 1998. Fitoplancton, En: M. Tapia-García (Ed.). El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. Pp. 240.
- Meave del Castillo, M. E., M. E. Zamudio Resendiz, Y.B. Okolodkov & I.H. Salgado Ugarte. 2003. *Ceratium balechii* sp. nov. (Dinophyceae: Gonyaulacales) from the Mexican Pacific. *Hidrobiológica*. 13(1): 75-91.
- Meave del Castillo, M.E., M.E. Zamudio Resendiz, A. Hernández-Rosas & E. Cohen. 2006a. Morfometría de especies selectas de dinoflagelados planctónicos de las costas del Pacífico Mexicano. V Congreso Mexicano de Ficología. Guadalajara, Jalisco. 3 al 8 de abril, 2006.
- Meave del Castillo, M. E., 2006b. Informe Final del Proyecto BA008 “Diatomeas (Bacillariophyta), Dinoflagelados (Dinophyta) y Silicoflagelados (Dictyochophyceae) Marinos del Pacífico Mexicano, con énfasis en la porción tropical. 80, p., 16 láminas, 2 anexos.
- Meave del Castillo, M. E., M. E. Zamudio-Resendiz, A. Hernández-Rosas, R. Cortés-Altamirano & M. Castillo- Rivera. 2007. Variación morfológica de *Ceratium balechii* con relación a la temperatura del agua. XII COLACMAR (Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar). Florianópolis, Brasil. 15 al 19 de abril del 2007.
- Meave del Castillo, M. E. 2008. Informe Final del Proyecto DJ022. “Dinoflagelados y Diatomeas del Pacífico Tropical Mexicano” Fecha de aceptación: 8/12/2008.
- Meave del Castillo, M. E., R. Rodríguez & M. Vargas M. 2008b. Blooms of *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* along the Pacific Coast of Central America and southern Mexico. Moestrup, Ø. *et al.* Proceedings of the 12th International Conference on Harmful Algae. International Society for the Study of Harmful Algae and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 2008 Copenhagen.
- Meave del Castillo, M. E. & M. E. Zamudio-Resendiz. 2009a. Dinoflagelados desnudos del Pacífico Mexicano. XV Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología A.C. VIII International Meeting of the Mexican Society of Planctology. México, D.F. 21-24 de abril.
- Meave del Castillo, M. E. & M. E. Zamudio-Resendiz. 2009b. Dinoflagelados Desnudos del Pacífico Mexicano (en preparación).

Meave del Castillo, M. E. & M. E. Zamudio-Resendiz. 2010a. Dinoflagelados Desnudos en La Bahía de Acapulco y zonas aledañas. I Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Ficología y VI Congreso Mexicano de Ficología. Morelia, Michoacán. 16 al 20 de agosto.

Meave del Castillo, M. E. & M. E. Zamudio-Resendiz. 2010b. Diversidad fitoplanctónica de La Bahía de Acapulco. I Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Ficología y VI Congreso Mexicano de Ficología. Morelia, Michoacán. 16 al 20 de agosto.

Meave del Castillo, M. E. & M. E. Zamudio-Resendiz, en preparación. Atlas de dinoflagelados desnudos en el Pacífico mexicano.

Meave del Castillo, M. E., M. E. Zamudio-Resendiz, F. Gutiérrez-Mendieta, G. Hernández-Cárdenas, E. Gómez-Reyes, C. Bustamante-Gil & D. González-Rivas. 2011. Informe final de proyecto HJ014: Diversidad y dinámica del fitoplancton marino en La Bahía de Acapulco, Gro. Fecha de aceptación: 21/10/2011.

Nagai S., G. Nitshitani, Y. Tomaru, S. Sakiyama & T. Kamiyama. 2008. Predation by the toxic dinoflagellate *Dinophysis fortii* on the ciliate *Myrionecta rubra* and observation of sequestration of ciliate chloroplasts. *Journal of Phycology*. 44: 909–922.

Okolodkov, Y. B. & I. Gárate-Lizárraga. 2006. An annotated checklist of dinoflagellates (Dinophyceae) from the Mexican Pacific. *Acta Botánica Mexicana*. 74: 1-154.

Parra-Domínguez, S. 1979. Estudio de la calidad reglamentaria y ecológica de las aguas costeras en La Bahía de Acapulco, Gro y proximidades, realizado de noviembre de 1978 a marzo de 1979. Tesis de Posgrado. Instituto de Ciencias del Mar. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. Pp. 50

Parson, T., C. Maita & C. Lally. 1984. A manual of Chemical and Biological Methods of Seawater Analysis. Pergamon Press, Oxford, Pp. 173.

Phlips, E. J., S. Badylak, E. Bledsoe & M. Cichra. 2006. Factors affecting the distribution of *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense* in coastal waters of Florida. *Marine Ecology Progress Series*. 322: 99–115.

Pineda-Mora, D. 2007. Determinación de contaminantes bacteriológicos en las aguas de seis cauces pluviales localizados en las playas de icacos, La Diana, Papagayo, Hornos y Caletilla, que desembocan en La Bahía de Santa Lucía en Acapulco Guerrero, México. Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología marina. Acapulco, Guerrero. Pp. 55.

Pomeroy, L. R., H. H. Tiaskin, & R. A. Ragotzkie. 1956. Observations on Dinoflagellate Blooms, publicado en: http://www.aslo.org/lo/toc/vol_1/issue_1/0054.pdf. Fecha de consulta: 01 de octubre de 2009

Prince, E. K. & T. L. Myers. 2008. Effects of harmful algal blooms on competitors: Allelopathic mechanisms of the red tide dinoflagellate *Karenia brevis*. *Limnology and Oceanography*. 53(2): 531–541.

Reguera B., S. González-Gil & M. Delgado. 2007. *Dinophysis diegensis* is a life history stage of *Dinophysis caudata* (Dinophyceae, Dinophysiales). *Journal of Phycology*. 43: 1083–1093.

Reynolds, C.S. 2006. Ecology of phytoplankton. 2^{da} Edición. Cambridge. Pp. 535.

Rivera-Contreras, A. 2000. Estudio de las variaciones de algunos parámetros fisicoquímicos en las Bahías de Acapulco y Puerto Marqués. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guerrero, Escuela Superior de Ecología Marina. Acapulco, Guerrero. Pp. 197.

Salcedo-Oropeza, D.L. 2011. Análisis taxonómico y aspectos ecológicos de los Sílidos (Annelida, Polychaeta, Syllidae) asociados a sustratos blandos del oeste de La Bahía de Acapulco, Guerrero. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. México, D.F. Pp. 108.

Sánchez-Ramírez, D. 2006. Contribución al estudio microbiológico de las aguas de origen natural y residual que desembocan a La Bahía de Santa Lucía de la Ciudad y Puerto de Acapulco. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina. Acapulco, Guerrero. Pp. 44.

Secretaría de Salud (SSA). 2003. Reunión del Fenómeno de Marea Roja en México, 16 y 17 de octubre. Huatulco, Oaxaca.

Signoret, M. & H., Santoyo. 1980. Aspectos ecológicos del plancton de La Bahía de la Paz, Baja California Sur. An. Centro Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 7(2): 217-248.

Signoret, M., C. Bulit & R. Pérez. 1998. Patrones de distribución de clorofila a y producción primaria en aguas del Golfo de México y Mar Caribe. *Hidrobiológica*. 8:81-88.

Smayda, T.J. 2000. Ecological features of harmful algal blooms in coastal upwelling ecosystems. *South African Journal of Marine Science*. 22: 219-253.

Smayda, T. J. & C. S. Reynolds. 2001. Community assembly in marine phytoplankton: application of recent models to harmful dinoflagellate blooms. *Journal of Plankton Research*. 23:447-461.

Smayda, T. J. & C. S. Reynolds. 2003. Strategies of marine dinoflagellate survival and some rules of assembly. *Journal of Sea Research*. 49: 95– 106.

Smayda, T.J. 2010. Adaptations and selection of harmful and other dinoflagellate species in upwelling systems 1. Morphology and adaptive polymorphism. *Progress In Oceanography*. 85: 53-70.

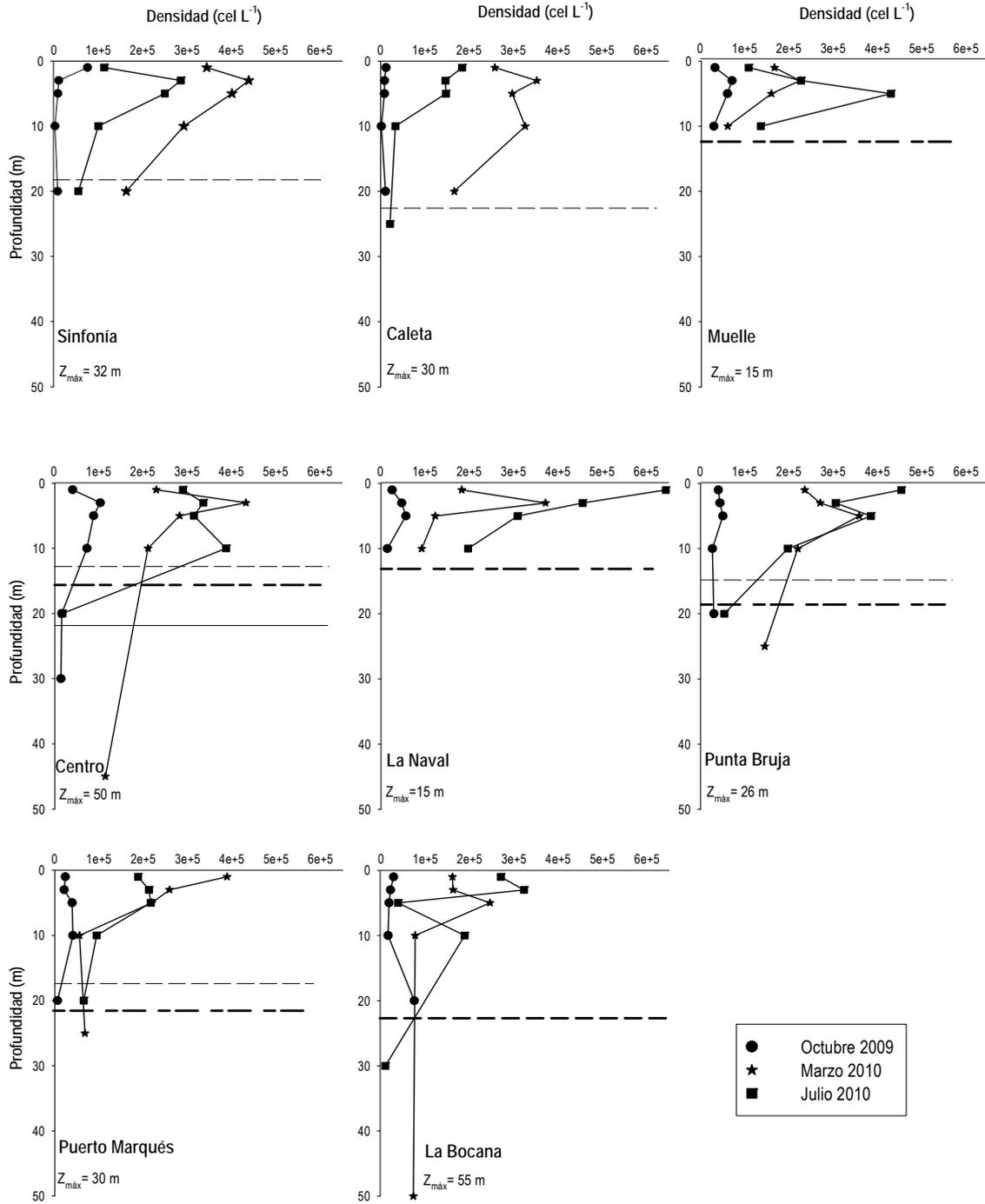
Sokal, R. & F. J. Rohlf. 1981. Biometry. Freeman. 2^{da} Ed. San Francisco, California. Pp. 259

Steidinger, K.A. & K. Tangen. 1997. Dinoflagellates. En: Tomas, C. (Ed.). Identifying marine phytoplankton. San Diego Academic. San Diego California. Pp. 858.

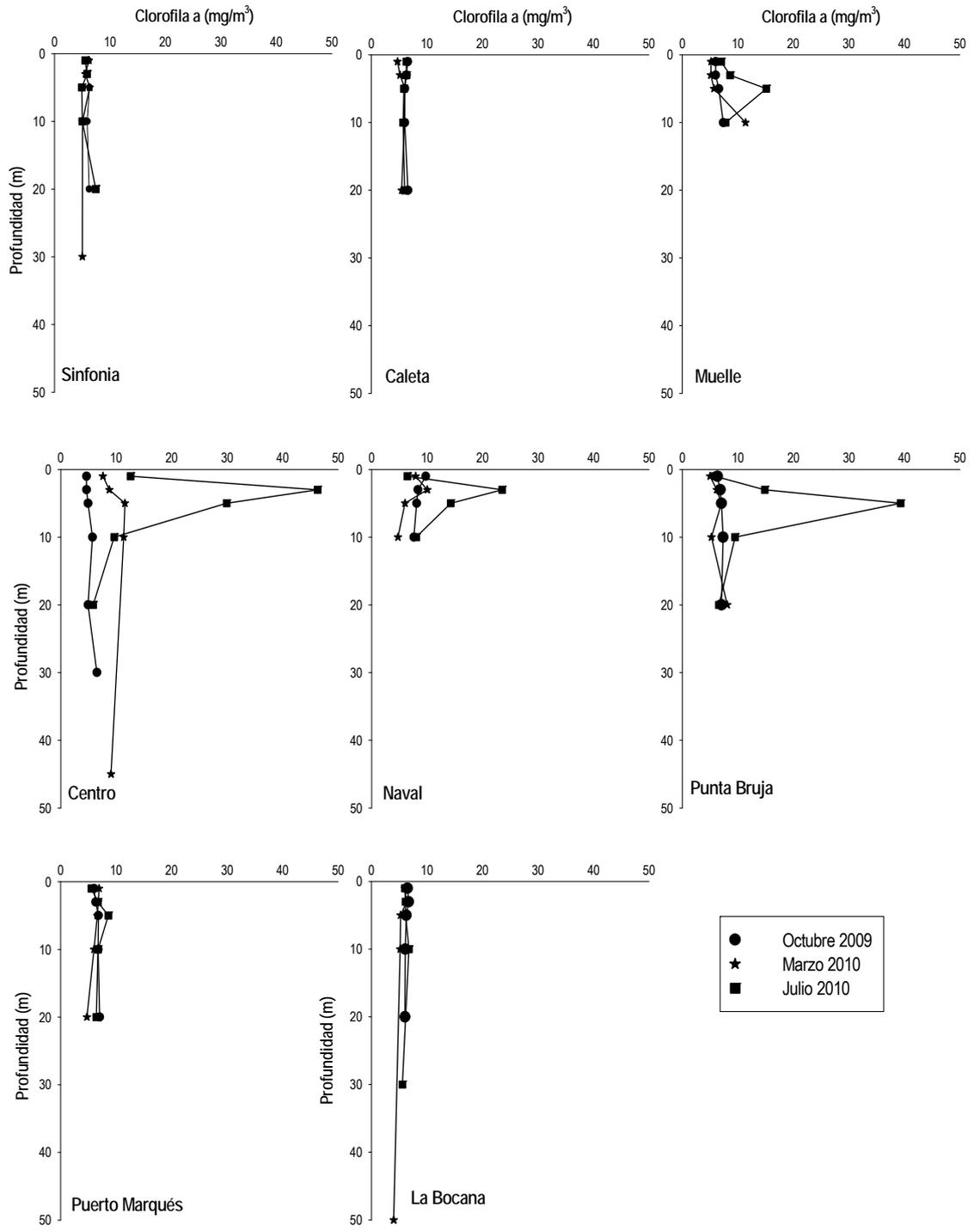
- Steidinger, K.A., M. E. Meave del Castillo & C. J. Wolny. 2011. Dinoflagelados tóxicos del Golfo de México. En: K. A., Steidinger (ed.). Guía de algas nocivas en el Golfo de México. Guía Preliminar (incompleta y sin ediciones). Pp. 1-72.
- Streets, T.H. 1878. The Discolored waters of the Gulf of California. *The American Naturalist*. 12: 85-90.
- Strickland, J. & T. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 167, Pp. 310.
- Sunda, W. G. & D. Ransom Hardison. 2007. Ammonium uptake and growth limitation in marine phytoplankton. *Limnology and Oceanography* 52(6): 2496–2506.
- Taylor, F. J. R. 1978. Ecology of dinoflagellates. En: F. J. R., Taylor (ed.). The biology of dinoflagellates. Blackwell Scientific Publications. Londres. Pp. 399-501.
- Taylor, F. J. R., M. Hoppenrath & J. F. Saldarriaga. 2008. Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodivers Conserv.* 17: 407–418.
- Torres Martínez, M.A. 2008. Amplitud de nicho alimentario, utilización de sedimento, reproducción y distribución de *Meoma ventricosa grandis* Gray 1851, (Echinodermata: Brissidae) en el canal Boca Chica, Acapulco, Guerrero, México. Tesis de Maestría. Posgrado Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. Pp. 72.
- Utermöhl, H. 1958. Zür Vervollkommnung er quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int., Verein. Theor. Angew. *Limnology*. 9:1-38.
- Varona-Cordero, F. & F. J. Gutiérrez Mendieta. 2003. Estudio multivariado de la fluctuación espacio-temporal de la comunidad fitoplanctónica de dos lagunas costeras del estado de Chiapas. *Hidrobiológica*. 13(3):177-194.
- Vidal, Z. R. 2005. Las Regiones Climáticas de México. Colección: Temas Selectos de Geografía de México. Serie 1. Textos Monográficos. 2. Naturaleza. UNAM. México. Pp. 206.
- Villafañe, V.E. & F. M.H. Reid. 1995. Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton. In: K. Alveal, M. E. Ferrario, E.C. Oliveira y E. Sar (eds.) Manual de Métodos Ficológicos. Universidad de Concepción. Chile, Pp. 169-185.
- WoRMS. 2010. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=233269> on 2011-11-01
- Zar, J. H. 1997. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. Englewood Clifs, N. Jersey. Pp. 718.

ANEXOS

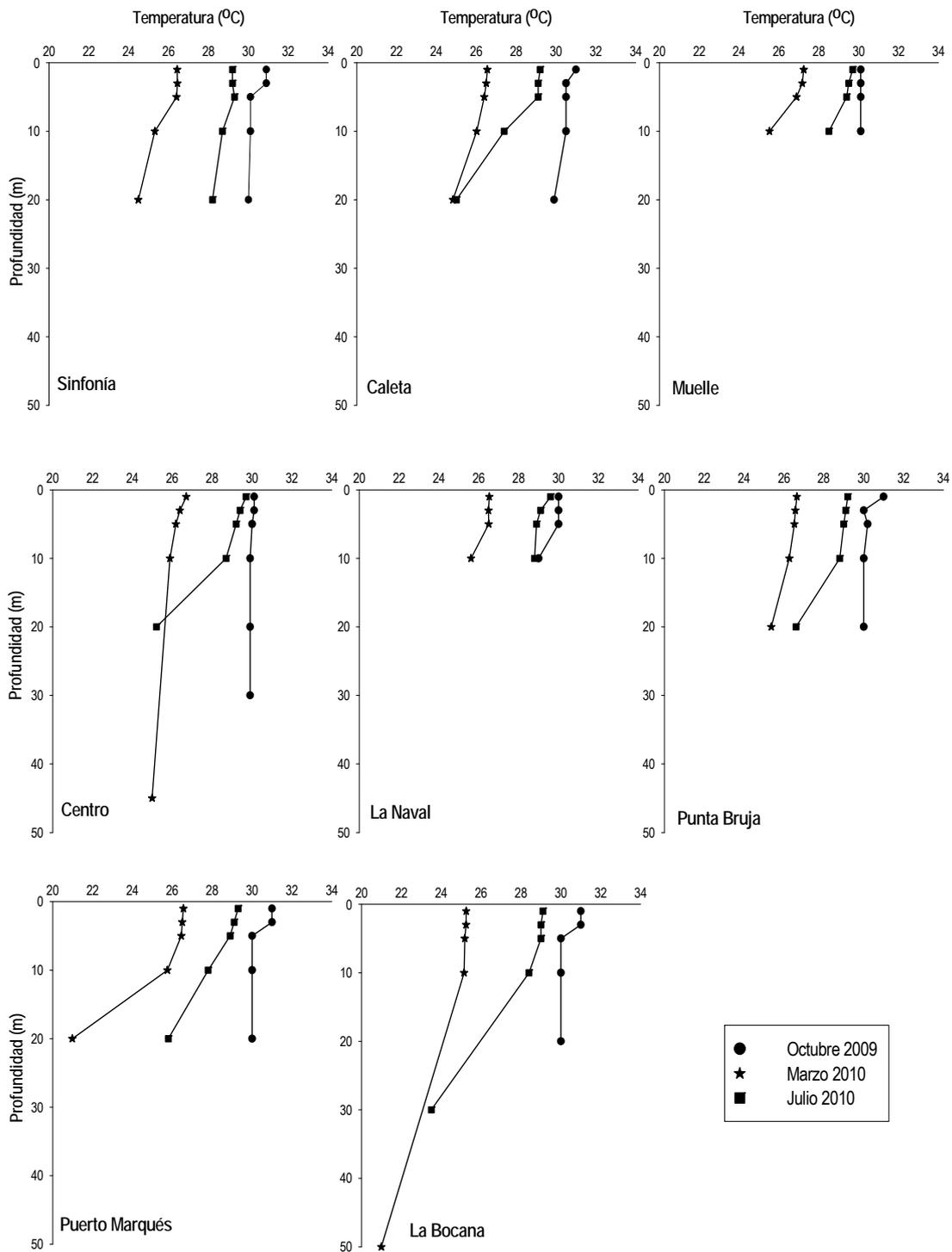
ANEXO 1.



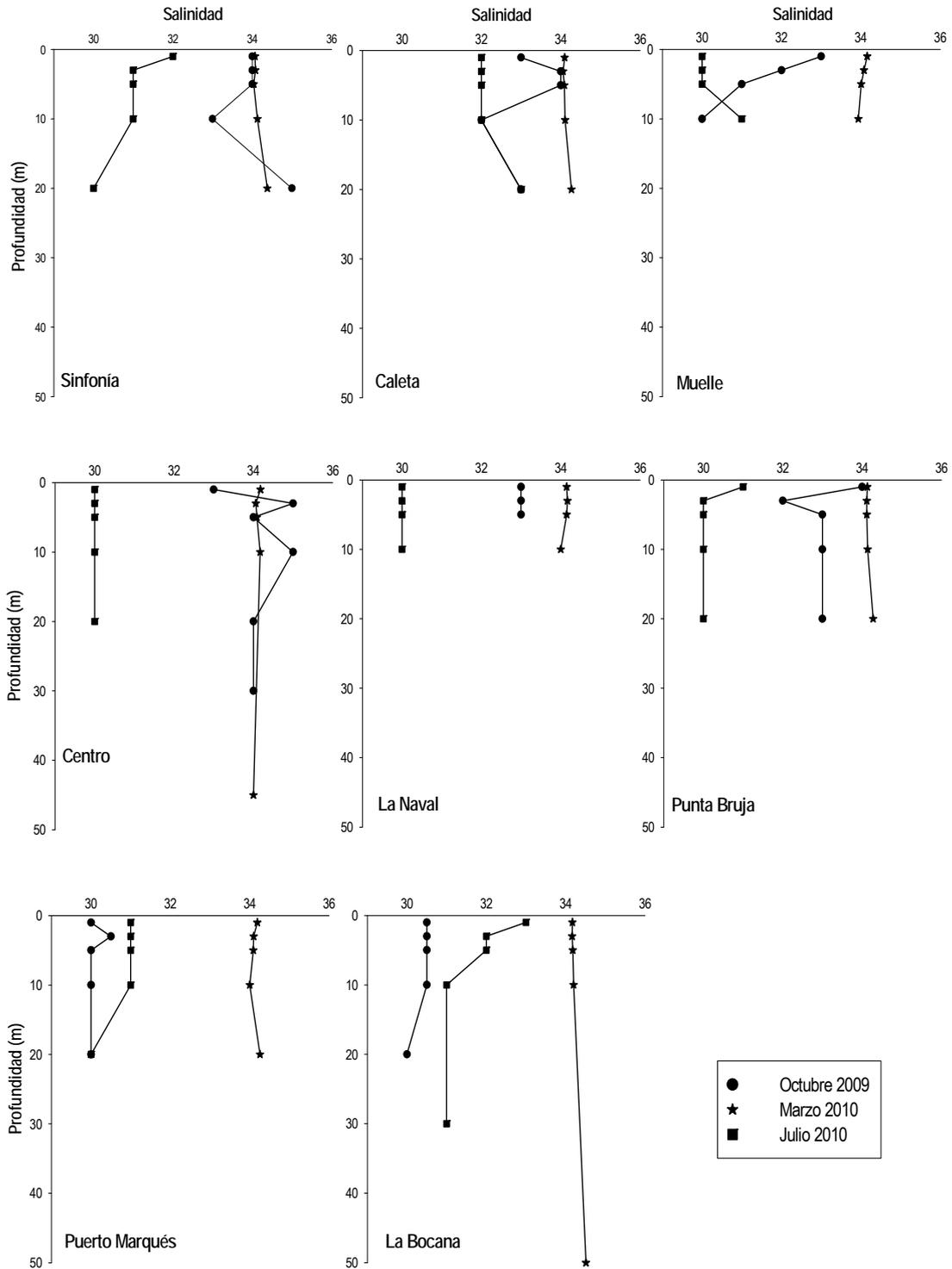
Perfiles de la densidad de diatomeas en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en los meses de muestreo. (Zeu= — octubre, - - - - - Marzo, — · — Julio, las que no se marcan fueron iguales a la profundidad total de la localidad).



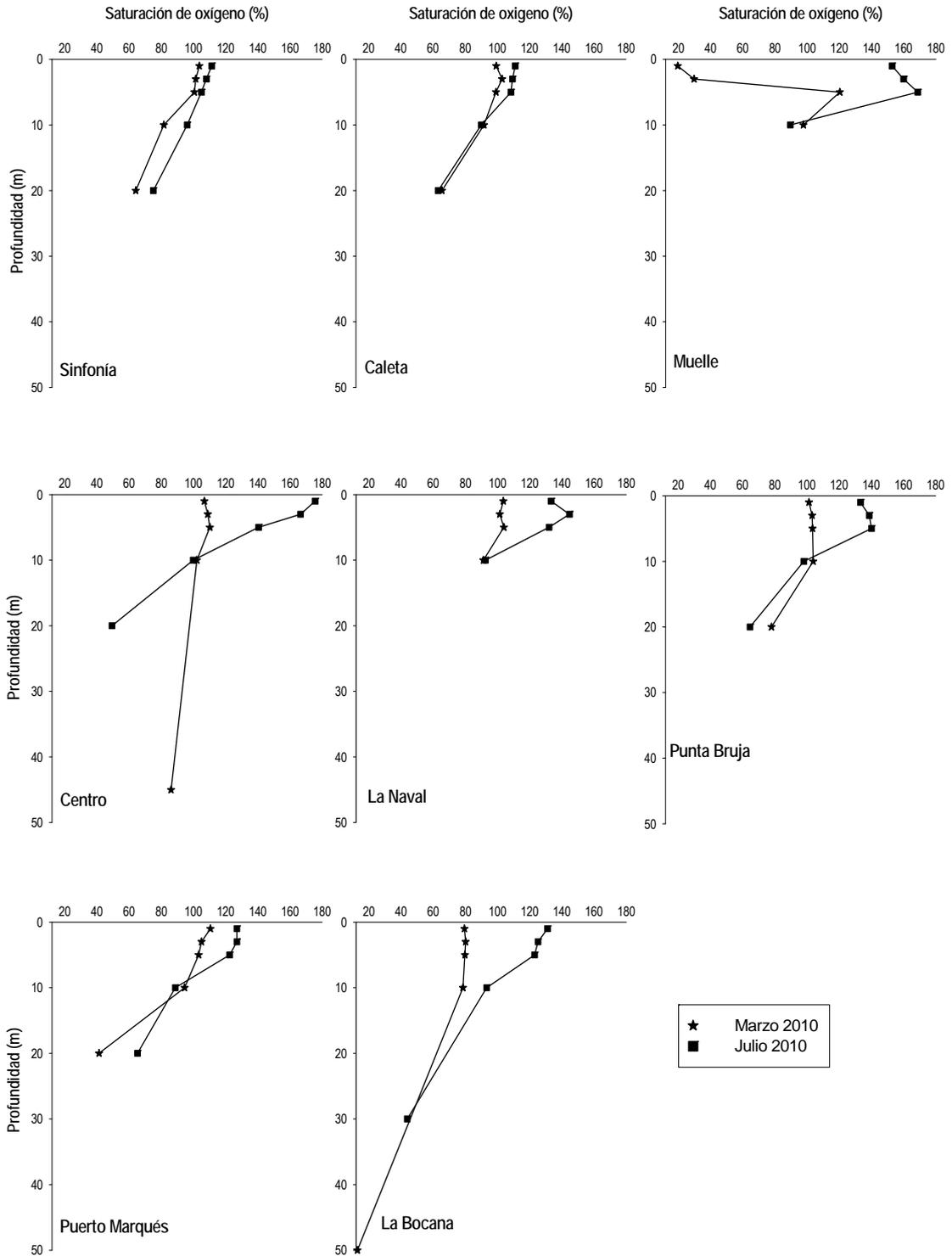
Perfiles de la clorofila en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en los meses de muestreo.



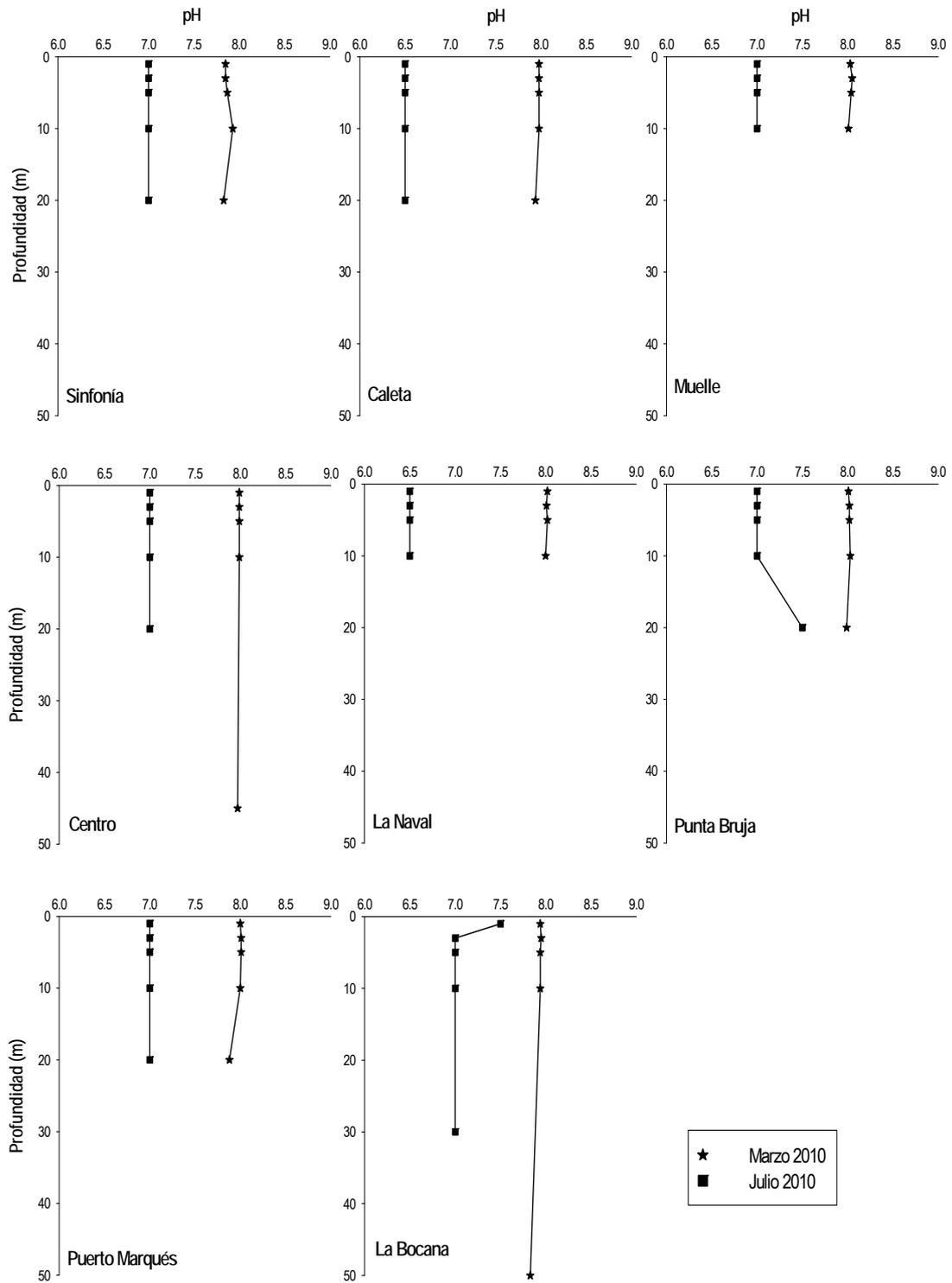
Perfiles de la temperatura en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en los meses de muestreo.



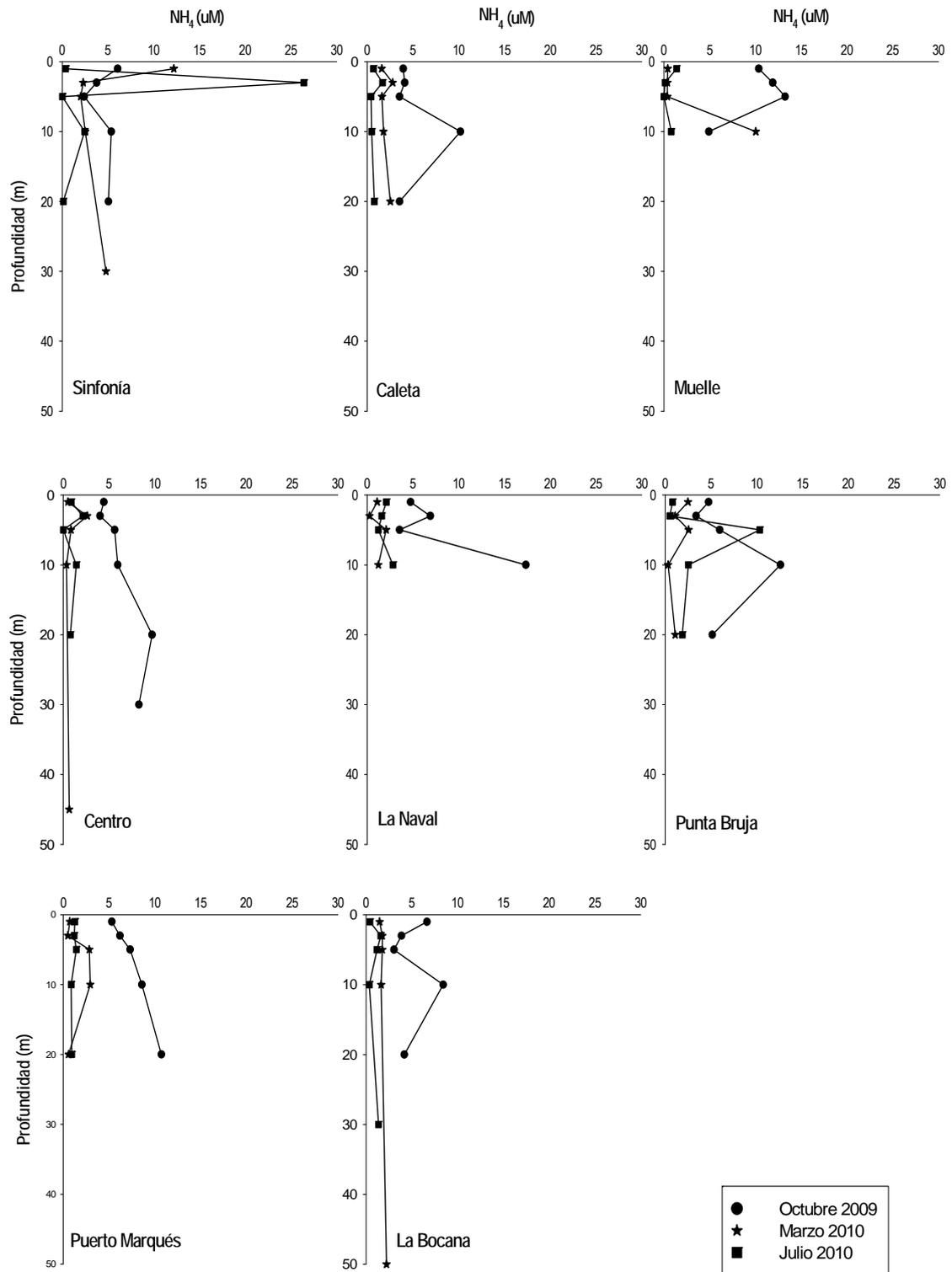
Perfiles de la salinidad en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en los meses de muestreo.



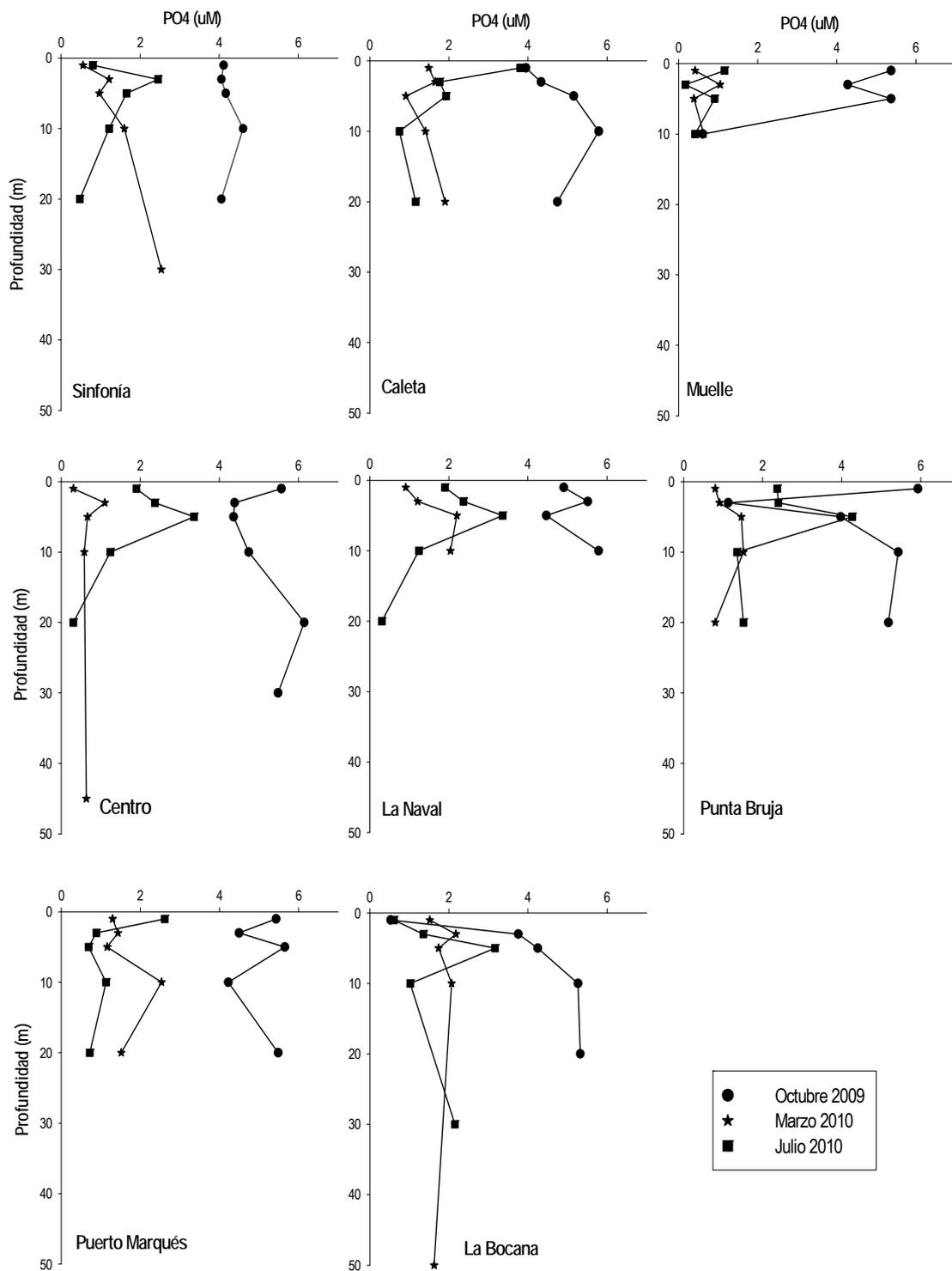
Perfiles del porcentaje de saturación de oxígeno en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en dos meses de muestreo.



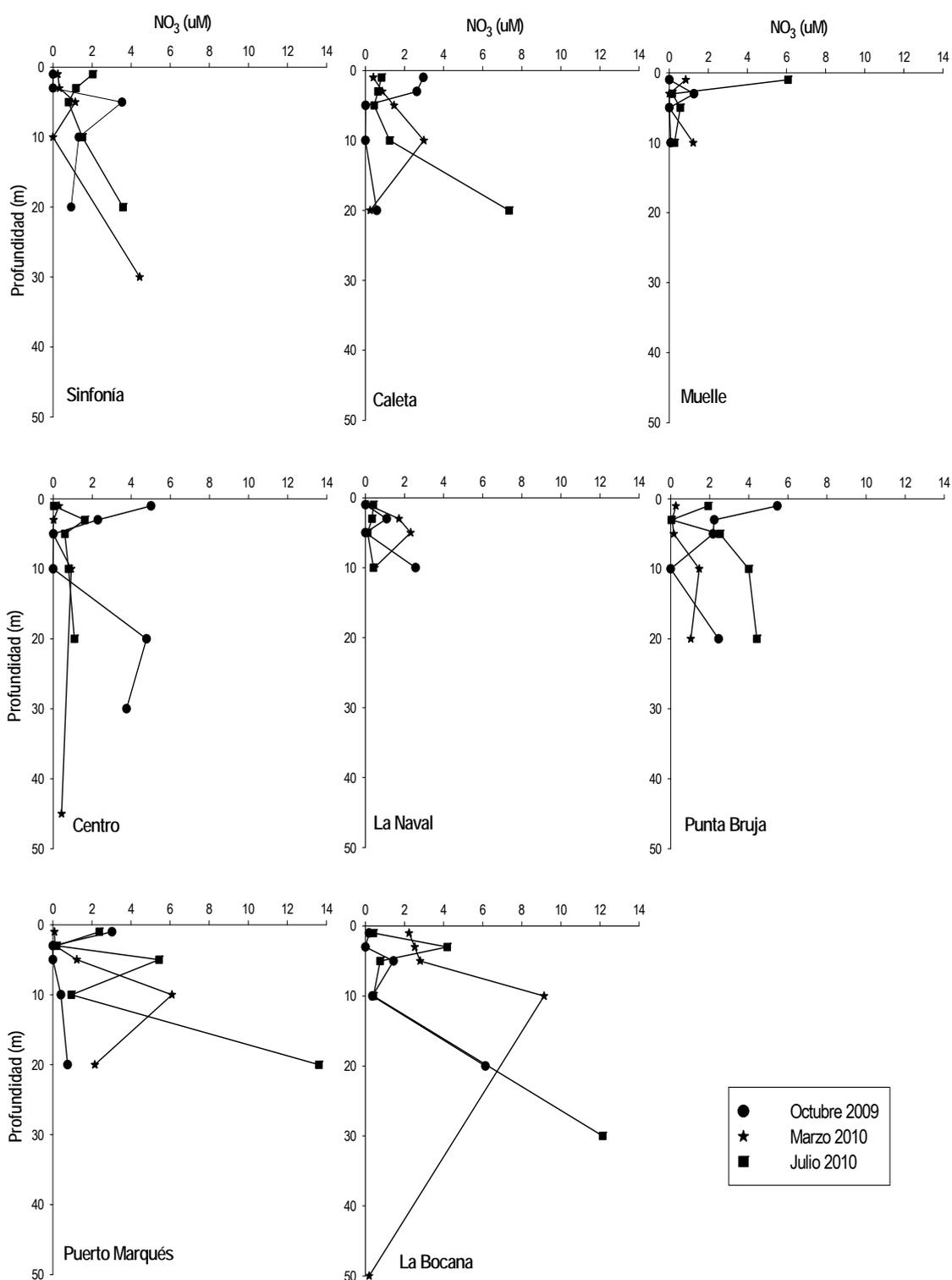
Perfiles del pH en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en dos meses de muestreo.



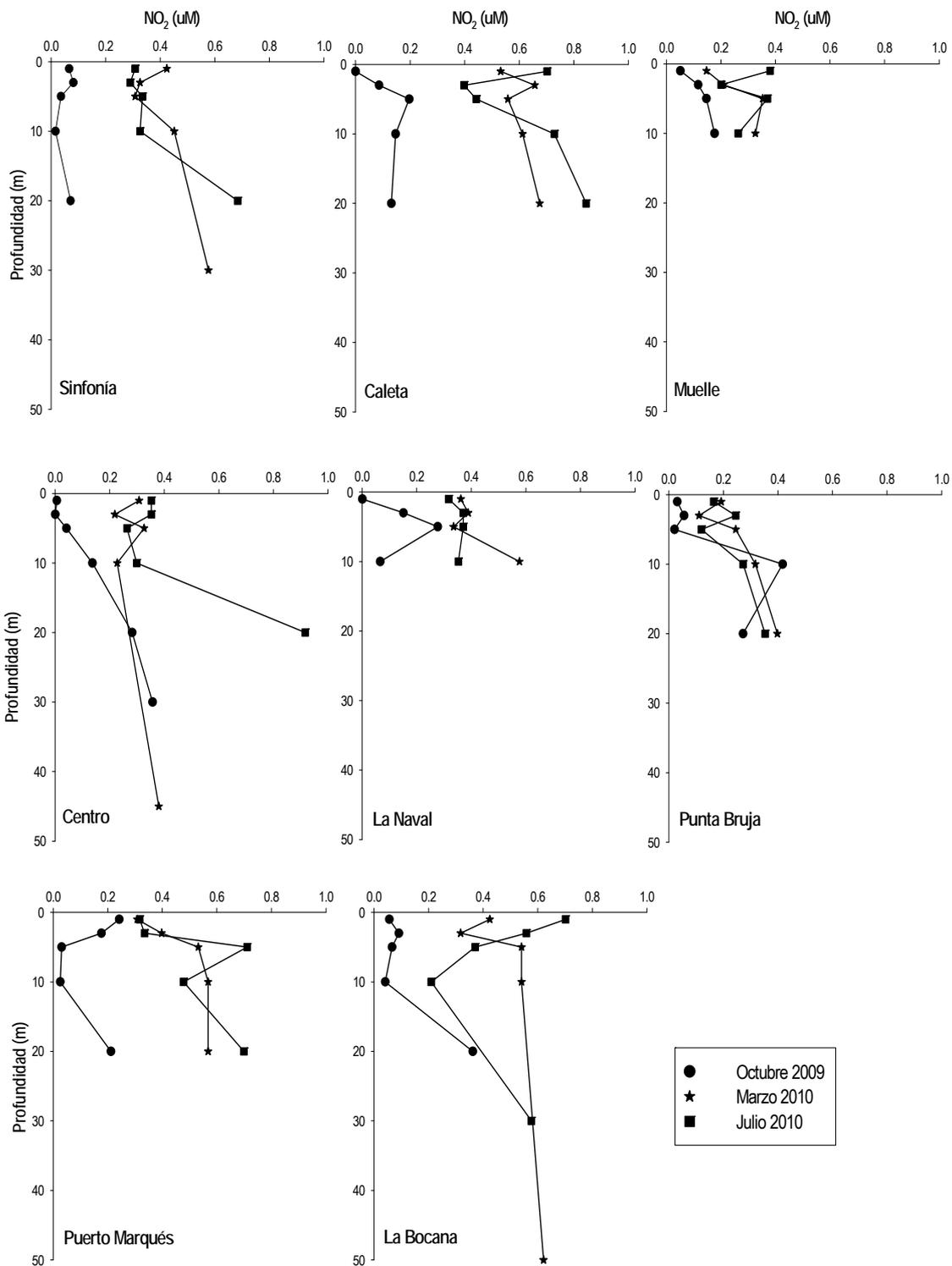
Perfiles del amonio en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en los meses de muestreo.



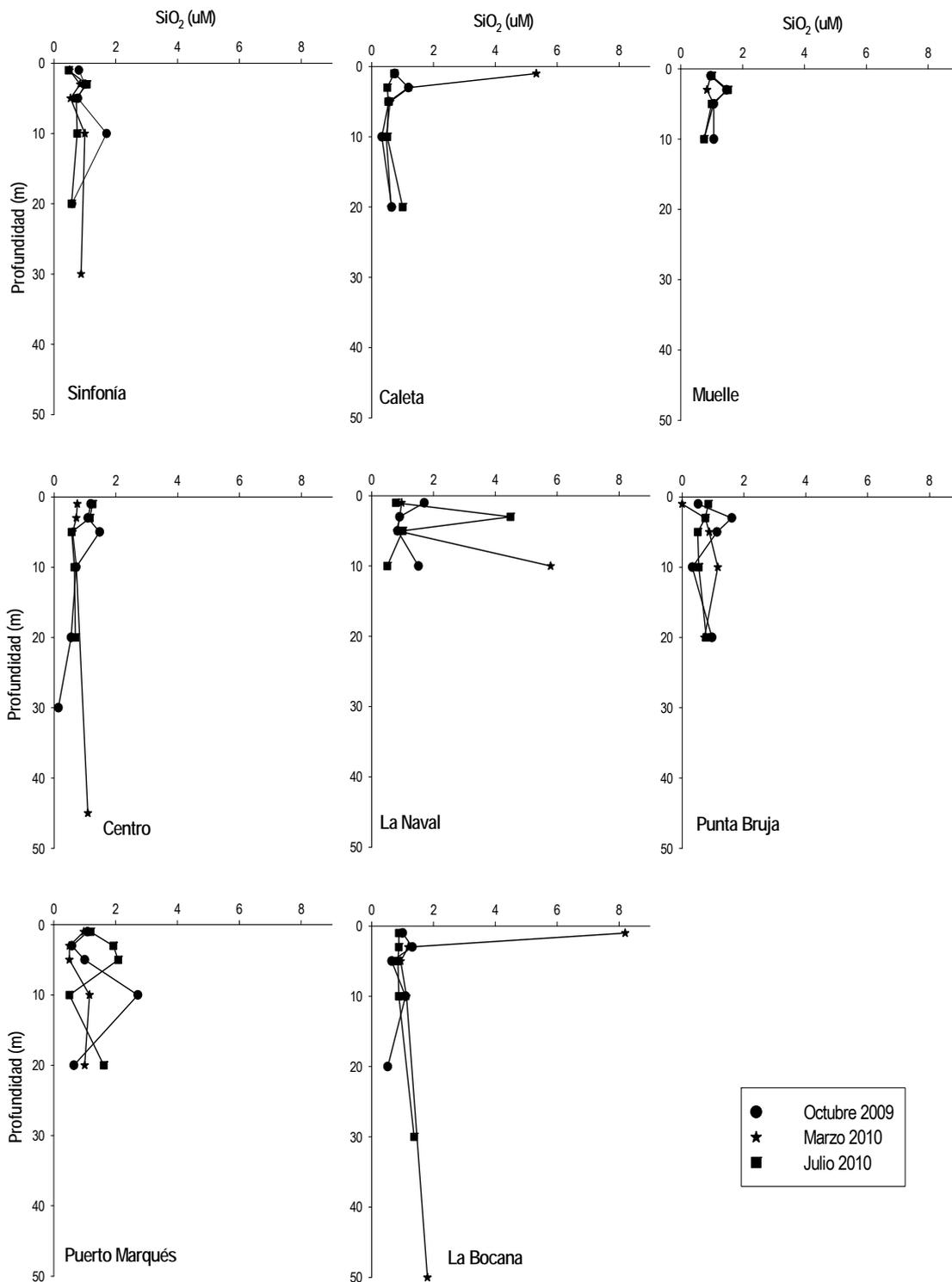
Perfiles del fosfato en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en los meses de muestreo.



Perfiles del nitrato en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en los meses de muestreo.



Perfiles del nitrito en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en los meses de muestreo.



Perfiles del silicato en La Bahía de Acapulco para cada una de las localidades en los meses de muestreo.

ANEXO 2. Clasificación taxonómica de la comunidad de dinoflagelados en La Bahía de Acapulco.
Clasificación según Fensome *et al.* (1993).

DIVISIÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Dinophyta	Dinophysiales	Dinophysaceae	<i>Amphisolenia bidentata</i> Schröder
			<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède <i>et</i> Lachmann
			<i>D. cf. amandula</i> (Balech) Sournia
			<i>D. caudata</i> Saville-Kent
			<i>D. diegensis</i> Kofoid
			<i>D. cf. exigua</i> Kofoid <i>et</i> Skogsberg
			<i>D. fortii</i> Pavillard
			<i>D. cf. infundibulus</i> Schiller
			<i>D. pusilla</i> Jörgensen
			<i>Dinophysis</i> sp.1
<i>Dinophysis</i> sp.2			
			<i>Histioneis cf. reticulata</i> Kofoid
			<i>Ornithocercus magnificus</i> Stein
			<i>O. thumii</i> (Schmidt) Kofoid <i>et</i> Skogsberg
			<i>O. steinii</i> Schütt
			<i>Phalacroma doryphorum</i> Stein
			<i>P. operculatum</i> Stein
			<i>P. parvulum</i> (Schütt) Jörgensen
			<i>P. rapa</i> Stein
			<i>P. rotundatum</i> (Claparède <i>et</i> Lachman) Kofoid <i>et</i> Michener
		Oxyphysaceae	<i>Oxyphysis oxytoxoides</i> Kofoid
	Gonyaulacales	Goniodomaceae	<i>Alexandrium cf. minutum</i> Halim
			<i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouchet) Jörgensen
			<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i> (Böhm) Steidinger, Tester <i>et</i> Taylor
			<i>Pyrophacus horologium</i> Stein emend. Wall <i>et</i> Dale
			<i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall <i>et</i> Dale
	Gonyaulacales	Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax birostris</i> Stein
			<i>G. digitalis</i> (Pouchet) Kofoid
			<i>G. cf. macroporus</i> Mangin
			<i>G. cf. nigricans</i> (Schiller) Balech
			<i>G. polygramma</i> Stein
			<i>C. spinifera</i> (Claparède <i>et</i> Lachmann) Diesing
			<i>G. turbynei</i> Murray <i>et</i> Whitting
			<i>G. cf. verior</i> Sournia
			<i>Lingulodinium polyedra</i> (F. Stein) J.D. Dodge
	<i>Protoceratium</i> sp.		
	Pyrocystaceae	<i>Pyrocystis cf. fusiformis</i> (Wyville-Thomson ex Haeckel) Blackman	

DIVISIÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Dinophyta	Gonyaulacales	Pyrocystaceae	<i>P. gerbaultii</i> J. Pavillard <i>P. lunula</i> (F. Schütt) F. Schütt <i>P. noctiluca</i> Murray ex Haeckel <i>P. cf. robusta</i> Kofoid
		Ceratiaceae	<i>Ceratium strictum</i> (Okamura <i>et</i> Nishikawa) Kofoid <i>Neoceratium balechii</i> (Meave del Castillo, Okolodkov <i>et</i> Zamudio) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. balechii f. longum</i> (M.E. Zamudio Resendiz <i>et</i> M.E. Meave del Castillo) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. breve</i> (Ostenfeld <i>et</i> Schmidt) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. candelabrum</i> (Ehrenberg) F. Gómez, D. Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. contortum var. robustum</i> (Gourret) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P.Lopez-García <i>N. cf. contrarium</i> (Gourret) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P.Lopez-García <i>N. cf. declinatum</i> (Karsten) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P.Lopez-García <i>N. cf. deflexum</i> (Kofoid) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. dens</i> (Ostenfeld <i>et</i> Schmidt) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. euarcuratum</i> (Jørgensen) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. extensum</i> (Gourret) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. falciforme</i> (Jørgensen) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. falcatum</i> (Kofoid) F.Gomez, D.Moreira <i>et</i> P.Lopez-García <i>N.furca var. furca</i> (Ehrenberg) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. furca var. eugrammum</i> (Ehrenberg) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. gibberum</i> (Gourret) F. Gómez, D. Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. horridum</i> (Gran) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. inflatum</i> (Kofoid) F. Gómez, D. Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. kofoidii</i> (Jørgensen) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. cf. longirostrum</i> (Gourret) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. cf. macroceros</i> (Ehrenberg) F.Gomez, D.Moreira <i>et</i> P.Lopez-García <i>N. cf. massiliense</i> (Gourret) F.Gómez, D. Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. teres</i> (Kofoid) F.Gómez, D. Moreira <i>et</i> P. López-García <i>N. trichoceros</i> (Ehrenberg) F. Gomez, D.Moreira <i>et</i> P.Lopez-García <i>N. tripos</i> (O.F. Müller) F.Gómez, D.Moreira <i>et</i> P. López-García
		Ceratocoryaceae	<i>Ceratocorys horrida</i> Stein
	Gymnodiniales	Brachidiniaceae	<i>Asteriodinium gracile</i> Sournia <i>Brachidinium capitatum</i> F.J.R.Taylor
		Gymnodiniaceae	<i>Akashiwo sanguinea</i> (Hirasaka) G. Hansen <i>et</i> Moestrup <i>Amphidinium acutissimum</i> Schiller <i>A. extensum</i> Wulff <i>A. cf. gibbosum</i> (L. Maranda <i>et</i> Y. Shimizu) Flø Jørgensen <i>et</i> Shauna Murray

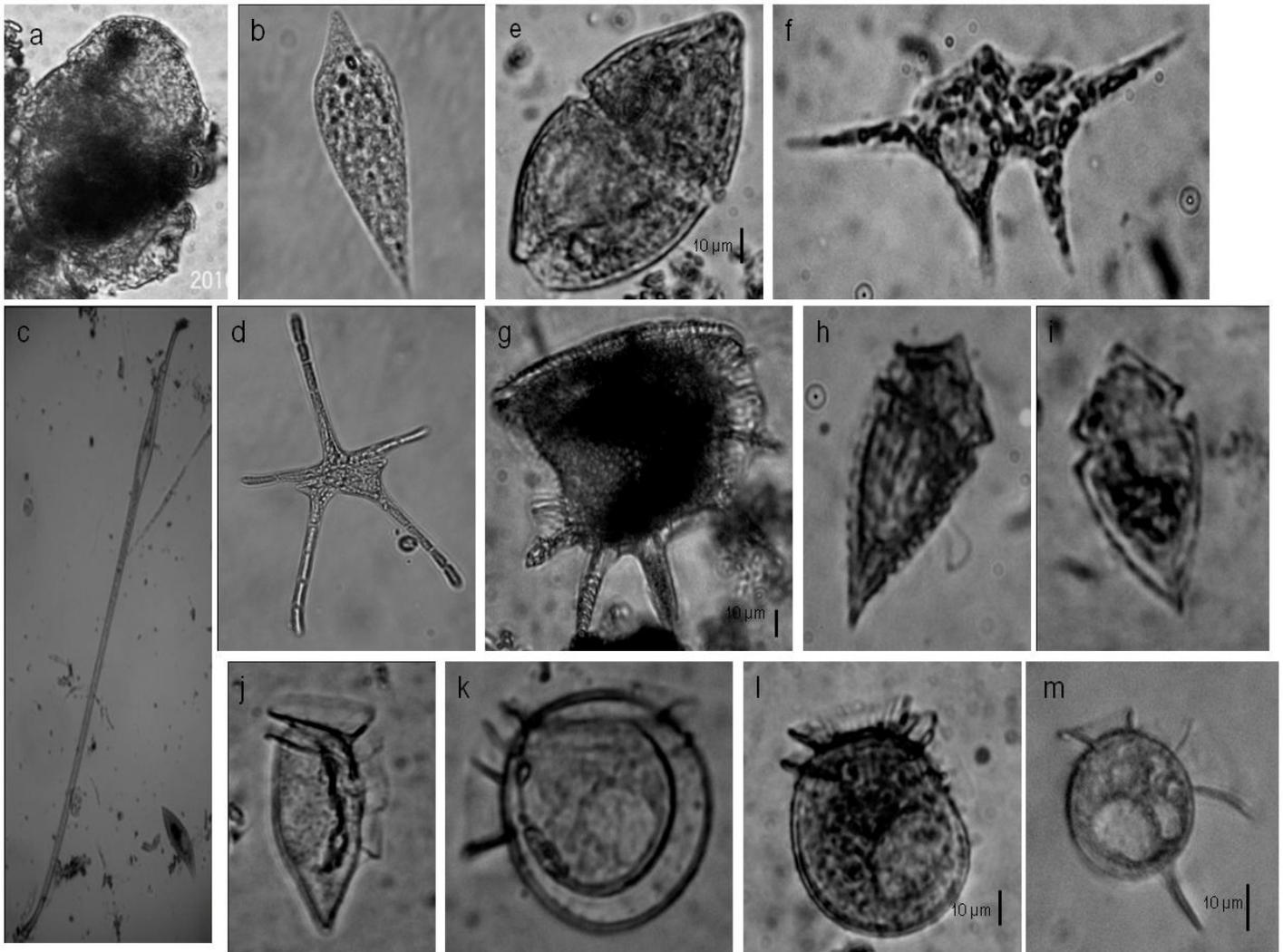
DIVISIÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Dinophyta	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	<p><i>Amphidinium</i> sp. <i>Cochlodinium polykrikoides</i> Margalef <i>Gymnodinium aestuariale</i> Hulburt <i>G. cf. allophron</i> J. Larsen <i>G. aureum</i> Kofoid <i>et</i> Swezy <i>G. catenatum</i> Graham <i>G. cf. grammaticum</i> (Pouchet) Kofoid <i>et</i> Swezy <i>G. cf. incoloratum</i> (Freudenthal <i>et</i> Lee) Coats <i>G. instriatum</i> (Freudenthal <i>et</i> Lee) Coats <i>G. cf. lohmannii</i> Paulsen <i>G. cf. parvulum</i> Larsen <i>G. pygmaeum</i> Lebour <i>Gyrodinium acutum</i> (Schütt) Kofoid <i>et</i> Swezy <i>G. cf. biconicum</i> Kofoid <i>et</i> Swezy <i>G. britannia</i> Kofoid <i>et</i> Swezy <i>G. falcatum</i> Kofoid <i>et</i> Swezy <i>G. fusus</i> (Meunier) Akselman <i>G. spirale</i> Bergh <i>Gyrodinium</i> sp. <i>Karenia asterichroma</i> De Salas, Bolch <i>et</i> Hallegraef <i>K. bicuneiformis</i> Botes, Sym <i>et</i> Pitcher <i>K. cf. brevis</i> <i>K. cf. brevisulcata</i> (Chang) Hansen <i>et</i> Moestrup <i>K. cf. longicanalis</i> Yang, Hodgkiss <i>et</i> G. Hansen <i>K. mikimotoi</i> (Miyake <i>et</i> Kominami ex Oda) Hansen <i>et</i> Moestrup <i>K. cf. mikimotoi</i> <i>K. papilionaceae</i> Haywood <i>et</i> Steidinger <i>K. cf. papilionaceae</i> <i>K. selliformis</i> Haywood, Steidinger <i>et</i> MacKenzie <i>Karlodinium cf. veneficum</i> (Ballantine) Larsen <i>Katodinium glaucum</i> (Lebour) Loeblich III <i>Torodinium robustum</i> Kofoid <i>et</i> Swezy <i>Torodinium</i> sp <i>Gymnodinial</i> sp.1 <i>Gymnodinial</i> sp.2 <i>Gymnodinial</i> sp.3 <i>Gymnodinial</i> sp.4 <i>Gymnodinial</i> sp.5 <i>Gymnodinial</i> sp.6 <i>Gymnodinial</i> sp.7</p>

DIVISIÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Dinophyta	Gymnodinales	Gymnodiniaceae	Gymnodinial sp.8 Gymnodinial sp.9
		Polykrikaceae	<i>Polykrikos kofoidii</i> Chatton <i>P. swartzii</i> Bütschli
		Ptychodiscaceae	<i>Balechina coerulea</i> (Dogiel) F.J.R.Taylor
		Warnowiaceae	<i>Warnowia juno</i> (Schütt) Schiller <i>W. cf. polyphemus</i> (Pouchet) J. Schiller <i>W. rosea</i> (Pouchet) Kofoid <i>et</i> Swezy <i>Warnowia</i> sp.1 <i>Warnowia</i> sp.2
	Noctilucales	Kofoidiniaceae	<i>Kofoidinium splendens</i> Cachon <i>et</i> Cachon <i>K. velleoides</i> Pavillard <i>Spatulodinium pseudonoclituca</i> (Pouchet) Cachon <i>et</i> Cachon
		Noctilucaceae	<i>Pronoclituca acuta</i> (Lohmann) Schiller <i>Pronoclituca cf. pelagica</i> Fabre-Domergue <i>Pronoclituca rostrata</i> Taylor <i>Pronoclituca spinifera</i> (Lohmann) Schiller <i>Pronoclituca</i> sp.
		Leptodiscaceae	<i>Scaphidinium mirabile</i> Margalef
	Peridinales	Heterocapsaceae	<i>Heterocapsa</i> sp.
		Oxytoxaceae	<i>Corythodinium cf. belgicae</i> (Meunier) F.J.R.Taylor <i>C. cf. reticulatum</i> (Stein) Taylor <i>C. sp.</i> <i>Oxytoxum curvatum</i> (Kofoid) Kofoid <i>O. cf. laticeps</i> Schiller <i>O. nanum</i> Halldal <i>O. parvum</i> Schiller <i>O. scolopax</i> Stein <i>O. cf. sceptrum</i> (Stein) <i>et</i> Schröder
		Peridinaceae	<i>Ensiculifera</i> sp. <i>Peridinium quinquecorne</i> Abé <i>Scrippsiella cf. trochoidea</i> (Stein) Balech <i>ex</i> Loeblich III
		Podolampaceae	<i>Podolampas bipes</i> Stein <i>P. palmipes</i> Stein <i>P. spinifera</i> Okamura
		Congruentidiaceae	<i>Diplopsalopsis bomba</i> (Stein) Dodge <i>et</i> Toriumi <i>Protoperidinium abei</i> (Paulsen) Balech <i>P. cf. acanthophorum</i> (Balech) Balech <i>P. cf. bipes</i> (Paulsen) Balech

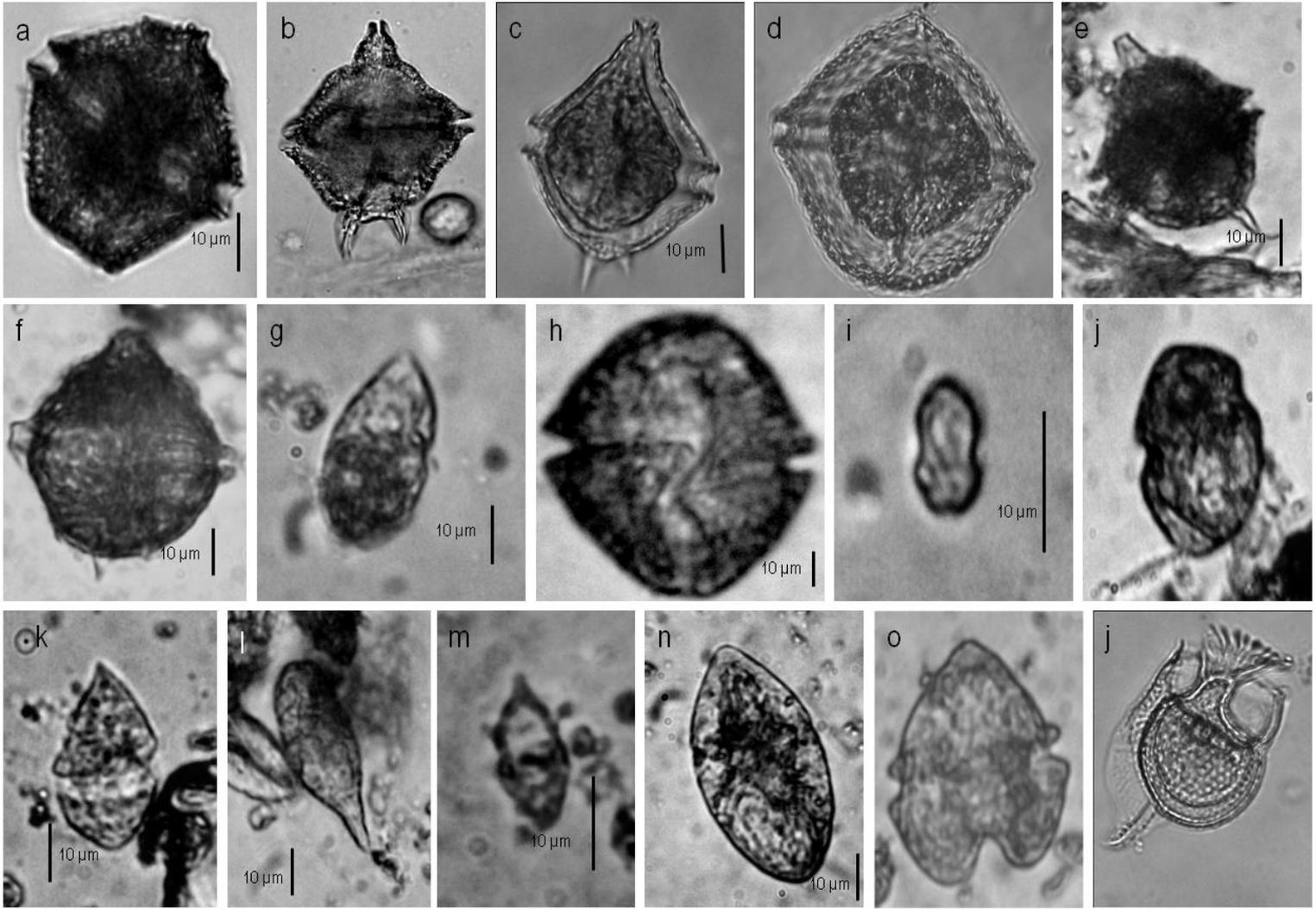
DIVISIÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Dinophyta	Peridinales	Congruentidiaceae	<p><i>P. cf. bispinum</i> (Schiller) E. Balech</p> <p><i>P. cf. brochii</i> (Kofoid <i>et</i> Swezy) Balech</p> <p><i>P. cf. capurroi</i> (Balech) Balech</p> <p><i>P. cassum</i> (Balech) Balech</p> <p><i>P. cf. cassum</i> var. <i>decens</i> (E. Balech) E. Balech</p> <p><i>P. claudicans</i> (Paulsen) Balech</p> <p><i>P. cf. conicoides</i> (Paulsen) Balech</p> <p><i>P. conicum</i> (Gran) Balech</p> <p><i>P. cf. corniculum</i> (Kofoid <i>et</i> Michener) F.J.R. Taylor <i>et</i> E. Balech</p> <p><i>P. cf. cristatum</i> Balech</p> <p><i>P. cf. cruciferum</i> (Balech) Balech</p> <p><i>P. cf. depressum</i> (Bailey) Balech</p> <p><i>P. cf. divaricatum</i> (Meunier) Parke <i>et</i> Dodge</p> <p><i>P. divergens</i> (Ehrenberg) Balech</p> <p><i>P. elegans</i> (Cleve) Balech</p> <p><i>P. cf. grande</i> (Kofoid) Balech</p> <p><i>P. cf. granii</i> (Ostenfeld) Balech</p> <p><i>P. hirobis</i> (Abé) Balech</p> <p><i>P. huberi</i> (Schiller) Balech</p> <p><i>P. incognitum</i> (Böhm) Balech</p> <p><i>P. cf. joergenseni</i> var. <i>luculentum</i> (Balech) Balech</p> <p><i>P. latidorsale</i> (P. Dangeard) Balech</p> <p><i>P. mite</i> (Pavillard) Balech</p> <p><i>P. obtusum</i> (Karsten) Parke <i>et</i> Dodge</p> <p><i>P. oceanicum</i> (VanHöffen) Balech</p> <p><i>P. ovum</i> (Schiller) Balech</p> <p><i>P. cf. pacificum</i> (Kofoid <i>et</i> Michener) F.J.R. Taylor <i>et</i> Balech <i>ex.</i> Balech</p> <p><i>P. parcum</i> (Balech) Balech</p> <p><i>P. cf. parviverter</i> Balech</p> <p><i>P. pentagonum</i> (Gran) Balech</p> <p><i>P. cf. perplexum</i> (Balech) Balech</p> <p><i>P. punctulatum</i> (Paulsen) Balech</p> <p><i>P. pyriforme</i> (Paulsen) Balech</p> <p><i>P. cf. pyrum</i> (Balech) Balech</p> <p><i>P. steinii</i> (Jørgensen) Balech</p> <p><i>P. cf. tubum</i> Schiller</p> <p><i>P. venustum</i> (Matzenauer) Balech</p> <p><i>Protoperidinum</i> sp. 1</p> <p><i>Protoperidinum</i> sp. 2</p> <p><i>Protoperidinum</i> sp. 3</p>

DIVISIÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Dinophyta	Peridinales	Congruentidiaceae	<i>Protooperidinum</i> sp.4 <i>Protooperidinum</i> sp.5 <i>Protooperidinum</i> sp.6 <i>Protooperidinum</i> sp.7 <i>Protooperidinum</i> sp.8 <i>Protooperidinum</i> sp.9 <i>Protooperidinum</i> sp.10
			<i>Spiraulax jolliffei</i> (Murray <i>et</i> Whitting) Kofoid
	Prorocentrales	Prorocentraceae	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge <i>P. dentatum</i> Stein <i>P. gracile</i> Schütt <i>P. cf. lenticulatum</i> (Matzenauer) Taylor <i>P. micans</i> Ehrenberg <i>P. minimum</i> (Pavillard) Schiller <i>P. rhathymum</i> Loeblich III, Sherley <i>et</i> Schmidt <i>P. rostratum</i> Stein <i>P. sigmoides</i> Böhm <i>P. triestinum</i> Schiller
	Ptychodiscales	Amphitholaceae	<i>Achradina pulchra</i> Lohmann

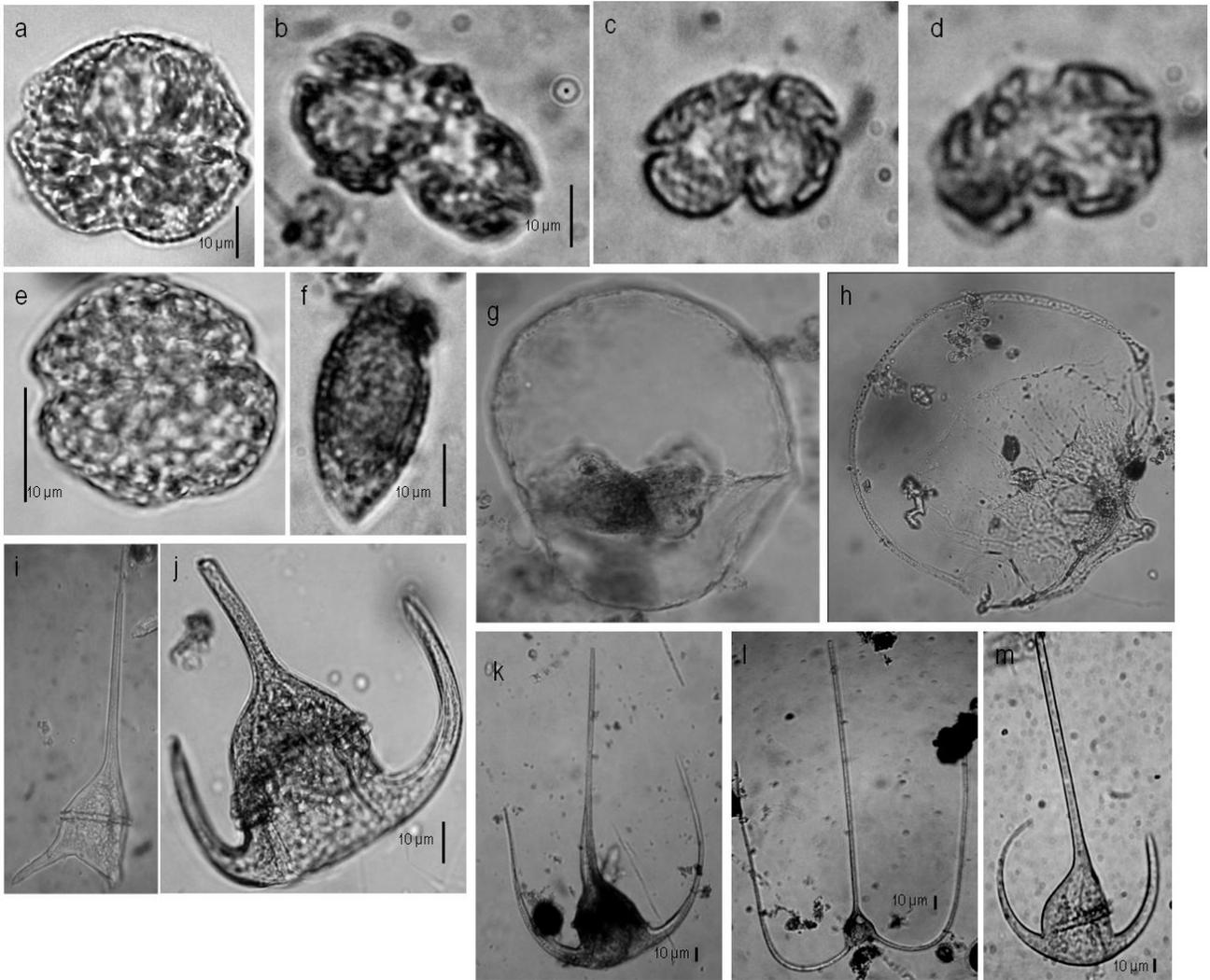
Anexo 3. Otras especies que se encontraron en la Bahía de Acapulco



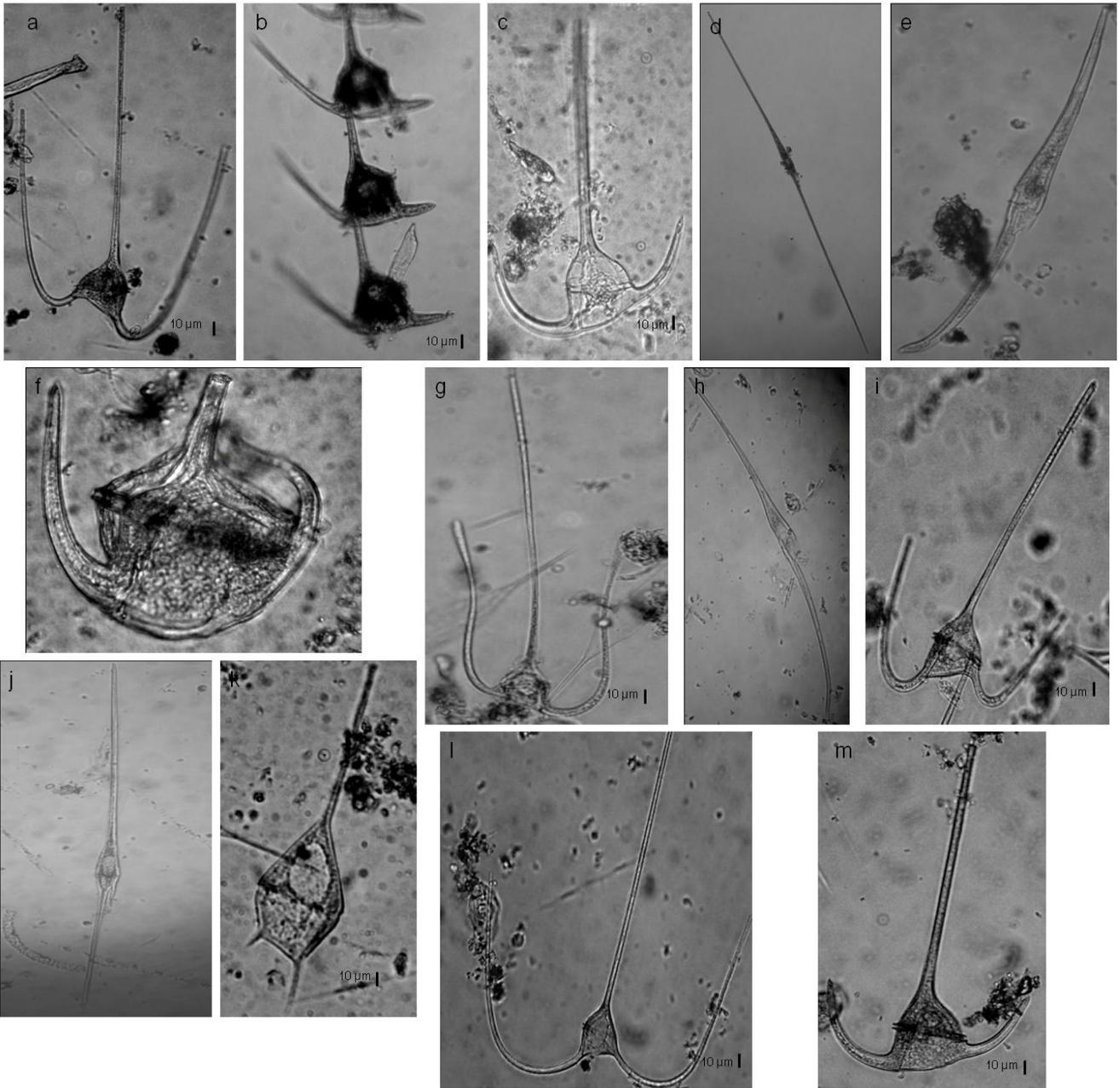
a) *Amphidinium gibbosum*, b) *Amphidinium* sp., c) *Amphisolenia bidentata*, d) *Asteriodinium gracile*, e) *Balechina coeruleum*, f) *Brachidinium capitatum*, g) *Ceratocoris horrida*, h) *Corythodinium* cf. *reticulatum*, i) *Corythodinium* sp., j) *Dinophysis diegensis*, k) *D.* cf. *exigua*, l) *D.* cf. *infundibulus*, m) *D. pusilla*.



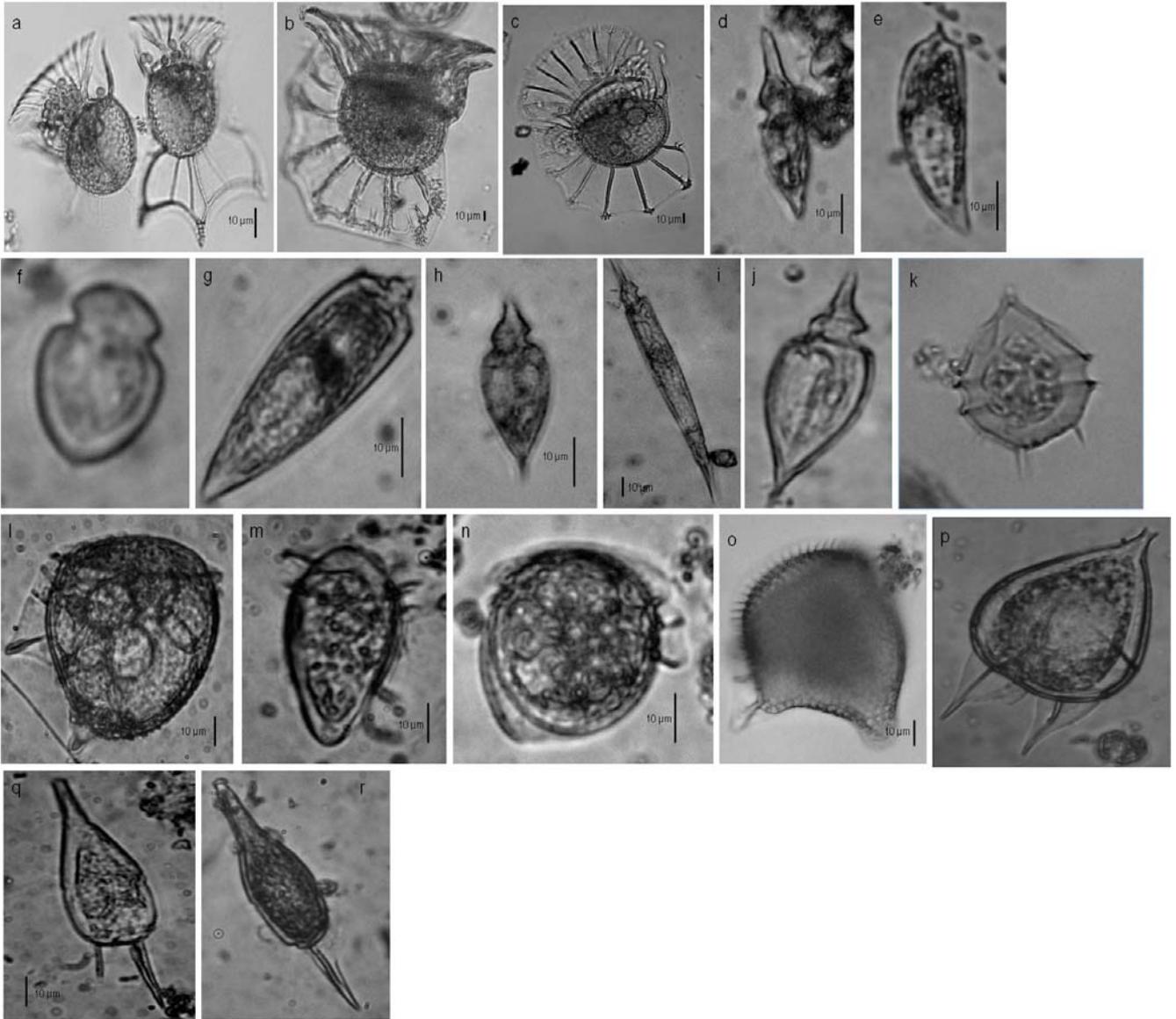
a) *Gonioloma polyedricum*, b) *Gonyaulax digitale*, c) *G.* cf. *macroporus*, d) *G.* cf. *nigricans*, e) *G. spinifera*, f) *G. turbynei*, g) *Gymnodinium* cf. *allophron*, h) *G. aureum*, i) *G.* cf. *incoloratum*, j) *Gymnodinium* sp.3, k) *Gymnodinium* sp.4, l) *Gymnodinium* sp.6, m) *Gymnodinium* sp.7, n) *Gymnodinium* sp.8, o) *Gymnodinium* sp.9, p) *Histioneis* cf. *reticulata*.



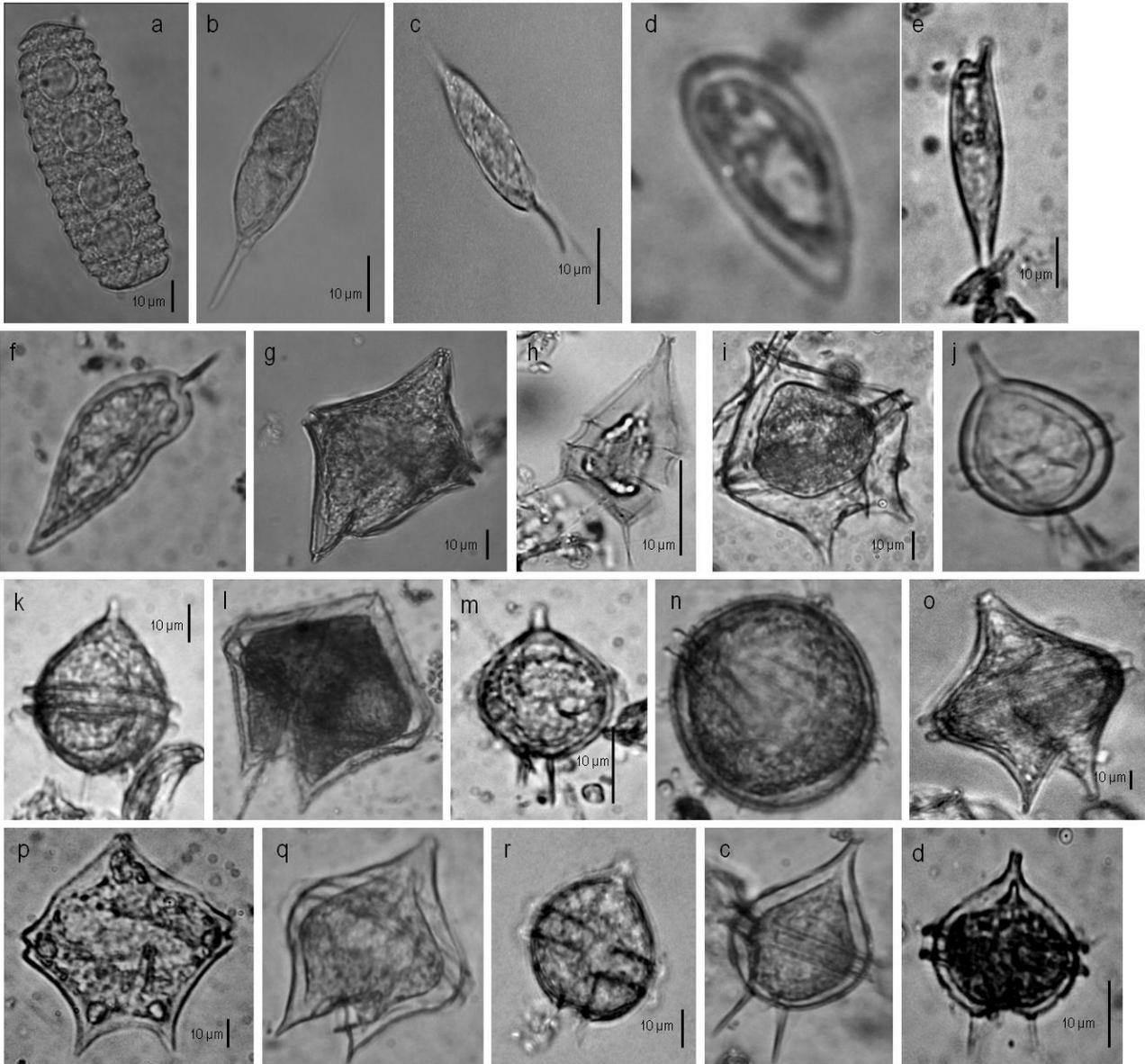
a) *Karenia asterichroma*, b) *Karenia papilionaceae*, c y d) *Karenia* cf. *papilionaceae*, e) *K. selliformis*, f) *Katodinium glaucum*, g) *Kofoidinium splendens*, h) *K. velleoides*, i) *Neoceratium balechii* f. *longum*, j) *N. breve*, k) *N. contortum* var. *robustum*, l) *N.* cf. *contrarium*, m) *N.* cf. *declinatum*.



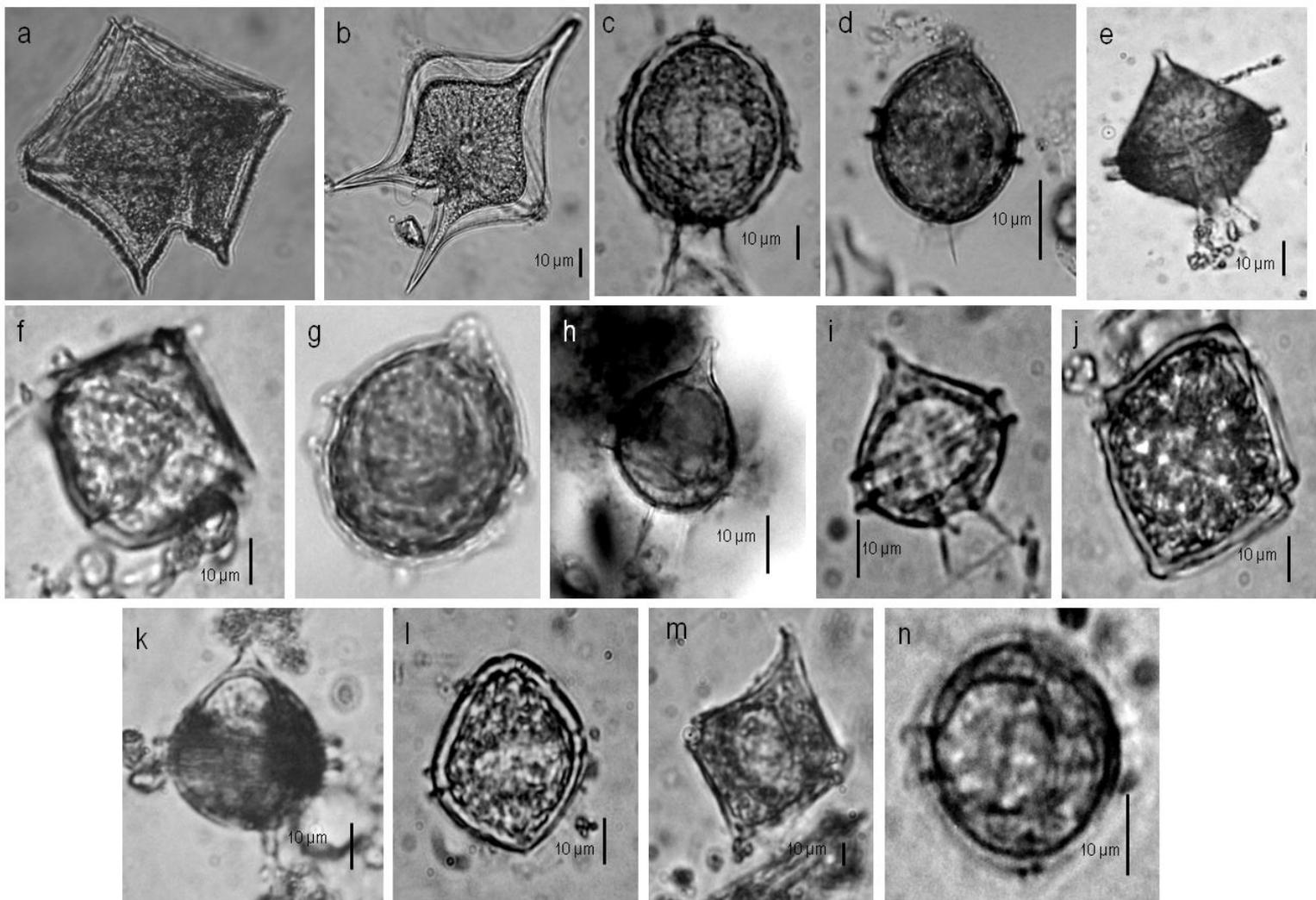
a) *Neoceratium* cf. *deflexum*, b) *N. dens*, c) *N. euarcuratum*, d) *N. extensum*, e) *N. falcatiforme*, f) *N. gibberum*, g) *N. horridum*, h) *N. inflatum*, i) *N. massiliense*, j) *Ceratium strictum*, k) *N. teres*, l) *N. trichoceros*, m) *N. tripos*.



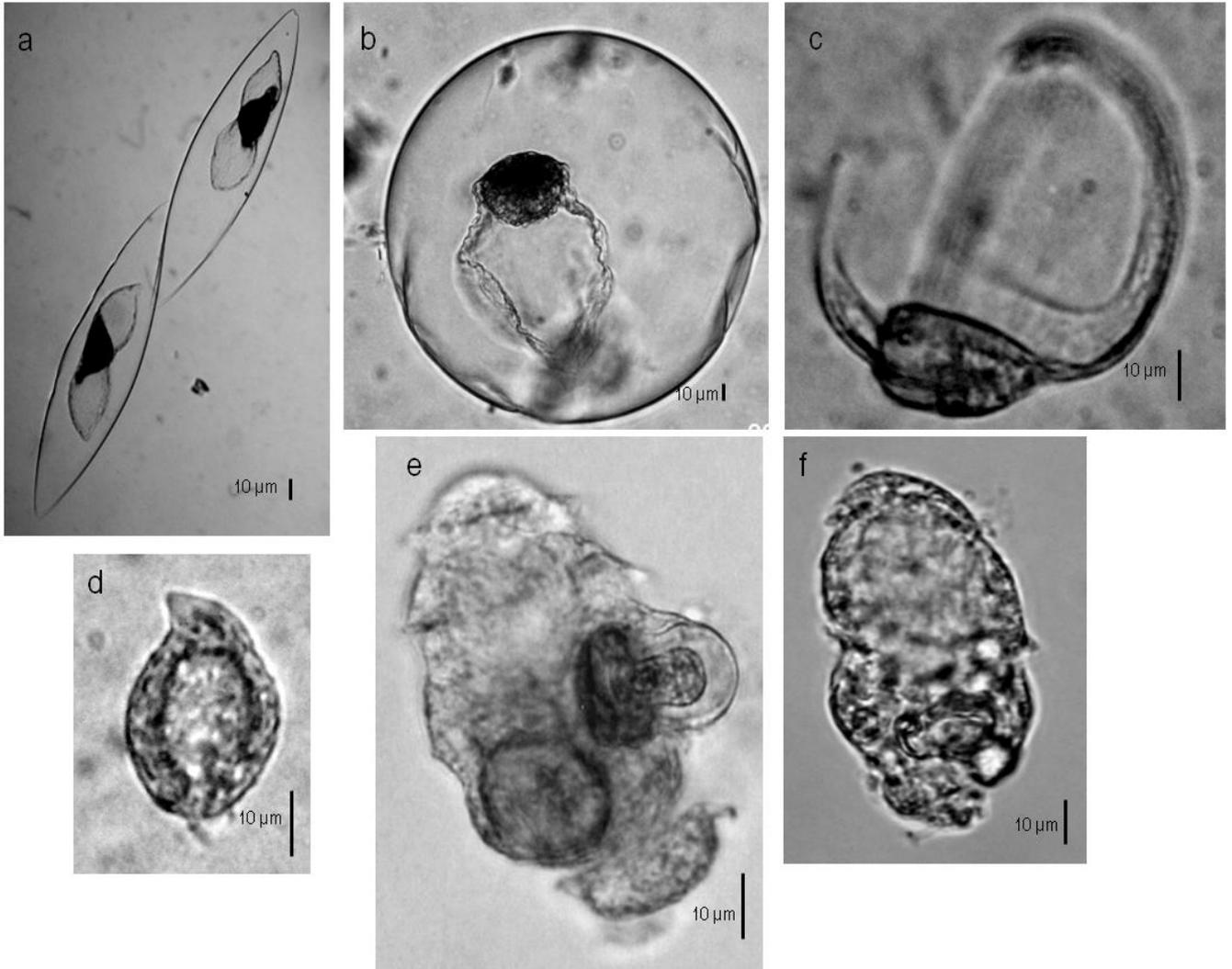
a) *Ornithocercus magnificus*, b) *O. thumii*, c) *O. steinii*, d) *Oxyphysis oxytoxoides*, e) *Oxytoxum curvatum*, f) *Oxytoxum* cf. *laticeps*, g) *O. nanum*, h) *O. parvum*, i) *O. scolopax*, j) *O. cf. sceptrum*, k) *Peridinium quinquecorne*, l) *Phalacroma doryphorum*, m) *P. operculatum*, n) *P. parvulum*, o) *P. rapa*, p) *Podolampas bipes*, q) *P. palmipes*, r) *P. spinifera*.



a) *Polykrykos schwartzii*, b) *Pronoctiluca* sp., c) *P. spinifera*, d) *Prorocentrum dentatum*, e) *P. rostratum*, f) *P. sigmoides*, g) *Protoperidinium abei*, h) *P. bipes*, i) *P. cf. brochi*, j) *P. cassum*, k) *P. cf. cassum* var. *decens*, l) *P. conicum*, m) *P. cf. corniculum*, n) *P. cf. cristatum*, o) *P. cf. depressum*, p) *P. cf. divaricatum*, q) *P. cf. granii*, r) *Protoperidinium huberi*, s) *P. cf. joergenseni* var. *luculentum*, t) *P. cf. mite*.



a) *Protoperidinium obtusum*, b) *P. oceanicum*, c) *P. ovum*, d) *P. parcum*, e) *P. cf. parviverter*, f) *P. punctulatum*, g) *P. pyriforme*, h) *P. cf. tubum*, i) *Protoperidinium* sp.1, j) *Protoperidinium* sp.2, k) *Protoperidinium* sp.3, l) *Protoperidinium* sp.4, m) *Protoperidinium* sp.5, n) *Protoperidinium* sp.6.



a) *Pyrocystis fusiformis*, b) *Pyrocystis noctiluca*, c) *Scaphidinium mirabile*, d) *Torodinium* sp., e) *Warnowia juno*, f) *W. cf. rosea*.