



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD IZTAPALAPA

**Dinoflagelados (Dinophyta) presentes en la zona de
influencia marina de laguna de Términos, Campeche,
México.**

TESIS

Que presenta para obtener el grado de Maestra en Biología

PRESENTA

Hidrobióloga Ana Karen Balboa Calvillo

COMITÉ TUTORAL

CODIRECTOR DE TESIS

Dr. Francisco J. Gutiérrez Mendieta

Profesor - Investigador Titular C, Departamento de Hidrobiología
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

CODIRECTOR DE TESIS

Dr. José A. Aké Castillo

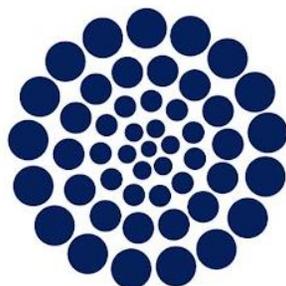
Profesor - Investigador Titular C, Unidad de Investigación de Ecología de
Pesquerías.
Universidad Veracruzana

ASESORA

M. en C. María Eugenia Zamudio Resendiz

Profesor - Asociado D, Departamento de Hidrobiología
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

- ❖ El presente estudio: "Dinoflagelados (Dinophyta) presentes en la zona de influencia marina de laguna de Términos, Campeche, México" se realizó se en el Laboratorio de Ecosistemas Costeros – Área de Ecología de Fitoplancton Estuarino del Departamento de Hidrobiología de la Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, bajo la dirección del Dr. Francisco Gutiérrez Mendieta.
- ❖ Y del Laboratorio de Fitoplancton Marino y Salobre del Departamento de Hidrobiología de la Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, bajo la dirección de la M. en C. María Eugenia Zamudio Resendiz.

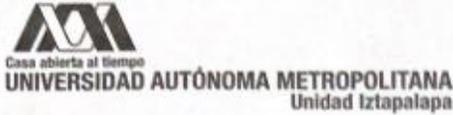


CONAHCYT

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

“El programa de la Maestría en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana pertenece al Patrón de Posgrados de Calidad y Excelencia del CONAHCYT”

Jurado designado por la **Comisión de la Maestría en Biología**, de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa



Fecha : 14/06/2023
Página : 1/1

CONSTANCIA DE PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO

La Universidad Autónoma Metropolitana extiende la presente CONSTANCIA DE PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO de MAESTRA EN BIOLOGÍA de la alumna ANA KAREN BALBOA CALVILLO, matrícula 2202800844, quien cumplió con los 190 créditos correspondientes a las unidades de enseñanza aprendizaje del plan de estudio. Con fecha quince de junio del 2023 presentó la DEFENSA de su EXAMEN DE GRADO cuya denominación es:

Dinoflagelados (Dinophyta) presentes en la zona de influencia marina de Laguna de Términos, Campeche, México.

Cabe mencionar que la aprobación tiene un valor de 40 créditos y el programa consta de 230 créditos.

El jurado del examen ha tenido a bien otorgarle la calificación de:

APROBAR

JURADO

Presidenta

M. EN C. MARIA EUGENIA SAMUDIO
RESENDIZ

Secretario

DR. ABEL SENTIES GRANADOS

Vocal

DRA. MARIA LUISA NUÑEZ RESENDIZ

Vocal

DR. CARLOS FRANCISCO RODRIGUEZ GOMEZ

Declaración de Originalidad

El (La) que suscribe **Ana Karen Balboa Calvillo**, alumno (a) del posgrado **Maestría en Biología**, de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y autor(a) de la tesis o idónea comunicación de resultados titulada: “**Dinoflagelados (Dinophyta) presentes en la laguna de Términos, Campeche, México**”,

Declaro que:

1. La tesis o idónea comunicación de resultados que presento ante el **Honorable Jurado** para lo obtención del grado de **Maestra en Biología** es de mi autoría y original creación, producto del resultado de mi trabajo de investigación personal e individual; el cual cuenta con las correspondientes citas textuales del material bibliográfico utilizado y con el debido otorgamiento de los créditos autorales.
2. En la tesis o idónea comunicación de resultados no he reproducido párrafos completos; ilustraciones, fotografías, diagramas, cuadros y tablas, sin otorgamiento del crédito autoral y fuente correspondiente.
3. En consecuencia, relevo de toda responsabilidad a la Universidad Autónoma Metropolitana de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que se considere con derecho sobre la tesis o idónea comunicación de resultados, respondiendo por la autoría y originalidad de la misma, asumiendo todas las consecuencias económicas y jurídicas si ésta no fuese de mi creación.

La presente declaración de originalidad se firma en la Ciudad de México el 14 de junio del 2023.

Atentamente


Ana Karen Balboa Calvillo

Nombre y firma del alumno

Este documento debe ser firmado con tinta azul y debe anexarse copia en la tesis o idónea comunicación de resultados (tesina, reporte, etc.), el documento original será conservado por el Coordinador del Posgrado.

DEDICATORIA

Con amor, dedico mi trabajo a:

Mamá

Noemi Calvillo Pérez

Papá

David Balboa Guerra

Gracias, por siempre apoyarme en todo, son lo más importante en mi vida.

Hermano

David Balboa Calvillo

Gracias, por estar siempre a mi lado.

Abuelita

Guadalupe Pérez Sánchez †

Con especial cariño dedicó mi trabajo a ti Lupita, fuiste una mujer extraordinaria, que brindaba amor total, siempre vivirás en mi corazón. Gracias a ti tengo a la mujer más importante de mi vida, me enorgullece ser tu nieta.

Abuelos

Rafael Calvillo Guerra †

Eulogio Balboa Brother †

Ustedes viven en mí, siempre los amaré

Abuela

María de Jesús Guerra Arredondo

Gracias, por darme al hombre más importante de mi vida.

Familia y amigos.

Gracias, por su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo pudo ser realizado gracias al apoyo incondicional y a las enseñanzas del Dr. Francisco J. Gutiérrez Mendieta, gracias por todos los consejos, paciencia, dedicación, tiempo y aprendizajes, sin duda es el mejor director de tesis.

A la M. en C. María Eugenia Zamudio Reséndiz, gracias por siempre estar pendiente de mi proyecto, por enseñarme a trabajar de una manera eficiente con los dinoflagelados, sin duda mi amor por estos organismos se lo debo a usted, gracias por las enseñanzas y consejos.

Al Dr. José A. Aké Castillo por su apoyo siempre que lo requería, por enseñarme a contar placas, jamás lo olvidaré, por su apoyo incondicional y paciencia, gracias por todas sus enseñanzas y consejos.

Al Hidrobiólogo Sinuhé Hernández Márquez, gracias por enseñarme a realizar mapas, por el apoyo en la vectorización en los esquemas de *Kolkwitziella* sp. y por el apoyo en la realización de la técnica y toma de fotografías de MEB.

A la Dra. Laura Calva por ser la revisora en los avances de mi tesis, por parte de la comisión de la Maestría en Biología, gracias por su tiempo y consejos.

A mi familia, a mis padres David y Noemi, gracias por apoyarme y guiarme para lograr mis sueños; Davicho gracias, hermano por ser mi mejor amigo, eres lo mejor que tengo en la vida. A Lupita, que, aunque ya no estás físicamente estoy segura de que estas muy orgullosa de mí. A mis tías Carmen, Juana, Angélica y Josefina gracias por estar siempre con nosotros, mis primos Mariana, Miguel, Karla, Gabriel y Daniel gracias por la diversión y compañía. Con especial cariño a mis sobrinos Rebeca, Leo y Caleb, por hacerme feliz con cada una de sus hazañas y sonrisas.

A mis amigos, Alfredo Iván Hernández †, Alejandra Delgado, Cinthya Caballero, Sarahí Nava gracias por escucharme y apoyarme. A mis compañeros y amigos del laboratorio de Fitoplacton Marino y Salobre (Karen, Sinuhé, Montse, Jovanny, Uriel) y del laboratorio de Ecología de Fitoplancton Estuarino (Yitzak, Janis).

Un agradecimiento especial a la Dra. Cecilia Jiménez y el Ing. Alberto Pérez Rojas, gracias por impulsarme a seguir adelante en mi carrera, por todas sus enseñanzas y consejos.

Con un especial cariño y agradecimiento, a la Dra. María Esther Angélica Meave del Castillo †, quien fungiera como mi asesora al inicio del programa de maestría, agradezco la orientación y consejos que le dio al proyecto, para que tuviera resultados favorecedores.

ÍNDICE

RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN.....	12
ANTECEDENTES	18
JUSTIFICACIÓN	20
HIPÓTESIS	20
HIPÓTESIS 1	20
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	20
OBJETIVO GENERAL.....	21
OBJETIVOS PARTICULARES.....	21
ÁREA DE ESTUDIO	21
MATERIALES Y MÉTODOS	23
<i>Trabajo de campo</i>	23
<i>Caracterización fisicoquímica</i>	23
<i>Análisis cualitativo</i>	24
Trabajo de laboratorio.	24
<i>Microscopía de luz</i>	24
<i>Microscopía Electrónica de Barrido</i>	25
Descripciones de los taxa de dinoflagelados encontrados en laguna de Términos.	33
Identificación de los taxa de dinoflagelados por temporada climática y su relación con los parámetros fisicoquímicos.	84
Temporada de secas 2017	87
Temporada de lluvias 2017.....	90
Temporada de nortes 2018.....	93
Variables ambientales y dinoflagelados	96
Nutrientes (NH⁺₄, NO⁻₃, SiO₂, NO⁻₂)	98
DISCUSIÓN.....	101
Presencia de <i>Dinophysis siankanensis</i> Almazán & Hernández-Becerril 2002 en la laguna de Términos.	107
Presencia de <i>Kolkwitzia</i> sp. en la laguna de Términos.	112
CONCLUSIONES.....	118
REFERENCIAS.....	118
ANEXOS	127
<i>Anexo I</i>	127
Anexo II	128

RESUMEN

Los dinoflagelados son productores y consumidores primarios, que cuentan con el mayor número de especies productoras de toxinas y con potencial nocivo, ocasionando Florecimientos Algales Nocivos (FAN) debido a su reproducción acelerada cuando las condiciones ambientales no son favorables. En la laguna de Términos el estudio de los dinoflagelados es escaso, por lo que, en este trabajo se determinó la presencia, abundancia de dinoflagelados, así como la descripción de las condiciones ambientales bajo las cuales se encuentran para 8 estaciones de las temporadas climáticas secas - lluvias 2017 y nortes 2018 en la zona de influencia marina de la laguna; la identificación de los organismos se realizó a través de microscopía de luz, epifluorescencia y MEB con muestras de red. La temporada de secas 2017 mostró la mayor abundancia y diversidad de especies; los dinoflagelados se encontraron influenciados principalmente por la salinidad, temperatura y concentraciones bajas de nutrientes. Se registró un total de 119 especies de dinoflagelados, de las cuales 72 fueron nuevos registros para la laguna, 16 para el Golfo de México y 2 para México; dentro de los registros para México se destaca la presencia de una probable nueva especie del género *Kolkwitzia*. Y el primer registro de la especie *Dinophysis siarkanensis* para el Golfo de México. En este estudio fue mayor la abundancia de especies heterótrofas; además, se registraron 17 especies tóxicas y 18 con potencial nocivo, así como teratologías en especies como *Tripes hircus*.

ABSTRACT

Dinoflagellates are primary producers and consumers, which have the largest number of toxin-producing species with harmful potential, causing Harmful Algal Blooms (HAB) due to their accelerated reproduction when environmental conditions are not favorable. In the Terminos lagoon, the study of dinoflagellates is scarce, so in this work the presence and abundance of dinoflagellates were determined, as well as the description of the environmental conditions under which they are found for 8 stations of the dry climatic seasons. - rains in 2017 and rains in 2018 in the marine influence area of the lagoon; The identification of the organisms was carried out through light microscopy, epifluorescence and SEM with net samples. The 2017 dry season showed the greatest abundance and diversity of species; dinoflagellates were found to be influenced mainly by salinity, temperature and low nutrient concentrations. A total of 119 species of dinoflagellates were recorded, of which 72 were new records for the lagoon, 16 for the Gulf of Mexico and 2 for Mexico; Within the records for Mexico, the presence of a probable new species of the *Kolkwitzziella* genus stands out. And the first record of the species *Dinophysis siankanensis* for the Gulf of Mexico. In this study the abundance of heterotrophic species was greater; In addition, 17 toxic species and 18 with harmful potential were recorded, as well as teratologies in species such as *Tripos hircus*.

INTRODUCCIÓN

Los dinoflagelados están clasificados en el reino Protista (Fensome *et al.* 1993), dentro de la división Dinoflagellata; actualmente se sabe que pertenecen al supergrupo SAR, Alveolata, que constituye un grupo monofilético de organismos unicelulares, muy diversos y morfológicamente disimiles, cuya característica unificadora es la presencia de alveolos corticales (Adl *et al.* 2019); dicho grupo está conformado por: ciliados, apicomplejos y dinoflagelados (Riding *et al.*, 2023). Los alveolos corticales son una capa continua de vesículas aplanadas (compuestas por un material similar a la celulosa) debajo de la membrana plasmática que se llaman alvéolos (Hoppenrath, 2017). Son organismos unicelulares y algunos forman colonias o pseudo – colonias, considerados como el segundo grupo más abundante y diverso de microalgas fitoplanctónicas después de las diatomeas, tanto de aguas continentales como marinas (Parra-Toriz *et al.*, 2011). Actualmente se reconocen 550 géneros, con aproximadamente 6,000 especies descritas (Riding *et al.*, 2023). Presentan una gran diversidad morfológica y funcional, llegan a medir entre 5 μm a 2 mm (Gómez *et al.*, 2011), dependiendo de la etapa en su ciclo de vida o sus adaptaciones al medio ambiente pueden sufrir variaciones en su tamaño o forma (suelen ser sensibles a los cambios del medio ambiente como temperatura y salinidad, originándose formas teratológicas).

Aproximadamente, el 50% de las especies de dinoflagelados son autótrofos, y el resto se dividen en: heterótrofos, mixótrofos, parásitos o simbioses; los dinoflagelados autótrofos poseen clorofilas a y c, β -caroteno y las xantofilas: peridina, dinoxantina y diadinoxantina. Su principal sustancia de reserva es el almidón, aunque también almacenan esteroides como dinosterol y anfisterol (Garduño *et al.*, 2009). Los dinoflagelados heterótrofos capturan sus presas a través de tricocistos, (Garduño *et al.*, 2009), algunos como las zooxantelas forman simbiosis con protistas e invertebrados marinos, como es el caso del género *Symbiodinium* Gert Hansen & Daugbjerg que son fundamentales para la formación de arrecifes de coral (Gómez *et al.*, 2011). Cuando las condiciones de luz y nutrientes no son favorables para la fotosíntesis llevan a cabo la fagotrofia, misma que les ha dado una ventaja adaptativa por sobre otros organismos del fitoplancton (Riding *et al.*, 2023).

A lo largo de su trayectoria evolutiva, han desarrollado un núcleo inusual que presenta el material genético condensado, llamado dinocarión; En algunos taxa no existe un cingulum deprimido, *Podolampas*, por ejemplo. Las especies con cingulum y sulcus tienen una flagelación dinoconte, el flagelo longitudinal, se encuentra insertado en el sulcus y lo utilizan para la propulsión, mientras que el transversal insertado en el cingulum, es con el que controlan la dirección del desplazamiento (Peña-Manjarrez, 2008). Por otra parte, los organismos con organización desmoconte están constituidos por dos valvas unidas a través de una sutura, no presentan cingulum ni sulcus y los dos flagelos emergen de la parte anterior del organismo (Meave del Castillo y Zamudio – Resendiz, 2014) (fig. 1); cabe destacar que estos dinoflagelados desmocontes, además, presentan una reducción de placas (fig. 1). Las vesículas alveolares (vesículas anfiesmales, que pueden contener placas tecales celulósicas) se encuentran debajo de la membrana celular

(plasmalema o membrana plasmática) y juntas forman el anphiesma (corteza o pared o periplás). Se destaca que, en algunos taxones, una capa fibrosa continua, la dinopelícula, se puede encontrar debajo de los alvéolos, poseen un orgánulo especial, la púsula, que es una vacuola de función aún desconocida, abierta en las bases flagelares (Hoppenrath, 2017).

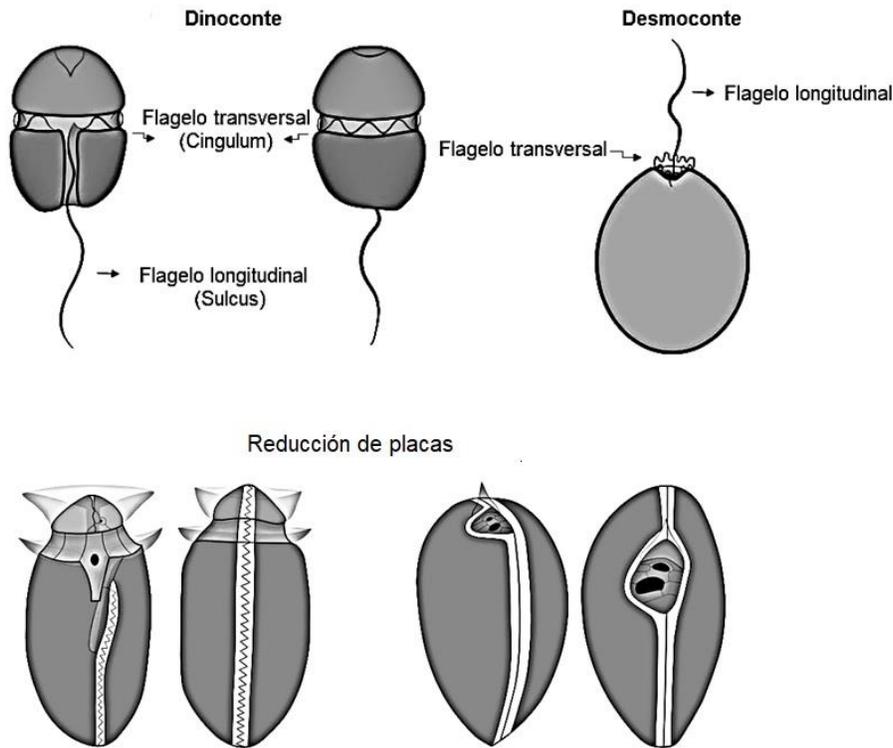


Figura 1. Esquema de tipos de flagelación en los dinoflagelados; reducción de placas en desmocontes, modificado de Hoppenrath, 2017.

Por la presencia o ausencia de placas en su anphiesma se encuentran divididos en dos grandes grupos denominados como: tecados y atecados o desnudos. La estructura celular de los dinoflagelados tecados se basa en dos regiones denominadas epiteca (superior), e hipoteca (inferior), separadas por el cingulum, y en la región ventral de la hipoteca se encuentra el sulcus. Cabe destacar que muchas especies tecados presentan tanto en la epiteca e hipoteca (fig. 2) prolongaciones denominadas cuernos o espinas (Peña-Manjarrez, 2008). La clasificación de estos organismos se fundamenta en el número, forma y posición de las placas de acuerdo con el código Kofoidiano, en donde las placas se denominan numeran en niveles con diferentes claves para reconocerlas: en la epiteca se localizan las placas apicales (') , las precingulares (''); mientras que en la hipoteca se localizan las tecas postcingulares ('''') y las antapicales (''''). En el cingulum las placas se denominan (c) y en el sulcus como (S), respectivamente; en algunas especies de dinoflagelados tecados existe un complejo del poro apical en la punta de la célula, se puede localizar en una placa denominada (Po), el cual puede presentarse de forma circular, de coma o de una o dos rendijas, así mismo pueden

tener una placa pequeña que se localiza hacia la región ventral (X) o placa del canal (Meave del Castillo y Zamudio – Resendiz, 2014).

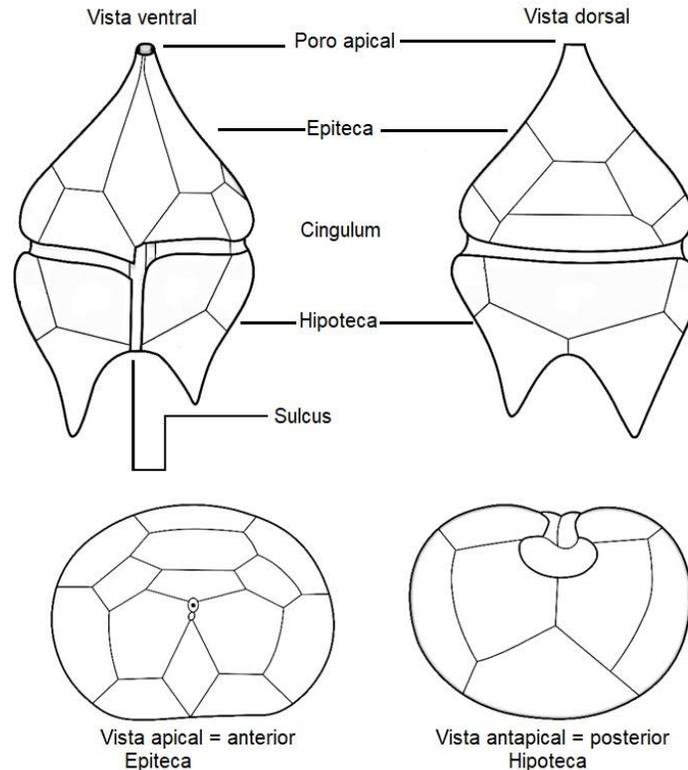


Figura 2. Esquema de dinoflagelados tecados, modificado de Hoppenrath, 2017.

Los dinoflagelados atecados presentan en general una pared frágil y placas muy finas (con poca celulosa), las diferentes especies se distinguen por caracteres morfológicos, tales como el tamaño y forma general, posición y desplazamiento del cingulum y del sulcus (fig. 3), así como la presencia o ausencia de cloroplastos y pirenoides, forma y posición del núcleo, forma del surco apical (si está presente) y posibles estructuras en la superficie, tales como estrías longitudinales (Maciel-Baltazar y Hernández-Becerril, 2013a). Los dinoflagelados se reproducen de manera asexual por medio división celular, el cual es el proceso más común para la reproducción de estos organismos, se puede desarrollar por desmoquisis y eleuteroquisis (Garduño et al., 2009). La reproducción sexual la llevan a cabo por medio de meiosis, generando gametos de ambos sexos que al fusionarse dan lugar a un cigoto diploide ($2n$) o planocigoto. Este planocigoto es móvil y se puede transformar en un hipnocigoto o quiste de resistencia, que posee sustancias de reserva y con frecuencia presenta una mancha rojiza (Peña-Manjarrez, 2008).

Cerca de 500 especies de dinoflagelados han desarrollado la capacidad de sobrevivir cuando las condiciones en el ambiente son poco favorables para ellos, esto al transformarse de una célula móvil a una inmóvil o en reposo denominada

quiste, cuya forma puede o no ser igual a la especie que le da origen (Delgado del Villar *et al.*, 2021).

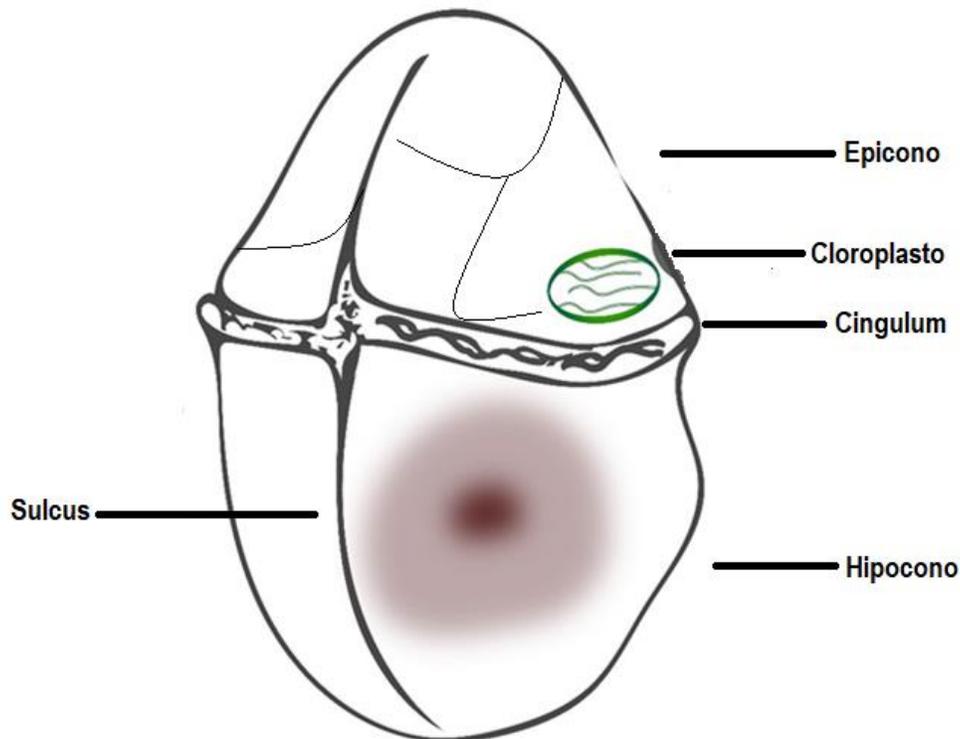


Figura 3. Esquema de dinoflagelados atecados, modificado de Zamudio-Reséndiz *et al.*, 2023.

Los dinoflagelados pueden generar diversos compuestos químicos llamados ficotoxinas, como una ventaja adicional para sobrevivir (Delgado del Villar *et al.*, 2021). La Comisión Oceanográfica Internacional (IOC-UNESCO/HAB) mantiene una lista con 109 especies del fitoplancton productoras de toxinas, de las cuales 81 son dinoflagelados (Maciel-Baltazar, 2014). Las toxinas producidas por estos organismos causan grandes mortalidades en peces, y son acumuladas en organismos filtradores como moluscos (Parra-Toriz *et al.*, 2011), propiciando que dichas toxinas entren en contacto con los humanos a través de la ingesta, inhalación o contacto dérmico, lo cual, en algunas ocasiones, puede llegar a ser mortal. Así mismo, también se ven afectadas actividades como el turismo, acuicultura y pesca (Okolodkov, 2003).

Los síndromes tóxicos más conocidos causados por el fitoplancton son: el IPM o intoxicación paralítica por consumo de mariscos (PSP, por sus siglas en inglés), IDM o intoxicación diarreaica por consumo de mariscos (DSP, por sus siglas en inglés), IAM o intoxicación amnésica por consumo de mariscos (ASP, por sus siglas en inglés) y la INM o intoxicación neurotóxica por consumo de mariscos (NSP, por sus siglas en inglés) (Poot Delgado, 2016). En la actualidad, se ha descubierto que las toxinas generadas por los dinoflagelados tienen ciertas propiedades benéficas, siendo estudiadas principalmente en países como E.U.A., Rusia, Irán, China y Japón (Delgado del Villar *et al.*, 2021) entre los beneficios que tienen las toxinas

están los tratamientos contra el dolor (saxitoxinas), Alzheimer, sida, cáncer, diabetes (ácido okadaico). Las especies nocivas (que no generan toxinas, pero ocasionan problemas de eutrofización en la columna de agua) pueden ser utilizados como suplemento alimenticio para humanos o para organismos acuáticos debido a su rápido crecimiento.

Las proliferaciones algales de dinoflagelados pueden ser o no tóxicas, presentar coloración o no, con varias tonalidades; dependiendo de los pigmentos con los que las microalgas realizan la fotosíntesis, es la coloración que presenta la Proliferación Algal Nociva (FAN). Estos eventos ocurren en forma de “parches” o “manchas” en la superficie de la columna de agua y tiene normalmente pocos metros de grosor y se pueden extender por cientos de kilómetros (Ochoa *et al.*, 2003). Más del 70% de la población humana reside dentro de los primeros 100 km de la zona costera, lo que da como resultado más evidente el enriquecimiento de nutrientes (nitrógeno, fósforo y silicato) y una variedad de micronutrientes (metales traza y vitaminas) diluidos en el medio costero, ocasionando cambios en la producción primaria, clorofila a y la abundancia celular provocando el aumento de los PAN, que producen respuestas como hipoxia y anoxia en la columna de agua (Poot-Delgado, 2016).

Figueroa-Torres *et al.* (1999), mencionan que se ha registrado la presencia de taxones reportadas como potencialmente nocivas pertenecientes a los géneros *Alexandrium* Halim, *Prorocentrum* Ehrenberg, *Dinophysis* Ehrenberg y *Phalacroma* Stein, así como los taxa *Gymnodinium catenatum* H. W. Graham, *Pyrodinium bahamense* L. Plate var. *compressum* y *Karenia brevis* (C. C. Davis) Gert Hansen & Moestrup, esta última relacionada a la muerte de fauna marina en el Sistema Arrecifal Veracruzano (Figueroa-Torres *et al.*, 1999). Hacia la parte sur del Golfo de México se tienen registros de *Triplos furca* (Ehrenberg) F. Gómez en la laguna del Carmen, Tabasco, así como reportes de mortandad de peces. Las proliferaciones algales en el Golfo de México reportan 644 especies de dinoflagelados, en estudios desde 1970 a 2009 (Poot-Delgado, 2016b). En estudios realizados en el banco de Campeche, autores rusos reportan PAN de dinoflagelados planctónicos desde julio de 1965 (Okolodkov, 2003). La Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios del estado de Campeche (COPRISCAM) registró proliferaciones de *Pyrodinium bahamense* en septiembre del 2005, en la Bahía de Campeche y *Karenia brevis* en Frontera, Tabasco y Nuevo Campechito (Poot-Delgado, 2016b).

Dentro de los ecosistemas costeros, tanto en México como en el mundo, se encuentran las lagunas costeras. Estas se ubican entre los ambientes de mayor productividad a nivel mundial, debido a su intercambio y comunicación con diversos ambientes adyacentes (océano, manglares, etc.) los cuales aportan nutrientes, materia orgánica que cambian de manera estacional (Gutiérrez-Mendieta *et al.*, 2006). Así mismo, un gran número de organismos entran a este sistema en diversas etapas de su ciclo de vida con fines de protección, crianza y/o alimentación (Ramos-Miranda *et al.*, 2006).

La laguna de Términos es una de las lagunas costeras más grandes del Golfo de México y esta, ubicada en la zona costera del estado de Campeche (SEMARNAP, 1994). Se caracteriza por la dominancia de fitoflagelados y diatomeas, así como por un componente importante de especies potencialmente nocivas, las más relevantes

por su abundancia ocurren en la temporada de lluvias y nortes, correspondiendo a los grupos de dinoflagelados y cianobacterias (Poot-Delgado, 2016b). Los valores más altos de productividad primaria se presentan al final de la época de secas (junio) y el periodo de lluvias, observando un abatimiento durante la época de nortes (Gallegos-Martínez *et al.*, 2009). En la laguna de Términos se encontró una publicación (Barreiro, 1983,) reportó en la época de lluvias de 1978, que la concentración fitoplanctónica no es homogénea, sino más bien alta en la región oriental y baja en la región occidental (Gallegos-Martínez *et al.*, 2009). Los PAN de cianobacterias han sido recurrentes en Veracruz y los bancos ostrícolas de laguna de Términos, causando un alto grado de bioacumulación de toxinas. La presencia de PAN es un indicador de presión antropogénica, asociado estrechamente con la eutrofización (Poot-Delgado, 2016b). Algunos investigadores opinan que debe haber sustancias de crecimiento que los dinoflagelados necesitan y que tal vez fueron producidas por floraciones anteriores de otros organismos (Lira-Galera *et al.*, 1989).

La composición fitoplanctónicas en laguna de Términos es distinta a la de la zona costera aledaña, ya que comparte sólo el 59.5% de especies, y la flora cambia según la época del año. En la costa de Campeche se encontró que prácticamente todos los años ocurren registros exclusivos, pero a la vez continuados que permiten conocer la riqueza florística de la región. Durante 1973-81, se registró la presencia del dinoflagelado tóxico *Gymnodinium breve* C.C. Davis, que actualmente se conoce como *K. brevis*. Moreno (1997), registró la diatomea tóxica (*Pseudonitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle), por lo que está latente el riesgo de la producción de PAN en la región, al presentarse condiciones que permiten el desarrollo de tales especies (Gallegos-Martínez *et al.*, 2009). El dinoflagelado nocivo *Prorocentrum micans* Ehrenberg fue observado en el área de extracción de ostión de la laguna de Términos en mayo del 2010, en las aguas costeras de Champotón en el centro del estado de Campeche, de mayo del 2010 a noviembre del 2011. Poot-Delgado y Rosado-García (2013) reportan la presencia de *Gambierdiscus* Adachi & Fukuyo, *G. catenatum* H. W. Graham, *K. brevis* (C. C. Davis) Gert Hansen & Moestrup, *P. bahamense* L. Plate, *P. mexicanum* Osorio-Tafall, *P. mínimum* (Pavillard) J.Schiller y *P. hoffmannianum* Faust con abundancias del orden de 10^4 células L^{-1} (Poot-Delgado, 2016). Las condiciones ambientales, tales como la temperatura, la salinidad, pH, oligoelementos, contaminantes y otros factores biológicos influyen en la composición y distribución de estas especies (Gallegos-Martínez *et al.*, 2009), cambios en estas condiciones pueden llegar a propiciar la reproducción exponencial del fitoplancton y en especial de los dinoflagelados.

En laguna de Términos se han reportado especies potencialmente tóxicas que al parecer no se han presentado a manera de proliferaciones, sin embargo, considerando el incremento en la eutrofización de la zona costera, se puede suponer que en un futuro cualquier evento que llegue a afectar la estructura de las comunidades y por ende las relaciones de competencia entre las especies, podrá inducir el crecimiento desmesurado de esas especies tóxicas, lo cual causará catástrofes negativas, al afectar las actividades pesqueras de la región (Gallegos-Martínez *et al.*, 2009). Por todo lo anterior, en esta investigación se pretende

identificar los taxa de dinoflagelados presentes en la laguna de Términos, y así como las características ambientales, abundancia y variación espacio – temporal bajo las cuales se presentan en la laguna.

ANTECEDENTES

Uno de los estudios que describieron la presencia de algunos géneros de dinoflagelados conforme a los cambios estacionales de la laguna de Términos fue el de Gómez-Aguirre (1964-1965), que estudió las características fisicoquímicas de laguna, así como su composición planctónica. Encontró que existen cambios estacionales en las características fisicoquímicas de la columna de agua, que no mostraron cambios significativos para la temperatura, mientras que para la salinidad en primavera (secas) es ultrahalina (30 - 39 %), con influencia marina, en verano (lluvias) se incrementa una mayor área polihalina (16-29 %), y en el invierno (nortes) es polihalina con escasa influencia marina en las dos bocas y un gradiente muy marcado en la región suroeste. El oxígeno disuelto fue más alto en la temporada de invierno (nortes) y estos valores se observaron en las áreas de vegetación sumergida. La transparencia fue moderada al compararla con otros sistemas estuarinos del Golfo de México. Los registros de clorofila a en primavera (secas) fueron de 0.16 a 1.35 mg/m³ y en verano se observaron incrementos a 1.80 mg/m³; destacando que en invierno (nortes) no se pudo realizar el muestreo. La biomasa fitoplanctónica fue alta en la temporada de primavera (secas) para las bocas de comunicación y para zooplancton (excepto macroplancton) en donde se encontró mayor para el invierno (nortes) en la región noreste de la laguna. Para el fitoplancton se encontraron 34 géneros de diatomeas, 4 de dinoflagelados, 3 clorofitas, 2 cianobacterias, 2 rodofitas, silicoflagelados y coccolitofóridos. También menciona que para el verano (lluvias) las diatomeas centrales son más abundantes que los dinoflagelados y que para el invierno (nortes) las diatomeas pennales son más abundantes y los dinoflagelados disminuyeron. Los dinoflagelados que se encontraron en la laguna fueron identificados hasta el nivel taxonómico de género y fueron *Ceratium* Schrank, *Prorocentrum* Ehrenberg, *Peridinium* Ehrenberg, y *Pyrophacus* Stein.

Licea y Santoyo (1991) estudiaron las características ecológicas del fitoplancton para la Bahía de Campeche en donde taxonómicamente identificaron a 31 dinoflagelados, siendo *Gymnodinium* Stein, *Glenodinium* Ehrenberg, *Gyrodinium* Kofoid & Swezy y *Amphidinium* Claperède & Lachmann los más abundantes, en la bahía los valores de productividad estuvieron dominados por los dinoflagelados, ya que los nutrientes orgánicos fueron bajos, principalmente los fosfatos cuya baja concentración pudo ser una limitante para el crecimiento del fitoplancton.

Diversos estudios, han destacado que la riqueza de dinoflagelados es muy notoria, Muciño-Márquez *et al.*, (2014), evaluaron la composición y la abundancia de la comunidad fitoplanctónica de los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del Este en época de nortes, relacionándolos con los factores fisicoquímicos y químicos, y encontraron que Palizada Este presentó la mayor diversidad de especies, con 348 taxa. También, encontraron que, la salinidad es el factor

ambiental que está relacionado con la composición y abundancia fitoplanctónica de la zona. Identificaron especies de dinoflagelados como *Prorocentrum mínimum* (Pavillard) J. Schiller, presente en la Bahía de Campeche y en la Laguna de Términos, así mismo también encontraron 16 quistes eclosionados que podrían pertenecer a géneros como *Alexandrium*, *Gonyaulax* Diesing, *Peridinium*, *Scropsiella* Balech o *Protoberidinium* Bergh.

El estudio de los dinoflagelados es cada vez más relevante por la importancia ecológica y social que representan, Poot-Delgado *et al.* (2015b), definieron la composición fitoplanctónica haciendo énfasis en las especies nocivas en los bancos ostrícolas de la laguna de Términos, durante 2012 -2013, midiendo las características fisicoquímicas del agua, encontrando cambios estacionales en la salinidad y la temperatura, así mismo encontraron que los nanoflagelados y las diatomeas dominaron en el medio. Para la temporada de secas los valores mínimos de las células fueron de 103 células L⁻¹ y durante la temporada de lluvias se presentaron los valores más altos de 106 células L⁻¹. Encontraron también dinoflagelados nocivos como: *Akashiwo sanguinea* (K. Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup, *Karenia* cf. *mikimotoi* (Miyake & Kominami ex Oda) Gert Hansen & Moestrup, *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense*, *Prorocentrum mexicanum* Osorio-Tafall y *P. mínimum* (Pavillard) J. Schiller. Dieron a conocer también que los géneros *Alexandrium* y *Pseudo-nitzschia* Peragallo estuvieron presentes, pero no fueron identificados a nivel de especie. Concluyeron entonces, que la presencia de ciertas especies de fitoplancton se debe a cambios en cada temporada climática y las características que presenta la columna de agua.

Aunado a la importancia de estudios de dinoflagelados para la Laguna de Términos, Poot-Delgado *et al.* (2015a), realizaron otro estudio anual sobre las especies de fitoplancton potencialmente nocivas en el muelle la Puntilla que se encuentra continuo a la laguna de Términos, encontrando diferencias estacionales para la salinidad y la temperatura. También midieron la abundancia e identificaron a la comunidad fitoplanctónica potencialmente nociva, en la que *Peridinium quinquecorne* (F.Stein) Gert Hansen se encontró durante la temporada de lluvias (1.5x10⁶ céls L⁻¹) y *Prorocentrum mínimum* (Pavillard) J. Schiller se encontró en la temporada de nortes (2.3x10⁶ céls L⁻¹) indicando que en las temporadas de lluvias y nortes es cuando se identificó una mayor abundancia de estos dinoflagelados formadores de FAN.

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocó en identificar a los dinoflagelados presentes en la laguna de Términos, determinando las condiciones ambientales bajo las cuales se presenten en el sistema. Se pretende realizar una lista de las especies con potencial tóxico y nocivo que permita con el tiempo establecer el riesgo bajo el cual se encuentra la zona, así como los posibles daños económicos que se pueden presentar por la posible aparición de FAN, ya que estos eventos tienen un efecto directo sobre la actividad pesquera, principalmente de mariscos, además del riesgo de salud que representa para la población.

Sumado a la importancia de los dinoflagelados en los ambientes acuáticos, este estudio se justifica ya que existen pocos trabajos enfocados a la taxonomía y ecología de los diferentes taxa para la laguna de Términos.

Es por lo tanto indispensable la generación de información nueva que permita conocer mejor la presencia de dichas especies, generando información básica sobre los dinoflagelados en diversas regiones del sistema, hábitats y diferentes épocas del año.

HIPÓTESIS

La laguna de Términos presenta tres temporadas climáticas (secas, lluvias y nortes) con diferentes parámetros ambientales, por lo que la diversidad y abundancia de los taxa de dinoflagelados será diferente en cada una.

HIPÓTESIS 1

Los dinoflagelados suelen presentarse con mayor frecuencia en zonas con condiciones fisicoquímicas como salinidad y temperatura altas, y cuando los nutrientes tienden a variar, por lo que se espera que la mayor diversidad y abundancia de los taxa de dinoflagelados sea mayor en las zonas con salinidades y temperaturas altas.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo es la diversidad, abundancia, frecuencia y variación espacio - temporal de los diferentes taxa de dinoflagelados en la zona de influencia marina de la laguna de Términos?

OBJETIVO GENERAL

Identificar los principales taxones de dinoflagelados, así como su variación espacio-temporal y las condiciones ambientales bajo las cuales se presentan en la Laguna de Términos.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ❖ Determinar la composición taxonómica de los dinoflagelados presentes en la laguna.
- ❖ Estimar la frecuencia y abundancia relativa de las distintas especies de dinoflagelados para conocer los taxa dominantes, comunes y esporádicos.
- ❖ Analizar la variación espacio-temporal de los dinoflagelados presentes en la laguna para las temporadas secas y lluvias 2017 / nortes 2018.
- ❖ Describir las condiciones fisicoquímicas en las que se presentan los diferentes taxa de dinoflagelados.
- ❖ Analizar cuáles especies son potencialmente nocivas o tóxicas para la laguna.

ÁREA DE ESTUDIO

La laguna de Términos se localiza en el sur del Golfo de México (Guevara *et al.*, 2007), ubicada en las coordenadas 18°01'54" y 19°13'30" de latitud N y 92°32'33" y 90°59'15" de latitud W, en la zona costera del estado de Campeche, entre el río San Pedro y San Pablo al occidente y el área de drenaje del Estero de Sabancuy en el oriente; se comunica con la Sonda de Campeche mediante las bocas del Carmen (oeste) y Puerto Real (este) (Guevara *et al.*, 2007). Cuenta con un área aproximada de 2,500 km² (Pérez-Ceballos *et al.*, 2018) y una profundidad promedio de 3.5 m con excepción de la boca de Puerto Real de (10 m) y boca del Carmen de (7 m) (Abascal-Monroy, 2014).

Por su importancia natural, económica y social fue declarada Área de Protección de Flora y Fauna en el año 1994, y se encuentra localizada entre los municipios Carmen, Palizada y Champotón (INE-SEMARNAT, 1997) (fig. 4).

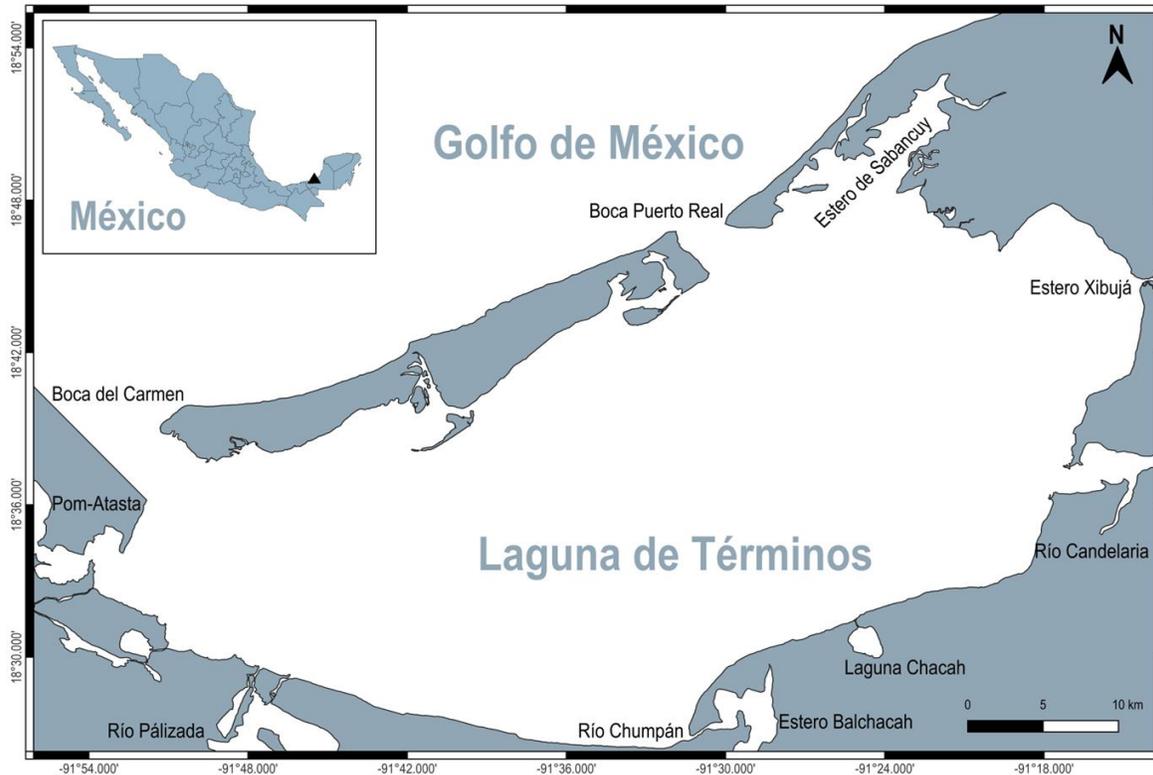


Figura 4. Mapa de laguna de Términos, Campeche, México.

En la región de la laguna de Términos desemboca una porción de la principal red hidrológica de la zona costera mexicana del Golfo de México, la cual está constituida por los ríos Mezcalapa, Grijalva y Usumacinta, mismos que han desarrollado un amplio complejo fluvio-lagunar-estuarino (Ayala-Pérez, 2010). Este complejo incluye los ríos Pálizada, Chumpán, Mamantel y Candelaria, a las lagunas litorales Pom-Atasta, Puerto Rico, San Carlos y Del Corte, Del Este-San Francisco-El Vapor, Balchacah y Candelaria-Panlau (González, 1974; Ayala-Pérez *et al.*, 1993a).

La circulación de la laguna está influenciada por los vientos alisios del este (Fuentes-Yaco *et al.*, 2001). El clima de la región es húmedo tropical con precipitaciones anuales que van desde 1,100-2,000 mm (Pérez-Ceballos *et al.*, 2018). Varias investigaciones sugieren tres periodos climáticos en la laguna de Términos, en relación con las variaciones en las precipitaciones, descarga de los ríos, frecuencia de los vientos y temperatura ambiente (Guevara *et al.*, 2007), la temporada de “secas” ocurre de febrero a mayo, la temporada de “lluvias” de junio a septiembre y la temporada de “nortes”, que se caracteriza por tormentas generadas por los frentes fríos provenientes del norte, de octubre a febrero; descritas por Yañez-Arancibia y Day (1982) (en Abascal-Monroy, 2014).

La Laguna de Términos representa un gran interés para México debido a su gran biodiversidad y a las actividades económicas que se realizan en esta zona. Entre estas actividades las más importantes son la pesca y la extracción de petróleo (representa el 75% de la producción nacional de petróleo) (Abascal-Monroy, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta investigación, se realizó un muestreo en la laguna para el año 2017 (abril - secas y septiembre - lluvias) y 2018 (enero - nortes), contando con ocho estaciones que abarcan la zona de influencia marina de la laguna (fig. 5). En cada estación se midieron las condiciones fisicoquímicas del agua y se tomaron muestras de 250-500 ml, para identificar y cuantificar la abundancia de los dinoflagelados presentes en la laguna, de interés para este estudio. Todos estos análisis se llevarán a cabo en el laboratorio de Ecosistemas Costeros y el laboratorio de Fitoplancton Marino y Salobre de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I).

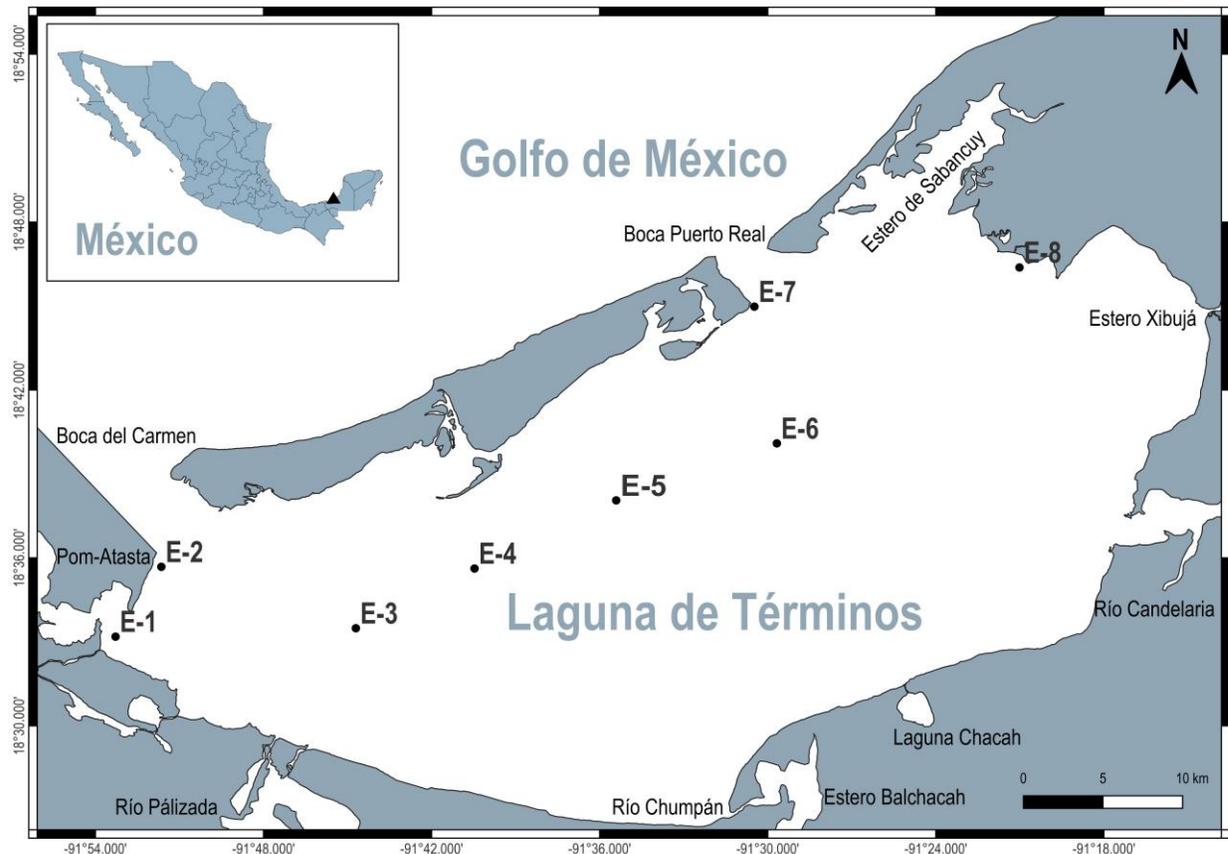


Figura 5. Mapa de la laguna de Términos en donde se muestra la ubicación de las estaciones de muestreo.

Trabajo de campo.

Caracterización fisicoquímica.

En cada estación se midieron la profundidad (Sond Hondex), transparencia (Disco de Secchi), temperatura (termómetro de mercurio), salinidad (Salinómetro American Optical) y oxígeno disuelto (método de Winkler). Para el análisis de los nutrientes, se colectaron muestras de 1L mediante una botella Van Dorn con una capacidad de

1.5 L, el agua se almacenó en botellas de plástico debidamente etiquetadas y se mantuvieron a 4°C; en el laboratorio se determinaron las concentraciones de amonio (NH₄); nitratos más nitritos (NO₃+NO₂); ortofosfatos (PO₄) y silicatos (Si (OH)₄); siguiendo las técnicas propuestas por Strickland y Parsons (1972).

Análisis cualitativo.

Para el análisis cualitativo de fitoplancton se tomaron muestras en 8 estaciones (fig. 5). Las muestras se tomaron a partir de arrastres horizontales utilizando una red cónica con abertura de malla de 60 µm y un diámetro de 30 cm en la boca. Las muestras se preservaron utilizando una solución de formaldehído al 4% concentración final y neutralizada con 2% de una solución de saturada de borato de sodio.

A continuación, se describe la metodología que fue empleada en este estudio para identificar las especies de dinoflagelados presentes en la laguna de Términos, así como los análisis estadísticos que se llevaron a cabo para la determinación de abundancia, la variación espacio – temporal y los parámetros fisicoquímicos, así como la revisión bibliográfica para identificar el potencial tóxico de las especies encontradas en la laguna.

Trabajo de laboratorio.

Microscopía de luz.

Se identificaron los taxa de dinoflagelados en las muestras de red, por medio de un microscopio óptico (Zeiss Axioscope) y un microscopio de contraste de fases (LEICA DMLB) en fresco con literatura especializada: Taylor *et al.* (2004), Fensome *et al.* (1993), Balech (1988), Steidinger & Tangen (1997), Elbrächter (1979), Gárate-Lizárraga & Verdugo-Díaz (2007), Hallegraeff (2004), Hansen (1991), Hernández-Becerril *et al.* (2003), Hoek *et al.* (1995), Kofoid & Skogsberg (1928), Meave-del Castillo (2009), Okolodkov & Gárate-Lizárraga (2006), Lassus *et al.* (2016), Cremer *et al.* (2007), Gómez (2012), Muciño-Márquez *et al.* (2014), Al-Yamani & Saburova (2010), Balech (1973), Faust (2006), Gómez (2013), Kofoid (1908), Okolodkov *et al.* (2014), y para validar los nombres de las especies se utilizó la base de datos filológicos AlgaeBase (2023).

Se tomaron fotografías con una cámara Axiocam. Para observar tecas se utilizó azul de tripano y calcofluor-White (para observar las tecas con epifluorescencia). Para la identificación de los dinoflagelados del subgrupo Diplopsaloides, se utilizó la tabla para conteo de tecas de Pinzón-Palma, 2015 (Anexo 1).

Microscopía Electrónica de Barrido.

Para observar mejor las características morfológicas de algunas especies, estas se observaron mediante microscopía electrónica de barrido (MEB): La muestra de red, se lavó en sistema de filtró con membrana hidrófila con una apertura de poro de 0.45 μm en un sistema Swinnex con alcohol puro y agua oxigenada, esto para eliminar la materia orgánica.

Los filtros se secaron y colocaron sobre plata coloidal conductora unida a una tachuela de MEB. Las muestras se recubrieron con oro y se examinaron con un microscopio JEOL JSM-7600 a voltajes de aceleración de 15 Kv.

Análisis estadísticos.

Se determinó la abundancia relativa de dinoflagelados con conteos en preparaciones fijadas de muestras de red de arrastre horizontal, por medio del microscopio óptico. Los porcentajes obtenidos en cada estación por época climática para la laguna, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AR = ni/N (100)$$

En donde:

AR= Abundancia relativa de la especie

ni= Fracción de células de la especie

N= Sumatoria de las abundancias de todas las especies.

Una vez obtenido el porcentaje de abundancia relativa de las especies, se utilizaron las categorías propuestas por Meave-Del Castillo *et al.*, 2012, en donde: <10% = raras, 10 - <30% = escasas, 30 - < 80% = comunes y > 80 % = abundantes para cada temporada.

Para la frecuencia relativa de aparición se utilizó la siguiente fórmula:

$$FA = NVA/NTC (100)$$

En donde:

FA= Frecuencia de aparición de la especie.

NVA= Número de muestras en donde estuvo presente la especie.

NTC= Número total de muestras analizadas (n=28), por temporada.

Se determinó la dominancia de los taxa de dinoflagelados de acuerdo con su abundancia y frecuencia relativas de aparición, llevando a cabo diagramas de Olmstead-Tukey, el cual permite establecer las especies dominantes, frecuentes, ocasionales y raras (Estrada-Loreto, 2008).

*Dominantes: frecuencia y abundancia mayores al promedio de la mediana.

*Frecuentes: frecuencia mayor al promedio de la mediana y abundancia menor.

*Ocasionales: frecuencia menor y abundancia mayor al promedio al promedio de la mediana.

*Raras: frecuencia y abundancia menores al promedio de la mediana.

Para determinar las diferencias significativas entre los parámetros fisicoquímicos de la laguna se realizó un ANOVA, y si los datos no son paramétricos se empleó el método de Kruskal-Wallis; todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico PAST 2021.

Para analizar que parámetros ambientales pueden estar relacionadas con la presencia de dinoflagelados se elaboró un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), en donde se espera que la estructura de las especies este explicada por la variación espacio - temporal de los parámetros ambientales (López-Mejía, 2022).

RESULTADOS

A partir de las observaciones morfológicas, se identificaron 119 especies de dinoflagelados, 72 nuevos registros para la laguna, 16 para el Golfo de México y 2 México (tabla 1) para las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Tabla 1. Lista taxonómica de dinoflagelados para la laguna de Términos.

*= Nuevo registro para laguna de Términos

**=Nuevo registro para Golfo de México

***= Nuevo registro para México

Superclase Dinoflagellata Bütschli

Clase Dinophyceae F. E. Fritsch

Orden **Dinophysales** Kofoid 1926

Familia **Dinophysaceae** Bütschli

Género ***Dinophysis*** Ehrenberg

1. **Dinophysis caudata* Kent 1881
2. *Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann 1859
3. ***Dinophysis siankanensis* Almazán & Hernández-Becerril 2002

Familia **Oxyphysaceae** Sournia

Género ***Phalacroma*** Stein

4. *Phalacroma oxytoxoides* (Kofoid) F. Gómez, P. López-García & D. Moreira 2011
5. **Phalacroma equalanti* (E. Balech) Y.B. Okolodkov 2014

Orden **Gonyaulacales** F. J. R. Taylor 198

Familia **Ceratiaceae** Kofoid

Género ***Tripos*** Bory

6. *Tripos hircus* (Schröder) F. Gómez 2021
7. *Tripos fusus* (Ehrenberg) F. Gómez 2013

8. *Tripes furca* (Ehrenberg) F. Gómez 2013
9. **Tripes kofoidii* (Jørgensen) F. Gómez 2013
10. **Tripes trichoceros* (Ehrenberg) F. Gómez 2013
11. **Tripes macroceros* (Ehrenberg) Hallegraeff & Huisman 2020
12. **Tripes massiliense* (Gourret) F. Gómez 2021
13. **Tripes muelleri* (O. F. Müller) Bory 1826
14. **Tripes brevis* (Ostenfeld & Johannes Schmidt) F. Gómez 2021
15. **Tripes lineatus* (Ehrenberg) F. Gómez 2021

Familia **Gonyaulacaceae** Er. Lindemann

Género **Gonyaulax** Diesing

16. *Gonyaulax spinifera* (Claparède & Lachmann) Diesing 1866
17. *Gonyaulax turbynei* Murray & Whitting 1899
18. **Gonyaulax scrippsae* Kofoid 1911
19. *Gonyaulax digitale* (Pouchet) Kofoid 1911
20. *Gonyaulax polygramma* F. Stein 1883

Familia **Pyrocystaceae** (Schütt) Lemmermann

Subfamilia **Ostreopsidoideae** Gottschling, Tillmann & Elbrächter

Género **Alexandrium** Halim

21. **Alexandrium minutum* Halim 1960
22. **Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech 1995
23. **Alexandrium monilatum* (J. F. Howell) Balech 1995
24. **Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech 1985
25. **Alexandrium cf. balechii* (Steidinger) Balech 1995

Subfamilia **Pyrodinioideae** Fensome, F.J. R. Taylor, G. Norris, Sarjeant, Wharton & G.L. William

Género **Pyrodinium** L. Plate

26. *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense* L. Plate 1906

Subfamilia **Pyrophacoideae** Gottschling, Tillmann & Elbrächter

Género **Pyrophacus** F. Stein

27. **Pyrophacus horologium* F. Stein 1883
28. **Pyrophacus steinii* (Schiller) Wall & Dale 1971

Familia **Lingulodiniaceae** W.A. Sarjeant & C. Downie

Género **Lingulodinium** D. Wall

29. **Lingulodinium polyedra* (F. Stein) J.D. Dodge 1989

Género **Sourniaea** H. Gu, K.N. Mertens, Zhun Li & H.H. Shin

30. *cf. *Sourniaea diacantha* (Meunier) H. Gu., K.N. Mertens, Zhun Li & H.H. Shin 2020

Familia **Protoceratiaceae** Lindemann

Género **Protoceratium** R.S.Bergh

31. **Protoceratium reticulatum* (Claparède & Lachmann) Bütschli 1885

Género **Pentaplacodinium** K.N.Mertens, M.C.Carbonell-Moore, V.Pospelova & M.J.Head

32. **Pentaplacodinium* sp. K.N. Mertens, M.C. Carbonell-Moore, V. Pospelova & M.J. Head 2017

Orden **Prorocentrales** Lemmermann 1910

Familia **Prorocentraceae** F. Stein

Género **Prorocentrum** Ehrenberg

33. *Prorocentrum koreanum* M.S. Han, S.Y. Cho & P. Wang 2016
34. *Prorocentrum micans* Ehrenberg 1834
35. *Prorocentrum mexicanum* Osorio-Tafall 1942
36. *Prorocentrum gracile* F. Schütt 1895
37. **Prorocentrum compressum* (Bailey) T.H. Abé ex J.D. Dodge 1975
38. *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) F. Stein 1878
39. *Prorocentrum rhathymum* A.R. Loeblich III, Sherley & R.J. Schmidt 1979
40. *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) J.D. Dodge 1976

Orden **Peridiniales** Macalister 1876

Familia **Ensiculiferaceae** Zhun Li, Gottschling, K.N.Mertens, H.Gu & H.H.Shin

Género **Ensiculifera** Balech

41. **Ensiculifera mexicana* Balech 1967

Género **Matsuokaea** Zhun Li, K.N.Mertens, H.Gu & H.H.Shin

42. ***Matsuokaea* cf. *loeblichii* (E.I.R. Cox & H.J. Arnott) Zhun Li, K.N. Mertens, H. Gu & H.H. Shin 2020

Género **Pentapharsodinium** Indelicato & A.R.Loeblich

43. **cf. *Pentapharsodinium* sp. Indelicato & A.R. Loeblich 1986

Familia **Heterocapsaceae** R. A. Fensome, F. J. R. Taylor, G. Norris, W. A. S. Sarjeant, D. I. Wharton, & G. L. Williams

Género **Heterocapsa** F.Stein

44. *Heterocapsa* spp. F.Stein, 1883, nom. et typ. Cons
45. **Heterocapsa* cf. *rotundata* (Lohmann) Gert Hansen 1995

Familia **Oxytoxaceae**

Género **Oxytoxum**

46. *Oxytoxum laticeps* J. Schiller 1937

Familia **Peridiniaceae** Ehrenberg
Género **Peridinium** Ehrenberg

47. *Peridinium quadridentatum* (F.Stein) Gert Hansen, 1995

Familia **Podolampadaceae** Lindemann
Género **Podolampas** F.Stein

48. **Podolampas palmipes* Stein 1883

Familia **Protoperidiniaceae** Balech
Género **Boreadinium** J.D.Dodge & H.B.Hermes

49. **cf. *Boreadinium breve* (T.H. Abé) Sournia 1984

Género **Diplopelta** F. Stein ex Jørgensen

50. **Diplopelta asymmetrica* (Mangin) M. Lebour ex Balech 1988

51. **Diplopelta parva* (T.H.Abé) K.Matsuoka 1988

52. ***Diplopelta* cf. *steinii* (T.H.Abé) Balech 1979

53. ***Diplopelta* cf. *bomba* F. Stein ex Jørgensen 1912

Género **Diplopsalis** R.S.Bergh

54. *Diplopsalis* spp. R. S. Bergh, 1881

55. *Diplopsalis lenticula* Bergh 1881

56. ***Diplopsalis sphaerica* Meunier 1910

Género **Diplopsalopsis**

57. ***Diplopsalopsis orbicularis* (Paulsen) Meunier 1910

58. **Diplopsalopsis ovata* (Abé) J. D. Dodge & S. Toriumi 1993

Género **Gotoius** T. H. Abé

59. ***Gotoius abei* K. Matsuoka 1988

Género **Niea** T. Liu, K. N. Mertens & H. Gu

60. ***Niea acanthocysta* (Kawami, Iwataki & Matsuoka) T.Liu, K.N.Mertens & H. Gu 2015

61. ***Niea torta* (T.H.Abé) T.Liu, K.N.Mertens & H.Gu 2015

Género **Oblea** Balech

62. **Oblea rotunda* (Lebour) Balech 1964

Género **Preperidinium** Mangin

63. **Preperidinium meunieri* (Pavillard) Elbrächter 1993

Género **Protoperidinium** Bergh

64. **Protopteridinium abei* (Paulsen) Balech 1974
65. **Protopteridinium* cf. *argentinense* Balech 1979
66. **Protopteridinium* cf. *avellana* (Meunier) Balech 1974
67. *Protopteridinium cassum* (Balech) Balech 1974
68. **Protopteridinium claudicans* (Paulsen) Balech 1974
69. **Protopteridinium subinermis* (Paulsen) A.R.Loeblich III 1969
70. *Protopteridinium conicum* (Gran) Balech 1974
71. *Protopteridinium oviforme* (P.J.L.Dangeard) Balech 1974
72. **Protopteridinium* cf. *pallidum* (Ostenfeld) Balech 1973
73. *Protopteridinium obtusum* (Karsten) Parke & J.D.Dodge 1976
74. **Protopteridinium concinnum* Faust 2006
75. *Protopteridinium oceanicum* (Vanhöffen) Balech 1974
76. *Protopteridinium pentagonum* (Gran) Balech 1974
77. **Protopteridinium* cf. *pellucidum* Bergh 1881
78. **Protopteridinium punctulatum* (Paulsen) Balech 1974
79. *Protopteridinium divergens* (Ehrenberg) Balech 1974
80. **Protopteridinium pyriforme* (Paulsen) Balech 1974
81. ***Protopteridinium parapyriforme* (Hermosilla) Balech 1974
82. **Protopteridinium oblongum* (Aurivillius) Parke & Dodge 1976
83. **Protopteridinium venustum* (Matzenauer) Balech 1974
84. *Protopteridinium hirobis* (T. H. Abé) Balech 1974
85. **Protopteridinium* cf. *solidicorne* (Mangin) Balech 1974
86. *Protopteridinium* cf. *granii* (Ostenfeld) Balech 1974
87. *Protopteridinium divaricatum* (Meunier) Parke & J. D. Dodge 1976
88. **Protopteridinium thorianum* (Paulsen) Balech 1973
89. ** *Protopteridinium* cf. *spirale* (Gaarder) Balech, nom. inval. 1974
90. * *Protopteridinium* cf. *decollatum* (Balech) Balech 1974
91. *Protopteridinium rectum* (Kofoid) Balech 1974
92. *Protopteridinium latissimum* (Kofoid) Balech 1974
93. *Protopteridinium thulesense* (Balech) Balech 1974
94. *Protopteridinium* sp. 1
95. *Protopteridinium* sp. 2
96. *** *Protopteridinium* cf. *elongatum* (Meunier) Balech 1974
97. * *Protopteridinium conicoides* (Paulsen) Balech 1973
98. * *Protopteridinium excentricum* (Paulsen) Balech 1974
99. **Protopteridinium* cf. *nudum* (Meunier) Balech 1974
- 100.**Protopteridinium crassipes* (Kofoid) Balech 1974
- 101.**Protopteridinium quarnerense* (B. Schröder) Balech 1974
- 102.*Protopteridinium leonis* (Pavillard) Balech 1974

Familia **Peridiniopsidaceae** Gottschling, Kretschmann & Zerdoner Casalan
 Género **Parvodinium** Carty

103.**Parvodinium* sp. Carty, 2008

Género **Kolkwitzziella** Er.Lindemann

104.*** ***Kolkwitzziella* sp.**

Orden **Thoracosphaerales** Tangen 1982
 Familia **Thoracosphaeraceae** Kamptner

Género ***Scrippsiella*** Balech

105. *Scrippsiella acuminata* (Ehrenberg) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S. Soehner, Kirsch, Kusber & Gottschling 2015

106.** *Scrippsiella spinifera* G. Honsell & M. Cabrini 1991

Género ***Thoracosphaera*** Kamptner

107.** *Thoracosphaera heimii* (Lohmann) Kamptner 1944

Orden **Gymnodiniales** Apstein 1909

Familia **Kareniaceae** Bergholtz, Daugbjerg, Moestrup & Fernández-Tejedor

Género ***Karlodinium*** J.Larsen

108.* *Karlodinium* sp. J. Larsen, 2000

Género ***Karenia*** Gert Hansen & Moestrup

109. *Karenia* spp. Gert Hansen & Moestrup, 2000

110. *Karenia* cf. *mikimotoi* (Miyake & Kominami ex Oda) Gert Hansen & Moestrup 2000

Familia **Gymnodiniaceae** Lankester

Género ***Akashiwo*** G.Hansen & Moestrup

111. *Akashiwo sanguinea* (K.Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup 2000

Género ***Gymnodinium*** F.Stein

112. *Gymnodinium* spp. F. Stein, 1878

113. *Gymnodinium* cf. *catenatum* H. W. Graham 1943

Familia **Gyrodiniaceae** Moestrup & Calado

Género ***Gyrodinium*** Kofoid & Swezy

114. *Gyrodinium* spp. Kofoid & Swezy, 1921, nom. cons.

115. **Gyrodinium* cf. *spirale* (Bergh) Kofoid & Swezy

Familia **Polykrikaceae** Kofoid & Swezy

Género ***Polykrikos*** Bütschli

116. **Polykrikos* spp. Bütschli, 1873

Familia **Warnowiaceae** Lindemann

Género ***Warnowia*** Lindemann

117. **Warnowia* spp. Lindemann, 1928

118. **Warnowia* cf. *polyphemus* (Pouchet) J. Schiller 1933

Orden **Dinophyceae incertae sedis**

Familia **Dinophyceae incertae sedis**

Los órdenes más abundantes fueron Peridinales (54.3%) y Gonyaulacales (23.3%), mientras que con abundancias más bajas se identificaron a los dinoflagelados de los órdenes Gymnodinales (9.5%), Prorocentrales (6.0%), Dinophysiales (4.3%) y Thoracosphaerales (2.6%), respectivamente (fig. 6).

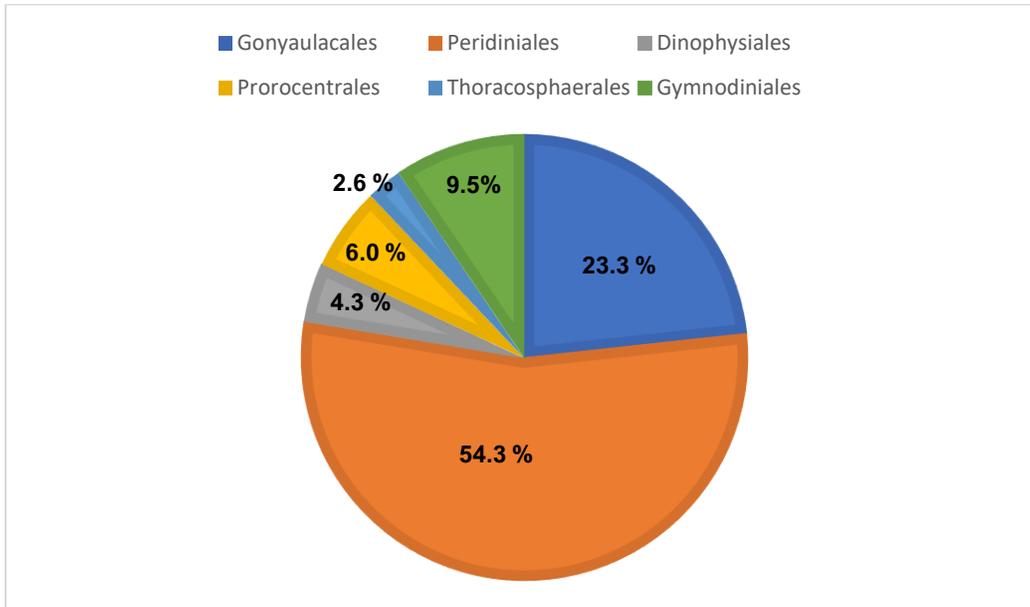


Figura 6. Abundancia Relativa (%) por orden para las tres temporadas climáticas.

En cuanto a los géneros el más abundante y diverso fue *Protopteridinium* (38 especies), subgrupo de Diplopsaloides (15 especies) distribuidas en 8 géneros, *Tripos* (10 especies), *Prorocentrum* (8 especies), *Gonyaulax* (5 especies), *Alexandrium* (5 especies), *Dinophysis* (3 especies), *Scrippsiella* (2 especies), *Phalacroma* (2 especies), *Pyrophacus* (2 especies), *Warnowia*, *Karenia*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium* y *Heterocapsa* (1 especie para cada género) sin embargo, se encontraron varias especies de estos géneros que no pudieron ser identificadas hasta el nivel taxonómico de especie ya que no fue posible ver las placas y escamas como en el caso de *Heterocapsa* spp., mientras que para los dinoflagelados desnudos estos perdieron su forma probablemente por el fijador que se le colocó a las muestras en su colecta (formaldehído). Para los dinoflagelados de los géneros *Sourniaea* H.Gu, K.N.Mertens, Zhun Li & H.H.Shin, *Pyrodinium*, *Lingulodinium* W.A.Sarjeant & C.Downie, *Protoceratium* R.S.Bergh, *Ensiculifera* Balech, *Matsuokaea* Zhun Li, K.N.Mertens, H.Gu & H.H.Shin, *Oxytoxum* Stein, *Podolampas* F.Stein, *Peridinium*, *Preperidinium* Mangin, *Thoracosphaera* Kamptner y *Akashiwo* solo se identificó 1 especie para cada género. Mientras, que *Polykrikos* Bütschli, *Karlodinium* J.Larsen, *Pentaplicodinium* K.N.Mertens, M.C.Carbonell-Moore, V.Pospelova & M.J.Head, cf. *Pentapharsodinium* Indelicato & A.R.Loeblich,

cf. *Parvodinium* Carty y *Qia* . Liu, K. N. Mertens & H. Gu solo se pudieron identificar a nivel de género (fig. 7).

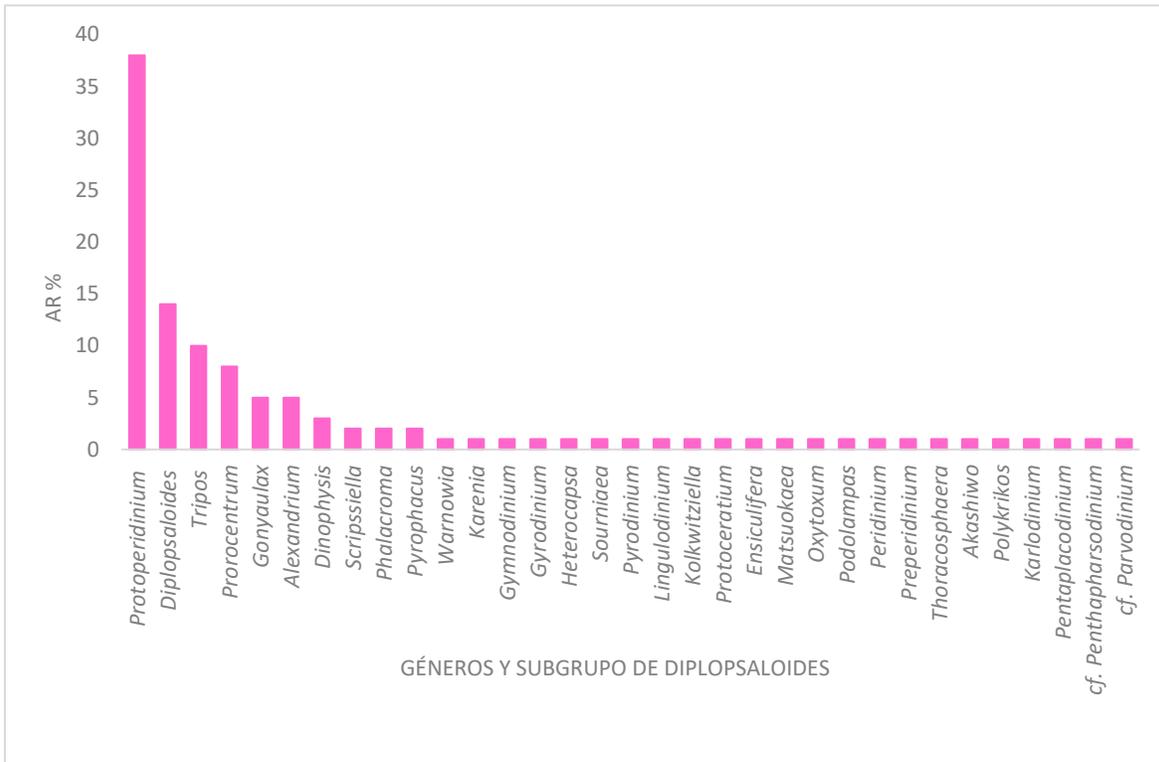


Figura 7. Abundancia Relativa (%) por géneros y subgrupo de Diplopsaloides para las tres temporadas climáticas.

Descripciones de los taxa de dinoflagelados encontrados en laguna de Términos.

LT= Laguna de Términos.
GM =Golfo de México.

Orden **Gonyaulacales** F. J. R. Taylor 198
Familia **Ceratiaceae** Kofoid
Género **Tripes** Bory

Tripes hircus (Schröder) F. Gómez 2021
Fig. A 1-3. Anexo II

Registros: Muciño-Márquez et al. 2014, Suárez-Caabro & Gómez-Aguirre 1965.

Basionimo: *Ceratium hircus* Schröder 1909

Sinónimos: *Ceratium furca* var. *hircus* (Schröder) Margalef ex Sournia 1973;
Neoceratium hircus (Schröder) F. Gómez, D. Moreira & P. López-García 2010; *Tripes furca* var. *hircus* (Schröder) F. Gómez 2013.

Localidad tipo: Haití.

Células solitarias o en cadena, grandes y robustas (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Epiteca cónica, hipoteca con cuernos antapicales iguales, paralelos. Cingulum bien marcado. Se presentaron algunas células teratológicas. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 34.3 µm de ancho y 182.05 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

***Tripos fusus* (Ehrenberg) F. Gómez 2013**

Fig. A 4-5. Anexo II

Registros: Poot-Delgado 2016.

Basónimo: *Peridinium fusus* Ehrenberg 1834

Sinónimos: *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin 1841; *Ceratophorus fusus* (Ehrenberg) Diesing 1850; *Amphiceratium fusus* (Ehrenberg) Vanhöffen 1896; *Triceratium fusus* (Ehrenberg) S.T. Moses 1929; *Neoceratium fusus* (Ehrenberg) F. Gómez, D. Moreira & P. López-García 2010.

Localidad tipo: Alemania.

Células solitarias, largas y delgadas, tamaño grande. Epiteca con cuerno apical largo, en ocasiones se presenta curvado o recto. Hipoteca con 2 cuernos antapicales, el derecho es muy corto y cuerno izquierdo muy largo (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Cingulum no escavado. Se presentaron algunas especies teratológicas. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 20.75 µm de ancho y 335.05 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

***Tripos furca* (Ehrenberg) F. Gómez 2013**

Fig. A 6. Anexo II

Registros: Poot-Delgado 2016.

Basónimo: *Peridinium furca* Ehrenberg 1834

Sinónimos: *Ceratophorus furca* (Ehrenberg) Diesing 1850; *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann 1859; *Biceratium furca* (Ehrenberg) Vanhoeffen 1897; *Neoceratium furca* (Ehrenberg) F. Gómez, D. Moreira & P. López-García 2010.

Localidad tipo: Alemania.

Células solitarias o en cadena, robustas, tamaño grande. Epiteca trapezoidal y asimétrica (Aké-Castillo *et al.*, 2019), hipoteca con cuernos antapicales desiguales, el izquierdo más largo que el derecho. Cingulum bien marcado. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 31.12 µm de ancho y 180.81 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias-2017 / nortes 2018).

Triplos kofoidii (Jørgensen) F. Gómez 2013
Fig. A 7-8. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Ceratium kofoidii* Jørgensen 1911

Sinónimo: *Neoceratium kofoidii* (Jørgensen) F. Gómez, D. Moreira & López-García 2010.

Localidad tipo: Atlántico: Azores; Mediterráneo: Mónaco; w. de Sudáfrica; Océano Índico; Golfo de Siam; Océano Pacífico: Japón; costa oeste de América.

Células de tamaño pequeño, Epiteca con cuerno apical largo, hipoteca con cuernos antapicales cortos, de distinto tamaño, rectos (Aké-Castillo *et al.*, 2019), el izquierdo más largo que el derecho. Cingulum bien marcado. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 18.72 µm de ancho y 118.57 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias-2017 / nortes 2018).

Triplos trichoceros (Ehrenberg) F. Gómez 2013
Fig. B 9. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium trichoceros* Ehrenberg 1860

Sinónimos: *Ceratium trichoceros* (Ehrenberg) Kent 1881; *Neoceratium trichoceros* (Ehrenberg) F. Gómez, D. Moreira & P. López-García 2010.

Localidad tipo: Trieste, Italia.

Células de tamaño mediano, solitarias. Epiteca con cuerno apical muy largo, frágil. Hipoteca con dos cuernos antapicales iguales y largos, suelen estar curvados y paralelos al poro apical (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Cingulum bien marcado. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 38.4 µm de ancho y 296.02 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas 2017 / nortes 2018).

Triplos macroceros (Ehrenberg) Hallegraeff & Huisman 2020
Fig. B 10. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium macroceros* Ehrenberg 1841

Sinónimos: *Ceratophorus macroceros* (Ehrenberg) Diesing 1850; *Ceratium triplos* var. *macroceros* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann 1859; *Peridinium triplos* var. *macroceros* (Ehrenberg) Diesing 1866; *Ceratium macroceros* (Ehrenberg) Vanhöffen 1897; *Neoceratium macroceros* (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010; *Triplos muelleri* var. *macroceros* (Ehrenberg) F. Gómez 2013.

Localidad tipo: Mar Báltico.

Células grandes. Epiteca de forma triangular con cuerno apical muy largo y recto. Hipoteca con dos cuernos antapicales curvados y paralelos al cuerno apical, el cuerno derecho es casi recto, mientras que, el cuerdo izquierdo esta más separado del cuerno apical. Llega a presentar espinas sobre el margen posterior (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Cingulum bien marcado. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 20.1 μm de ancho y 190.4 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

***Tripes massiliensis* (Gourret) F. Gómez 2021**
Fig 11. B. Anexo II

Registros: Licea & Santoyo 1991; Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Ceratium tripes* var. *massiliense* Gourret 1883

Sinónimos: *Ceratium tripes* f. *massiliense* (Gourret) Schröder 1900; *Ceratium massiliense* (Gourret) Karsten 1906; *Euceratium massiliense* (Gourret) S.T. Moses 1929; *Ceratium carriense* var. *massiliense* (Gourret) Huisman 1989; *Neoceratium massiliense* (Gourret) F.Gómez, D. Moreira & P. López-García 2010.

Localidad tipo: Francia: Golfo de Marsella.

Células grandes, solitarias o en cadena. Epiteca pequeña, triangular con cuerno apical muy largo y angosto y recto. Hipoteca de forma trapezoidal, presenta el mismo tamaño que la epiteca, tiene dos cuernos antapicales en distintas direcciones. El cuerno antapical izquierdo es continuo al borde antapical y se curva hacia arriba, el cuerno derecho se proyecta en dirección antapical curvándose, quedando en posición paralela al cuerno apical (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Cingulum bien marcado, recto, forma un Angulo de 90° con el cuerno apical. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 39.6 μm de ancho y 321.6 μm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

***Tripes muelleri* (O. F. Müller) Bory 1826**
Fig. B 12. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Ceratium tripes* (O. F. Müller) Nitzsch, 1817

Sinónimos: *Ceratophorus tripes* (O. F. Müller) Diesing 1850; *Euceratium tripes* S. T. Moses 1929; *Euceratium vultur* S.T. Moses 1929; *Neoceratium tripes* (O. F. Müller) F. Gómez, D. Moreira & P. López-García 2010.

Células solitariaS, tamaño mediano. Epiteca de forma curvada, cuerno apical largo, ancho y de forma recta. Hipoteca, con dos cuernos antapicales cortos y robustos, el izquierdo más grande y ancho, los dos se presentan poco curvados y paralelos al cuerno apical (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Cingulum bien marcado. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 49.46 μm de ancho y 171.28 μm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

Tripus brevis (Ostenfeld & Schmidt) F. Gómez 2021
Fig. B 13. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Ceratium tripus* var. *breve* Ostenfeld & Schmidt 1901

Sinónimos: *Ceratium breve* (Ostenfeld & Schmidt) Schröder 1906; *Euceratium breve* (Ostenfeld & Schmidt) S.T. Moses 1929; *Neoceratium breve* (Ostenfeld & Schmidt) F. Gómez, D. Moreira & P. López-García 2010.

Localidad tipo: Mar Rojo: Golfo de Adén.

Células solitarias o en cadena, tamaño grande. Epiteca de forma triangular, de lados derecho es convexa y larga, mientras que de lado izquierdo es recta. Su cuerno apical suele ser corto, ancho y recto. Hipoteca trapezoidal, con dos cuernos antapicales cortos, robustos, que se curvan hacia el ápice sin ser muy paralelos al cuerno apical, ligeramente desiguales (Aké-Castillo *et al.*, 2019), el cuerno derecho más robusto que el izquierdo. Cingulum bien marcado. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 89.8 µm de ancho y 276.37 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Tripus lineatus (Ehrenberg) F. Gómez 2021
Fig. B 14. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium lineatum* Ehrenberg 1854

Sinónimos: *Ceratium lineatum* (Ehrenberg) Cleve 1899; *Biceratium lineatum* (Ehrenberg) S.T. Moses 1929; *Neoceratium lineatum* (Ehrenberg) F. Gómez, D. Moreira & P. López-García 2010.

Localidad tipo: Océano Atlántico.

Células solitarias, forma alargada y pentagonal. Epiteca de forma pentagonal, cuerno apical largo, delgado y recto. Hipoteca con dos cuernos antapicales desiguales, delgados con terminación en puntas, dirigidos hacia abajo del cuerpo. El cuerno izquierdo es más largo (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Cingulum bien marcado. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 32.32 µm de ancho y 118.57 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

Familia **Gonyaulacaceae** Er. Lindemann
Género **Gonyaulax** Diesing

Gonyaulax spinifera (Claparède & Lachmann) Diesing 1866
Fig. C 15-16. Anexo II

Registros: Licea & Santoyo 1991, Muciño-Márquez *et al.* 2014, Poot-Delgado 2016.

Basiónimo: *Peridinium spiniferum* Claparède & Lachmann 1859

Células solitarias. De tamaño pequeño a mediano. Epiteca con hombros y cuello marcados. Hipoteca con espinas antapicales, cingulum escavado y descendente (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina. Cosmopolita.

Localidad tipo: Mar del Norte, cerca de Glesnaesholm, al oeste de Noruega.

Medidas: 21.35-32.76 µm de ancho y 30.26-52.34 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017/ nortes 2018).

Gonyaulax turbynei Murray & Whitting 1899

Fig. C 17. Anexo II

Registros: Muciño-Márquez *et al.* 2014.

Células solitarias. De tamaño pequeño. Epiteca con hombros bien marcados. Hipoteca sin espinas antapicales, cingulum descendente (Licea *et al.*, 1995). Es una especie marina. Cosmopolita.

Localidad tipo: Mar del Norte, cerca de Glesnaesholm, al oeste de Noruega.

Medidas: 20.35-40 µm de ancho y 26.82-50 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017/ nortes 2018).

Gonyaulax scrippsae Kofoid 1911

Fig. C 18. Anexo II

Registros: Muciño-Márquez *et al.* 2014; Nuevo registro LT.

Sinónimo: *Spiniferites bulloideus* (Deflandre & Cookson) Sargeant.

Localidad tipo: Estados Unidos: California: San Pedro y San Diego.

Células solitarias. De tamaño pequeño. Epiteca redonda con hombros bien marcados. Hipoteca sin espinas antapicales de forma redondeada del mismo tamaño que la epiteca, cingulum descendente y escavado (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 24.67 µm de ancho y 28.97 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas 2017/ nortes 2018).

Gonyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911

Fig. C 19-20. Anexo II

Registros: Muciño-Márquez *et al.* 2014; Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Protoperidinium digitale* C.H.G. Pouchet 1883

Sinónimo: *Spiniferites bentori* (Rossignoi) Wall & Dale 1970.

Localidad tipo: Oeste de Francia: Concarneau (Finisterre).

Células solitarias. De tamaño pequeño, reticulada. Epiteca con hombros bien marcados. Hipoteca de forma redondeada con espinas antapicales gruesas, cingulum descendente y escavado. Sulcus en forma de "S" (Licea *et al.*, 1995). Es una especie marina.

Medidas: 21.16-25.25 µm de ancho y 35.18-47.04 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017/ nortes 2018).

***Gonyaulax polygramma* F. Stein 1883**

Registros: Muciño-Márquez *et al.* 2014.

Sinónimo: *Gonyaulax schettii* Lemmermann 1899.

Localidad tipo: Océano Atlántico; Südsee.

Células solitarias. De tamaño mediano, reticulada. Epiteca con hombros bien marcados, cuerno apical grueso. Hipoteca de forma redondeada con una espina antapical gruesa, presencia de aletas y espinas pequeñas (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Cingulum descendente. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 29.25-46.22 µm de ancho y 46.47-66.51 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Familia **Pyrocystaceae** (Schütt) Lemmermann

Subfamilia **Ostreopsidoideae** Gottschling, Tillmann & Elbrächter

Género ***Alexandrium*** Halim

***Alexandrium minutum* Halim 1960**

Fig. D 21-23. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Sinónimo: *Pyrodinium minutum* (Halim) F.J.R. Taylor 1976 (AlgaeBase, 2023).

Localidad tipo: Mar Mediterráneo: Puerto de Alexandra, Egipto.

Células pequeñas. Epiteca redondeada. Hipoteca de forma redondeada Cingulum descendente, muy escavado. Fórmula tabular: Po, 4', 6", 6c, 5"', 2'''' y 10s (Balech, 1989). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 21.21 µm de ancho y 27.09 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

***Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech 1995**

Fig. D 24-26. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Gonyaulax tamarensis* Lebour 1925

Sinónimos: *Gessnerium tamarensis* (Lebour) Loeblich III & L. Loeblich 1979; *Protogonyaulax tamarensis* (Lebour) F.J.R Taylor 1979.

Localidad tipo: Canal de la Mancha: estuario del río Tamar, cerca de Plymouth, Reino Unido.

Células solitarias o en cadenas cortas. De talla pequeña. Epiteca redondeada, con hombros ligeros y Po con callo bien desarrollado, presencia de poro en la placa 1'. Hipoteca de forma redondeada. Cingulum descendente, muy escavado. Fórmula tabular: Po, 4', 6", 6c, 8s, 5"', 2'''' (Balech, 1995). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 18.72-23.85 µm de ancho y 26.46-27 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Alexandrium monilatum (J. F. Howell) Balech 1995

Fig. D 27-30. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Gonyaulax monilata* J.F. Howell 1953

Sinónimos: *Gessnerium monilatum* (J. F. Howell) A. R. Loeblich III 1970; *Pyrodinium monilatum* (J. F. Howell) F. J. R. Taylor 1976.

Localidad tipo: Océano Atlántico Norte: Indian River, Florida, EE. UU.

Células solitarias o en cadenas. De talla mediana, más ancha que larga. Epiteca con presencia de un poro apical, con hombros ligeros. Placa 1' de forma pentagonal con presencia de poro muy grande al centro. Cingulum descendente. Fórmula tabular: Po, 4', 6", 6c, 10s, 5"', 2'''' (Balech, 1995). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 49.74-55.61 µm de ancho y 30.64-47.97 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Alexandrium catenella (Whedon & Kofoid) Balech 1985

Fig. D 31-33. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Gonyaulax catenella* Whedon & Kofoid 1936

Sinónimos: *Protogonyaulax catenella* (Whedon & Kofoid) Taylor 197; *Gessnerium catenellum* (Whedon & Kofoid) A. R. Loeblich III & L. A. Loeblich 1979.

Localidad tipo: Océano Pacífico NO: San Diego, California, EE. UU.

Células solitarias o en cadenas. De talla mediana, más ancha que larga. Epiteca e hipoteca casi del mismo tamaño, presencia de poros anteriores y posteriores, el poro apical tiene forma de anzuelo característicos de la especie. La placa 1' está en contacto directo con el Po, no presenta poro central en la placa 1'. Cingulum descendente y escavado. Fórmula tabular: Po, 4', 6", 6c, 8s, 5"', 2'''' (Balech, 1995). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 43 µm de ancho y 39.5 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Alexandrium cf. balechii (Steidinger) Balech 1995
Fig. D 34-35. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Gonyaulax balechii* Steidinger 1971

Sinónimos: *Pyrodinium balechii* (Steidinger) F.J.R. Taylor 1976; *Gessnerium balechii* (Steidinger) A.R. Loeblich III & L.A. Loeblich 1979.

Localidad tipo: EE. UU.: Florida: Bahía de Tampa.

Células solitarias, de talla mediana. Epiteca larga en forma cónica, hipoteca más pequeña. Cingulum descendente y muy escavado (Balech, 1995). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 26.1 µm de ancho y 32.4 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Familia **Lingulodiniaceae** W.A.Sarjeant & C.Downie
Género **Lingulodinium** D.Wall

Lingulodinium polyedra (F. Stein) J.D. Dodge 1989
Fig. E 36. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Gonyaulax polyedra* F. Stein 1883

Localidad tipo: Mar Báltico, frente a Alemania.

Células solitarias, de talla mediana, forma poliédrica y reticulada. Epiteca e hipoteca en forma pentagonal. Cingulum descendente y muy escavado. Las placas presentan poros. Fórmula tabular: Po, 3', 3a, 6", 6c, 7s, 6"', 2''''(Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 23.1-34.17 µm de ancho y 36.72-42.86 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Género **Sourniaea** H.Gu, K.N.Mertens, Zhun Li & H.H.Shin

cf. Sourniaea diacantha (Meunier) H. Gu., K.N. Mertens, Zhun Li & H.H. Shin 2020
Fig. E 37. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Amylax diacantha* Meunier 1919

Sinónimo: *Gonyaulax polyedra* F. Stein 1883

Localidad tipo: Bélgica: cerca de Nieuport.

Células solitarias, de talla mediana, forma poliédrica y reticulada. Epiteca e hipoteca en forma pentagonal. Cingulum descendente y muy escavado. Las placas presentan poros. Fórmula tabular: Po, 3', 3a, 6", 6c, 7s, 6"', 2'''' (Zhang *et al.*, 2020). Es una especie marina. Cosmopolita. No sé puede confirmar la especie debido a que faltó reconocer completamente la fórmula tecal en la célula, se llegó a este nivel taxonómico ya que en

forma y tamaño coincide con *S. diacantha*, sin embargo, se sugiere seguir trabajando con la especie para confirmar su presencia en la laguna.

Medidas: 23.1-34.17 μm de ancho y 36.72-42.86 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Familia **Protoceatiaceae** Lindemann

Género **Protoceatium** R.S.Bergh

Protoceatium reticulatum (Claparède & Lachmann) Bütschli 1885

Fig. E 38. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium reticulatum* Claparède & Lachmann 1859

Sinónimos: *Clathrocysta reticulata* (Claparède & Lachmann) Stein 1883; *Peridiniopsis reticulata* (Claparède & Lachmann) Starmach 1974.

Localidad tipo: Noruega: fiordo de Bergen.

Células solitarias, de talla mediana, forma angulosa y reticulada. Placas reticuladas con poro central en cada una. Epiteca más pequeña que la hipoteca con forma angulosa. Cingulum descendente y escavado (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 36.4 μm de ancho y 46.19 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Género **Pentaplacodinium** K.N.Mertens, M.C.Carbonell-Moore, V.Pospelova & M.J.Head

Pentaplacodinium sp. K.N. Mertens, M.C. Carbonell-Moore, V. Pospelova & M.J. Head 2017

Fig. E 39. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; Nuevo registro GM.

Células solitarias, de talla mediana, muy reticulada. Placas reticuladas con poro en cada una. Cingulum descendente y poco escavado (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina. Cosmopolita. No se pudo llegar al nivel taxonómico de especie debido a que no se pudo identificar la fórmula tecal completa, se sugiere seguir trabajando con el organismo para confirmar la especie en la laguna.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Subfamilia **Pyrodinioideae** Fensome, F.J. R. Taylor, G. Norris, Sarjeant, Wharton & G.L. William
Género **Pyrodinium** L.Plate

Pyrodinium bahamense var. bahamense L. Plate 1906

Fig. E 40-44. Anexo II

Registros: Poot-Delgado 2016, Poot-Delgado *et al.* 2015b.

Células solitarias o en cadena, de talla mediana a grande. Epiteca e hipoteca del mismo tamaño, placas con presencia de poros en cada una. Cingulum descendente y escavado. Poro apical elevado y con presencia de una espina (Usup *et al.*, 2012). En la hipoteca se presenta una espina larga con velo.

Medidas: 45.98-49.5 μm de ancho y 51.79-55.75 μm de largo. Largo con espinas 71.78 μm .

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Subfamilia **Pyrophacoideae** Gottschling, Tillmann & Elbrächter
Género **Pyrophacus** F.Stein

Pyrophacus horologium F. Stein 1883
Fig. F 45. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Localidad tipo: Nordsee, Mittelmeer, Südsee; (Index Nominum Algarum).

Células solitarias, forma lenticular en vista ventral y circular en vista apical, tamaño mediano. Se caracteriza por un gran número de placas pre y postcingulares. Por lo general, en las muestras se observan en vista apical o antapical. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 59.95-63.7 μm de diámetro.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Pyrophacus steinii (Schiller) Wall & Dale 1971
Fig. F 46. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basónimo: *Pyrophacus horologium* var. *steinii* J. Schiller 1935

Sinónimos: *Pyrophacus horologium* var. *steinii* J. Schiller 1935; *Pterospermopsis vancampoae* M. Rossignol 1962; *Tuberculodinium vancampoae* (M. Rossignol) Wall 1967; *Pyrophacus vancampoae* (M. Rossignol) Wall & Dale 1971; *Pyrophacus steinii* subsp. *vancampoae* (M. Rossignol) Balech 1979.

Células solitarias, forma lenticular en vista ventral y circular en vista apical, tamaño grande. Se caracteriza por un gran número de placas pre y postcingulares, se diferencia de *P. horologium* por ser más grande y presentar 7 placas apicales. Por lo general, en las muestras se observan en vista apical o antapical. Es una especie marina. Cosmopolita.

*Se presentó en una de las tres temporadas climáticas (lluvias 2017).

Orden **Dinophysales** Kofoid 1926

Familia **Oxyphysaceae** Sournia
Género **Phalacroma** Stein

Phalacroma oxytoxoides (Kofoid) F. Gómez, P. López-García & D. Moreira 2011
Fig. F 47-48. Anexo II

Registros: Muciño-Márquez *et al.* 2014, Poot-Delgado 2016.

Basiónimo: *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid 1926

Localidad tipo: EE. UU. (Alaska Loring, en plancton; Canal de San Pedro, plancton superficial).

Células solitarias, de talla pequeña a mediana. Epiteca alargada e hipoteca ancha con terminación en una espina. Cingulum cóncavo y con ornamentaciones. Presencia de aletas en el cingulum. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 8.38-19.41 μm de ancho y 57.63-61.12 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Phalacroma equalanti (E. Balech) Y.B. Okolodkov 2014
Fig. F 49-50. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Dinophysis equalantii* Balech 1971.

*Estatus del nombre: El estado taxonómico o nomenclatural (o ambos) de esta entidad está de alguna manera sin resolver y requiere más investigación (Algaebase, 2023).

Células solitarias, de forma subovalada, talla pequeña. Un lado dorsal convexo y un lado ventral comprimido. Epiteca alta, redondeada y pequeña. Hipoteca amplia con terminación ovalada y redondeada. Aleta sulcal izquierda ancha, la distancia del R2 y R3 es aproximadamente la mitad de la distancia del R1 y R2, característica que la distingue de otras especies. La aleta sulcal derecha es ancha y termina a la mitad del R3 y en el extremo posterior de la aleta sulcal izquierda (Okolodkov, 2014). Toda la célula presenta poros. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 35.79 μm de ancho y 48.37 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017/ nortes 2018).

Familia **Dinophysaceae** Bütschli

Género ***Dinophysis*** Ehrenberg

Dinophysis caudata Kent 1881
Fig. F 51-52. Anexo II

Registros: Poot-Delgado 2016.

Sinónimos: *Dinophysis homunculus* F.Stein 1883; *Dinophysis diegensis* Kofoid 1907; *Dinophysis caudata* var. *diegensis* (Kofoid) E.J.F.Wood 1954

Localidad tipo: Mar Adriático: cerca de Fano.

Células solitarias, de talla mediana a grande. En vista lateral tiene forma aovada irregular, epiteca corta o pequeña. Hipoteca en forma de óvalo, ancha con una prolongación caudal larga. Cingulum convexo, angosto y delimitado por dos aletas cónicas y con costillas

fuertes. La aleta sulcal derecha es angosta, pequeña y no presenta radios, mientras que, la aleta sulcal izquierda es larga, desarrollada y se encuentra sostenida por R3 equidistantes, fuertes y de longitud similar. Tecas cubiertas por areolas circulares con un poro central en cada una (Parra-Toriz, 2011). En ocasiones, se presentan dos células juntas. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 16.64 μm de ancho y 81.66 μm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias 2017 / nortes 2018).

***Dinophysis siankanensis* Almazán & Hernández-Becerril 2002**
Fig. F 53-54. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Localidad tipo: Bahía de la Ascensión, Reserva de Sian Ka'an, Caribe Mexicano.

Células solitarias, de talla mediana a grande, elongadas, ligeramente elípticas. En vista lateral esta curvada en los extremos de la valva. En vista dorsal están comprimidas. Epiteca reducida, con poros en lugar de areolas, poro apical se ve entre suturas de las placas epitecales. Hipoteca alargada, margen dorsal curvado, cóncavo en el margen ventral. Cingulum ligeramente excavado, presenta aletas cingulares con tres filas transversales de poros, y costillas prominentes; la aleta cingular posterior es estrecha. La aleta sulcal derecha es corta, sin radios; aleta sulcal izquierda es ancha con tres costillas cortas y ligeramente distantes, ambas aletas están poco ornamentadas, presenta R3 no visibles. Cloroplastos pequeños y redondos (Almazán-Becerril & Hernández-Becerril, 2003). Es una especie marina.

Medidas: 20.26 μm de ancho y 81.67 μm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

***Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann 1859**
Fig. F 55-56. Anexo II

Registros: Poot-Delgado 2016.

Sinónimos: *Dinophysis ellipsoides* Kofoid 1907; *Dinophysis lachmannii* Paulsen 1949; *Dinophysis skagii* Paulsen 1949; *Dinophysis borealis* Paulsen 1949; *Dinophysis boehmii* Paulsen 1949.

Localidad tipo: Mar del Norte: Noruega.

Células solitarias, de talla pequeña, en vista lateral elíptica, más o menos alargada anteroposteriormente. Epiteca corta y pequeña, levemente convexa. Hipoteca en forma redondeada, presenta en ocasiones algunas protuberancias irregulares (una o dos). Cingulum cóncavo dorsalmente. Aleta cingular anterior bien desarrollada, sin costillas. Aleta sulcal izquierda más corta que la hipoteca, de borde irregular, frecuentemente doblado hacia la derecha entre R1 y R2; R2 más cerca de R1 que de R3. A la altura de R2 la aleta presenta casi siempre un ángulo más o menos marcado (Balech, 1988). Presencia de poroides y poros en toda la célula. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 37.31 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (nortes 2018).

Orden **Prorocentrales** Lemmermann 1910

Familia **Prorocentraceae** F. Stein

Género **Prorocentrum** Ehrenberg

Prorocentrum koreanum M.S. Han, S.Y. Cho & P. Wang 2016
Fig. G 57-58. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Localidad tipo: Jangmok, Corea.

Células solitarias, de talla mediana. Con teca que conforma dos valvas. Forma de la valva ovalada con terminación en punta. Presencia de poroides y poros con un patrón en hileras bien ordenadas, así como de una espina apical (Myung-Soo *et al.*, 2016). Es una especie marina. Muy parecida a *Prorocentrum micans*.

Medidas: 26.76-31.0 µm de ancho y 42.58-46.1 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Prorocentrum micans Ehrenberg 1834
Fig. G 59. Anexo II

Registros: Licea & Santoyo 1991, Muciño-Márquez *et al.* 2014, Poot-Delgado *et al.* 2015b, Poot-Delgado 2016.

Sinónimos: *Prorocentrum schilleri* Böhrn 1931; *Prorocentrum levantinooides* Bursa 1959; *Prorocentrum pacificum* E.J.F. Wood 1963.

Localidad tipo: Alemania.

Células solitarias, de talla mediana. Con teca que conforma dos valvas. La forma de las valvas es ovalada con terminación en punta, ligeramente más larga en *Prorocentrum koreanum*. Presencia de poroides y poros con un patrón en hileras no ordenadas, así como de una espina apical bien definida (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 18.6 µm de ancho y 41.3 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Prorocentrum mexicanum Osorio-Tafall 1942

Registros: Poot-Delgado *et al.* 2015b, Poot-Delgado 2016.

Localidad tipo: Salina Cruz, Oaxaca, México.

Células solitarias, de talla mediana. Con teca que conforma dos valvas. La forma de las valvas es ovalada con terminación redondeada. Presencia de poroides y poros con un

patrón en hileras, así como de una espina apical pequeña (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 26.24 µm de ancho y 41.17 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas 2017 / nortes 2018).

Prorocentrum gracile F. Schütt 1895

Fig. G 60. Anexo II

Registros: Licea & Santoyo 1991, Muciño-Márquez *et al.* 2014, Poot-Delgado *et al.* 2015b, Poot-Delgado 2016.

Sinónimos: *Prorocentrum macrurus* Athanassapoulos 1931; *Prorocentrum hentschellii* J.Schiller 1933; *Prorocentrum sigmoides* Böhm 1933; *Prorocentrum diamantinae* Wood 1963.

Localidad tipo: océano Atlántico.

Células solitarias, de talla mediana a grande. Con teca que conforma dos valvas. La forma de las valvas es larga, lanceolada con terminación en punta. Presencia de poroides y poros, así como de una espina apical larga bien definida (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 23.02 µm de ancho y 54.91 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias 2017 / nortes 2018).

Prorocentrum compressum (Bailey) T.H. Abé ex J.D. Dodge 1975

Fig. G 61-62. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Pyxidicula compressa* Bailey 1851

Sinónimo: *Tryblionella compressa* (Bailey) Poulin 1990.

Localidad tipo: EE. UU.: Florida: San Agustín.

Células solitarias, de talla mediana. Con teca que conforma dos valvas que se encuentran comprimidas. La forma de las valvas es redonda. Presencia de poroides y poros, sin espina apical (Balech, 1988). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 27.6 µm de ancho y 39.4 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Prorocentrum lima (Ehrenberg) F. Stein 1878

Fig. H 63. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Cryptomonas lima* Ehrenberg 1860

Sinónimos: *Exuviaella lima* (Ehrenberg) Bütschli 1885; *Exuviaella marina* var. *lima* (Ehrenberg) Schiller 1931; *Prorocentrum marinum* var. *lima* (Ehrenberg) Krachmalny 1993.

Localidad tipo: Sorrento, Bahía de Nápoles.

Células solitarias, de talla mediana. Con teca que conforma dos valvas ovaladas que se encuentran comprimidas. Presencia de poroides y poros, sin espina apical y con una hendidura apical (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 23.21-24.69 µm de ancho y 34.71-37.53 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias 2017/ nortes 2018).

Prorocentrum rhathymum A.R. Loeblich III, Sherley & R.J. Schmidt 1979
Fig. H 64. Anexo II

Registros: Muciño-Márquez *et al.* 2014.

Localidad tipo: Bahía Canela, St. Johns, Islas Vírgenes.

Células solitarias, de talla mediana. Con teca que conforma dos valvas ovaladas que se encuentran comprimidas. Presencia de poroides y poros, sin espina apical (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Prorocentrum cordatum (Ostenfeld) J.D. Dodge 1976
Fig. H 65. Anexo II

Registros: Licea & Santoyo 1991, Muciño-Márquez *et al.* 2014, Poot-Delgado *et al.* 2015b, Poot-Delgado 2016.

Basiónimo: *Exuviaella cordata* Ostenfeld 1902

Sinónimos: *Exuviaella minima* Pavillard 1916; *Prorocentrum minimum* (Pavillard) J. Schiller 1933; *Exuviaella peisonis* J.Schiller 1955; *Exuviaella pacifica* Kuz'mina 1960; *Prorocentrum minimum* var. *triangulatum* (G.W. Martin) Hulburt 1965.

Localidad tipo: Mar Caspio.

Células solitarias, de talla pequeña. Con teca que conforma dos valvas en forma triangular. Presencia de poroides y poros, con espina apical muy pequeña (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 12.95 µm de ancho y 13.47 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Orden **Peridiniales** Macalister 1876
Familia **Ensiculiferaceae** Zhun Li, Gottschling, K.N.Mertens, H.Gu & H.H.Shin
Género **Ensiculifera** Balech

Ensiculifera mexicana Balech 1967
Fig. H 66. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Sinónimo: *Scrippsiella mexicana* (Balech) Indelicato & A.R.Loeblich 1986.

Localidad tipo: Golfo de México.

Células solitarias, piriformes de talla pequeña a mediana. Presenta una fórmula tecal: Po, X, 4', 3a, 7'', 5c, 5s, 5''', 2'''''. Tiene una espina larga en el cingulum llamada ensiculus, es una microalga fotosintética, que forma quistes calcáreos, como la *Scrippsiella*. Su cingulum es ligeramente escavado (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina.

Medidas: 35.72 µm de ancho y 42.49 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Género ***Matsuokaea*** Zhun Li, K.N.Mertens, H.Gu & H.H.Shin

Matsuokaea cf. loeblichii (E.I.R. Cox & H.J. Arnott) Zhun Li, K.N. Mertens, H. Gu & H.H. Shin 2020
Fig. H 67-68. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Basiónimo: *Ensiculifera loeblichii* E.I.R. Cox & H.J. Arnott 1971

Sinónimos: *Peridinium loeblichii* (E.I.R.Cox & H.J.Arnott) B. Dale 1977;
Pentapharsodinium trachodium Indelicato & A.R. Loeblich 1986.

Localidad tipo: Institución Scripps, La Jolla, California.

Células solitarias, piriformes de talla pequeña. Epiteca e hipoteca de forma esférica, presenta una espina en el cingulum (ensiculus). Fórmula tecal: Po, X, 4', 3a, 7'', 5c, 5s, 5''', 2'''''. Su cingulum es ligeramente escavado (Li *et al.*, 2020). Es una especie marina.

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

Género ***Pentapharsodinium*** Indelicato & A.R.Loeblich

cf. Pentapharsodinium sp. Indelicato & A.R. Loeblich 1986
Fig. H 69-70. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Células solitarias, piriformes de talla pequeña. Epiteca e hipoteca de forma cónica, con el poro apical elevado. Cingulum descendente, no presenta espina en el cingulum (ensiculus), pero si una espina larga en el sulcus, el cual se encuentra bien definido. Fórmula tecal: Po, X, 4', 3a, 7'', 5c, 5s, 5''', 2'''' (Li *et al.*, 2020). No se pudo confirmar el

género y la especie del organismo ya que falto definir algunas placas de la fórmula tecal, se sigue trabajando con la especie. Es una especie marina.

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

Familia **Heterocapsaceae** R. A. Fensome, F. J. R. Taylor, G. Norris, W. A. S. Sarjeant, D. I. Wharton, & G. L. Williams

Género **Heterocapsa** F. Stein

Heterocapsa spp. F. Stein, 1883, nom. et typ. cons.
Fig. H 71-72. Anexo II

Registros: Muciño-Márquez et al. 2014, Poot-Delgado 2016.

Células solitarias, piriformes u ovoides, de talla pequeña a mediano. Epiteca e hipoteca de forma cónica. Presentan escamas a lo largo de la célula en una sola capa de la superficie superior (AlgaeBase, 2023). Son organismos fotosintéticos, cuya fórmula tecal de acuerdo con Balech 1988 es la siguiente: Po, 4', 2a, 7'', 6c, 4s, 5''', 2'''''. El género cuenta actualmente con 26 especies aceptadas taxonómicamente (AlgaeBase, 2023), varias de estas especies presentan potencial nocivo, y una especie tóxica *H. circularisquama*. Cosmopolitas. Son especies marinas y de aguas costeras.

*Se presentaron en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Heterocapsa cf. rotundata (Lohmann) Gert Hansen 1995
Fig. H 73. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Amphidinium rotundatum* Lohmann 1908

Sinónimos: *Massartia rotundata* (Lohmann) Schiller 1933; *Katodinium rotundatum* (Lohmann) Loeblich III 1965.

Localidad tipo: Mar Báltico cerca de Kiel, Alemania.

Células solitarias, piriformes, de forma ovalada y esférica, talla pequeña. Epiteca más grande que la hipoteca. Cingulum con poco desplazamiento y muy ancho (Aké-Castillo et al., 2019). Cosmopolitas. Es una especie marina.

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

Familia **Oxytoxaceae** Lindemann

Género **Oxytoxum** Stein

Oxytoxum laticeps J. Schiller 1937
Fig. H 74. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Localidad tipo: Mar Adriático.

Células solitarias, forma ovoide, de talla pequeña. Epiteca de forma semiredondeada, y pequeña. Hipoteca triangular alargada, espina pequeña al final de la hipoteca. Presencia

de poros, tecas con estrías. Cingulum descendente y escavado (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina. Cosmopolita.

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

Familia **Peridiniaceae** Ehrenberg

Género **Peridinium** Ehrenberg

Peridinium quadridentatum (F.Stein) Gert Hansen, 1995

Registros: Licea & Santoyo 1991, Muciño-Márquez *et al.* 2014, Poot-Delgado *et al.* 2015b, Poot-Delgado 2016.

Basiónimo: *Heterocapsa quadridentata* F.Stein 1883

Sinónimos: *Peridinium quinquecorne* T.H.Abé, 1927; *Protoperidinium quinquecorne* (Abé, 1927) Balech, 1974.

Células solitarias, forma pentagonal, de talla pequeña. Epiteca de forma cónica con un cuerno pequeño. Hipoteca semicircular, con cuatro espinas. Cingulum poco descendente y escavado (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina.

Medidas: 19.4 µm de ancho y 24.2 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias 2017 / nortes 2018).

Familia **Podolampadaceae** Lindemann

Género **Podolampas** F. Stein

Podolampas palmipes Stein 1883

Fig. I 75. Anexo II

Registros: Licea & Santoyo 1991; nuevo registro LT.

Localidad tipo: Quarnero (noroeste del mar Mediterráneo).

Células solitarias, forma ovalada y piriforme alargada, de talla mediana. Presenta dos espinas de longitud diferente, la izquierda es más larga, ambas espinas tienen aletas o velos. Poros y poroides en cada teca (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 33.4 µm de ancho y 113.23 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias 2017 / nortes 2018).

Familia **Protoperidiniaceae** Balech

Género **Boreadinium** J. D. Dodge & H. B. Hermes

cf. *Boreadinium breve* (T.H. Abé) Sournia 1984

Fig. I 76. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Basiónimo: *Diplopsalis brevis* T.H. Abé 1981

Células solitarias, forma esférica. Presenta una placa intercalar alargada a comparación de las demás. Generalmente, la epiteca es más grande que la hipoteca (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina Cosmopolita. No sé pudo confirmar a la especie debido a que no se contaba con la fórmula tecal completa, se sigue trabajando en la identificación de la especie.

Medidas: 35.66 µm de diámetro.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Género *Diplopelta* F. Stein ex Jørgensen

***Diplopelta asymmetrica* (Mangin) M. Lebour ex Balech 1988**

Fig. I 77-78. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridiniopsis asymmetrica* Mangin 1911

Sinónimos: *Preperidinium asymmetricum* (Mangin) Mangin 1913; *Peridinium asymmetricum* (Mangin) Ostefeld 1915; *Diplopsalis asymmetrica* (Mangin) Lindemann 1927; *Glenodinium lenticula* f. *asymmetricum* (Mangin) J.Schiller 1937; *Diplopsalopsis asymmetrica* (Mangin) T.H.Abé 1941; *Dissodium asymmetricum* (Mangin) A.R.Loeblich 1970.

Localidad tipo: Océano Atlántico entre Sables-d'Olonne y la bahía de Douarnenez, Francia.

Células solitarias, forma esférica, tamaño mediano. Presenta dos placas intercalares, la 1a es romboide y localiza a la izquierda. Tiene aletas cingulares y poros en cada teca (Pinzón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 57 µm de diámetro.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

***Diplopelta parva* (T.H.Abé) K.Matsuoka 1988**

Fig. I 79. Anexo II

Registros: Licea & Santoyo 1991; nuevo registro LT.

Basiónimo: *Dissodium parvum* T.H.Abé 1941

Sinónimo: *Diplopsalis parvum* (T.H.Abé) T.H.Abé 1981.

Células solitarias, forma esférica, tamaño mediano. Epiteca e hipoteca del mismo tamaño, presenta poro apical bien definido, dos placas intercalares, la 1a es romboide y grande. La 2a es hexagonal y grande. Cingulum ecuatorial, sin desplazamiento, tiene aletas cingulares y una sulcal localizada al centro de la hipoteca (Pizón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 28.11-30.17 µm de diámetro.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias 2017 / nortes 2018).

Diplopelta cf. steinii (T.H.Abé) Balech 1979
Fig. I 80. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Basiónimo: *Diplopsalopsis steinii* T. H. Abé 1941

Células solitarias, forma lenticular, tamaño mediano a grande. Epiteca e hipoteca del mismo tamaño, presenta poro apical bien definido, dos placas intercalares, la 1a tiene cuatro lados, alargada e irregular. La 2a es pentagonal y asimétrica. Cingulum con poco desplazamiento, tecas ornamentadas con poros dispersos (Pizón-Palma, 2015). Es una especie marina.

Medidas: 64 µm de diámetro.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Diplopelta cf. bomba F. Stein ex Jørgensen 1912
Fig. I 81. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Basiónimo: *Diplopsalopsis steinii* T. H. Abé 1941

Células solitarias, forma lenticular, tamaño mediano a grande. En vista lateral su forma es aplanada u ovoide, epiteca e hipoteca del mismo tamaño, presenta poro apical bien definido y pequeño ubicado al centro, dos placas intercalares, la 1a es pequeña, rómbica situada en el extremo lateral izquierdo, alejada del poro apical. La 2a es grande, hexagonal, irregular y alargada, se encuentra en contacto de 6 placas de la epiteca. Cingulum sin desplazamiento, con un velo corto, el sulcus presenta un velo de lado izquierdo. Tecas con poros pequeños y dispersos (Pizón-Palma, 2015). Es una especie marina.

Medidas: 59.31 µm de diámetro; 58.5 µm de ancho y 60.48 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Género *Diplopsalis* R. S. Bergh

Diplopsalis spp. R. S. Bergh, 1881
Fig. I 82. Anexo II

Registros: Poot-Delgado 2016.

Dinoflagelados tecados, de forma lenticular o esférica, tamaño mediano. Epiteca con presencia de poro apical bien definido, cingulum circular, sulcus con un gran poro flagelar. Fórmula tecal: Po, X, 3', 1a, 6", 4c, 6 (?)s, 5"', 1'''. Placas lisas, en ocasiones con bandas intercalares, heterótrofos, quistes de color pardo, con la superficie granular gruesa (Liu *et al.*, 2015). Son especies de aguas costeras. Cosmopolitas.

Medidas: 30-60 µm de diámetro, aproximadamente.

*Se presentaron en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

***Diplopsalis lenticula* Bergh 1881**
Fig. I 83-84. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Sinónimos: *Dissodium lenticula* (Bergh) Loeblich III 1970; *Peridiniopsis lenticula* (Bergh) Starmach null; *Glenodinium lenticula* Pouchet 1883.

Localidad tipo: Dinamarca.

Células solitarias, forma lenticular poco comprimidas, tamaño mediano. Epiteca e hipoteca de forma semiesférica, tiene 1a estrecha y alargada, situada en la parte dorsal de la epiteca. Tecas ornamentadas por pequeños poros (Pizón-Palma, 2015). Cingulum sin desplazamiento, con aletas cortas horizontales. Sulcus con una aleta visible en vista apical (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 27.98-30.55 µm de ancho y 45.63-54.31 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

***Diplopsalis sphaerica* Meunier 1910**
Fig. I 85. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Células solitarias, forma esférica, tamaño pequeño, más anchos que largos. Epiteca más pequeña que la hipoteca. Presenta dos placas intercalares, la 1a es pequeña, romboide, localizada en el lado izquierdo de la epiteca; la 2a es grande, situada en la parte dorsal de la epiteca. Cingulum ecuatorial, sin desplazamiento, con aletas reforzadas con radios finos. Sulcus con una aleta pequeña. Suturas gruesas y prominentes, tecas con poros. (Pizón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 37.37 µm de diámetro; 36.3-43.88 µm de ancho y 29.95-37.07 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Género ***Diplopsalopsis*** Meunier

***Diplopsalopsis orbicularis* (Paulsen) Meunier 1910**
Fig. I 86. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Basiónimo: *Peridinium orbiculare* Paulsen 1907

Sinónimos: *Diplopsalis orbicularis* (Paulsen) Er.Lindem; *Diplopsalis orbicularis* Steidinger & Williams.

Localidad tipo: Aguas danesas y en el puerto de Valencia (Irlanda).

Células solitarias, forma globular, tamaño grande, más anchos que largos. Epiteca con un poro apical conspicuo, presenta dos placas intercalares, la 1a es pequeña, pentagonal, localizada en el lado izquierdo de la epiteca, la 2a es grande, hexagonal, situada en la parte dorsal de la epiteca. Tecas con pequeños poros. Cingulum excavado,

sin desplazamiento, con aletas. Sulcus con una aleta visible en el lado izquierdo (Pizón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 40 µm de ancho y 31.5 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias 2017 / nortes 2018).

Diplopsalopsis ovata (Abé) J. D. Dodge & S. Toriumi 1993

Fig. J 87. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Diplopsalopsis orbicularis* var. *ovata* T.H.Abé 1941

Localidad tipo: Japón: Bahía de Shimoda.

Células solitarias, forma esférica u ovoide, tamaño mediano a grande. Epiteca con poro apical conspicuo. Dos placas intercalares, la 1a es grande, pentagonal y alargada, localizada en el lado izquierdo de la epiteca, separada del poro apical; la 2a es grande y ancha, hexagonal, situada en la parte dorsal de la epiteca. Cingulum ecuatorial, sin desplazamiento, con una aleta sin refuerzos. Pared de la teca con poros. (Pizón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 50.45 µm de diámetro; 58.98 µm de ancho y 43.88 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Género ***Gotoius*** T. H. Abé

Gotoius abei K. Matsuoka 1988

Fig. J 88. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Células solitarias, forma semiesférica, tamaño mediano a grande. Epiteca e hipoteca de tamaño similar. Epiteca sin poro apical. Dos placas intercalares, la 1a es mediano, de cuatro lados, situada a nivel de las precingulares; la 2a es grande, pentagonal, situada en la parte dorsal de la epiteca. Cingulum es dextrógiro, y desplazado cerca de la mitad de su ancho. Sulcus con una aleta (Pizón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

Género ***Niea*** T. Liu, K. N. Mertens & H. Gu

Niea acanthocysta (Kawami, Iwataki & Matsuoka) T.Liu, K.N.Mertens & H. Gu 2015

Fig. J 89-90. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Basiónimo: *Oblea acanthocysta* Kawami, Iwataki & Matsuoka 2006

Localidad tipo: Japón: Nagasaki: Bahía de Omura,

Células solitarias, forma semiesférica, tamaño pequeño a mediano. Epiteca e hipoteca del mismo tamaño. Epiteca con poro apical rodeado por un collar. Una placa intercalar,

hexagonal ubicada en la porción dorsal de la epiteca. Cingulum es ecuatorial, ligeramente desplazado hacia el lado derecho de la célula. La superficie de la teca presenta poros (Pizón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 35.76 µm de diámetro; 34.7 µm de ancho y 34.23 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Niea torta (T.H.Abé) T.Liu, K.N.Mertens & H.Gu 2015

Fig. J 91-92. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Basiónimo: *Diplopsalis torta* T.H.Abé 1941

Sinónimos: *Oblea torta* (Abé) Balech 1973; *Dissodium tortum* (Abé) Dodge & Hermes 1981.

Localidad tipo: Japón: Bahía de Shimoda.

Células solitarias, forma lenticular, tamaño grande. La epiteca presenta tabulación asimétrica, tres placas apicales. Una placa intercalar, hexagonal, grande ubicada en la porción dorsal de la epiteca, cubriendo completamente las placas 3'' y 4''. Hipoteca con cinco placas postcingulares y dos antapicales. Cingulum estrecho y poco ascendente. Sulcus con una aleta bien definida (Pizón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 46.09 µm de diámetro.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Género ***Oblea*** Balech

Oblea rotunda (Lebour) Balech 1964

Fig. J 93. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridiniopsis rotunda* Lebour 1922

Sinónimos: *Glenodinium rotundum* (Lebour) J.Schiller 1935; *Diplopsalis rotunda* Wood 1968; *Diplopsalis rotundata* Steidinger & Williams 1970.

Localidad tipo: Reino Unido.

Células solitarias, forma esférica, tamaño pequeño. Epiteca e hipoteca del mismo tamaño. Fórmula tecal: ¿Po, X, 3', 1a, 6'', 3c+t, ?4S, 5''', 2'''''. Presenta 1a muy larga, que toca a las placas 1''- 5''. Cingulum circular sin desplazamiento estrecho y poco ascendente. Quistes esféricos, de color marrón. Sulcus con una aleta bien definida (Chomérat *et al.*, 2004). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 20 µm de ancho y 20.87µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Género *Preperidinium* Mangin

Preperidinium meunieri (Pavillard) Elbrächter 1993
Fig. J 94. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium meunieri* Pavillard 1912

Sinónimos: *Peridiniopsis minor* (Paulsen) Starmach null; *Diplopsalis lenticula* f. *minor* Paulsen 1907; *Peridinium paulsenii* Mangin 1911; *Peridinium lenticulatum* L.A.Mangin 1911; *Diplopeltopsis minor* Pavillard 1913; *Preperidinium paulseni* (Mangin) Mangin 1913; *Peridinium minus* (Paulsen) Paulsen 1914; *Diplopsalis minor* (Paulsen) Lindemann 1927; *Glenodinium lenticula* f. *minus* (Paulsen) J.Schiller 1937; *Zygabikodinium lenticulatum* Loeblich Jr. & Loeblich III 1970; *Diplopsalopsis minor* (Paulsen) T.H.Abé 1981.

*Estatus del nombre: El estatus taxonómico o nomenclatural (o ambos) de esta entidad está de alguna manera sin resolver y requiere mayor investigación.

Células solitarias, forma lenticular, tamaño pequeño a mediano. Epiteca e hipoteca similares en tamaño. Poro apical sobresaliente. Presenta dos placas intercalares. La 1a es romboide, pequeña y se localiza en la porción lateral de la epiteca. La 2a es grande, forma de medialuna, localizada en la porción dorsal de la epiteca. Tiene suturas en cada placa muy amplias y presentan estrías. Aletas sulcales bien desarrolladas (Pizón-Palma, 2015). Cingulum no excavado. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 35.66 µm de diámetro; 30.81 µm de ancho y 23.68 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Género *Protoperidinium* Bergh

Protoperidinium abei (Paulsen) Balech 1974
Fig. J 95. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium abei* Paulsen 1931

Sinónimo: *Peridinium biconicum* T. H. Abé 1927.

Células solitarias, forma bicónica, tamaño grande. Epiteca e hipoteca de tamaño parecido. La epiteca es cónica y hacia el ápice se forma un cuerno apical corto (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Cingulum descendente, excavado. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 40.26 µm de ancho y 59.36 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Protoperidinium cf. argentinense Balech 1979
Fig. J 96. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Células solitarias, forma pentagonal u oblonga, tamaño mediano. Epiteca más pequeña que la hipoteca, de forma cónica. Hipoteca ovalada con bordes rectos (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Cingulum poco descendente. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 29.33 μm de ancho y 36.3 μm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias 2017).

Protoperidinium cf. avellana (Meunier) Balech 1974
Fig. J 97-98. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Properidinium avellana* Meunier 1919

Sinónimo: *Peridinium avellana* (Meunier) Lebour 1925.

Células solitarias, forma ovalada en vista anteroposterior y alargada en vista lateral, tamaño pequeño a mediana (Matsuoka, 1984). Epiteca de tamaño y forma parecida a la hipoteca, no presenta cuerno apical. Hipoteca, sin cuerno antapical. Tecas reticuladas, a veces con pequeños poros. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 45.2 μm de ancho y - μm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas 2017).

Protoperidinium cassum (Balech) Balech 1974
Fig. K 99. Anexo II

Registro: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium cassum* Balech 1971

Células solitarias, forma piriforme, tamaño pequeño a mediana. Epiteca de tamaño y forma parecida a la hipoteca, presenta cuerno apical. Hipoteca, con dos espinas antapicales, largas ligeramente desiguales. Cingulum ascendente, descendente. Tecas reticuladas, a veces con pequeños poros. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 19.78-29.78 μm de ancho y 27.13-43.66 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium claudicans (Paulsen) Balech 1974
Fig. K 100. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium claudicans* Paulsen 1907

Células solitarias, forma piriforme, tamaño grande. Epiteca semicircular, más recta hacia el ápice donde forma un cuerno incipiente. Hipoteca semiesférica, con presencia de dos cuernos antapicales agudos (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Cingulum descendente. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 55.72-63.44 μm de ancho y 81.78-99 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium subinermis (Paulsen) A.R.Loeblich III 1969
Fig. K 101. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium subinermis* Paulsen 1904

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño pequeño a mediano. Más altos que anchos, bicónicos en vista ventral y cuadrados en vista lateral. Epiteca cónica, contornos rectos más recta hacia el ápice donde forma un cuerno incipiente. Hipoteca con presencia de dos espinas antapicales (Pizón-Palma, 2015). Cingulum ecuatorial. Tecas con reticuladas finamente. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 25.81-39.39 μm de ancho y 29.9-42.73 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium conicum (Gran) Balech 1974
Fig. K 102. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium divergens* var. *conica* Gran 1900

Sinónimos: *Peridinium conicum* (Gran) Ostenfeld & Schmidt 1901; *Multispinula quanta* M.R.Bradford 1975; *Selenopemphix quanta* (M.R.Bradford) Matsuoka 1985.

Localidad tipo: cotas de Noruega.

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño grande. Epiteca e hipoteca del mismo tamaño. Epiteca cónica, contornos rectos en toda la célula. Hipoteca con dos cuernos en forma de triángulo, con una espina pequeña al final de ellos (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Cingulum poco descendente. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 62.16 μm de ancho y 71.42 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium oviforme (P.J.L.Dangeard) Balech 1974
Fig. K 103. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium oviforme* P.J.L.Dangeard 1927

Células solitarias, forma ovoide, tamaño mediano. Epiteca con cuello corto, hipoteca con espinas antapicales largas y con aletas. Cingulum ascendente con aletas pequeñas (Pizón-Palma, 2015). Tecas con poros pequeños, y poco reticuladas. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 26.47-36.33 μm de ancho y 43.45-52.39 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium cf. pallidum (Ostenfeld) Balech 1973
Fig. K 104. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium pallidum* Ostenfeld 1900

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño mediano. Epiteca con cuello poco alargado, hipoteca con espinas antapicales largas, divergentes. Cingulum ascendente (Balech, 1988). Es una especie marina. Cosmopolita.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Protoperidinium obtusum (Karsten) Parke & J.D.Dodge 1976
Fig. K 105-106. Anexo II

Registro: Poot-Delgado 2016.

Basiónimo: *Peridinium divergens* var. *obtusum* Karsten 1907

Sinónimos: *Peridinium obtusum* (Karsten) M. Lebour 1925; *Peridinium leonis* f. *matzenaueri* J. Schiller 1937.

Células solitarias, forma bicónica, tamaño pequeño a mediano. Epiteca cónica con bordes rectos, más ancha que larga. Cingulum sin desplazamiento. Hipoteca cónica con borde posterior convexo (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium concinnum Faust 2006
Fig. K 107. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Localidad tipo: Carolina del Norte, SE del Océano Atlántico, EE. UU.

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño grande. Epiteca triangular con márgenes convexos cerca del cingulum, rectos hacia el cuerno apical, largo y con terminación en punta. Cingulum ecuatorial descendente (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Hipoteca con presencia de dos cuernos antapicales cortos, divergentes y con terminación en punta. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 53.21-60.58 μm de ancho y 94.81-118.68 μm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Protoperidinium oceanicum (Vanhöffen) Balech 1974
Fig. K 108. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium oceanicum* Vanhöffen 1897

Sinónimos: *Peridinium oceanicum* f. *spiniferum* H.W.Graham 0; *Peridinium divergens* var. *oceanicum* Ostefeld 1899; *Peridinium murrayi* Kofoid 1907; *Peridinium oceanicum* f. *tricornutum* H.W.Graham 1942; *Protoperidinium murrayi* (Kofoid) Hernández-Becerril 1991.

Células solitarias, forma oblonga, tamaño grande. Epiteca semiovalada con márgenes ligeramente que terminan en un cuerno apical. Hipoteca, compuesta por dos lóbulos externos (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Cingulum descendente. Presenta dos cuernos antapicales con terminación en punta. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 69.48-70.89 µm de ancho y 109.61-134.55 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium pentagonum (Gran) Balech 1974
Fig. K 109. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium pentagonum* Gran 1902

Sinónimos: *Peridinium divergens* var. *sinuosum* Lemmermann 1899; *Peridinium sinuosum* (Lemmerman) Lemmermann 1905; *Protoperidinium parapentagonum* C. C. Wang 1936; *Brigantedinium majusculum* Reid 1977; *Protoperidinium sinuosum* (Lemmermann) Matsuoka ex M. J. Head 1996.

Localidad tipo: Océano Atlántico, cerca de la costa de Noruega.

Células solitarias, forma bicónica, tamaño grande. Epiteca cónica con márgenes rectos, no presenta cuerno apical. Hipoteca de forma trapezoidal, bordes cóncavos (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Cingulum muy descendente. Presenta dos cuernos antapicales cortos, gruesos y divergentes. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 75.6-96.58 µm de ancho y 70.33-82.98 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium cf. pellucidum Bergh 1881
Fig. L 110. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Sinónimo: *Peridinium pellucidum* (Bergh) Schütt 1895.

Células solitarias, forma piriforme, tamaño pequeño. Epiteca cónica, con cuerno apical corto. Hipoteca redonda, placa 1''' presenta un poro pequeño, tiene dos espinas antapicales largas y divergentes con velos (Pinzón-Palma, 2015). Cingulum ascendente. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 34.62 µm de ancho y 40.30 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Protoperidinium punctulatum (Paulsen) Balech 1974

Fig. L 111. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium punctulatum* Paulsen 1907

Sinónimos: *Peridinium subinermis* var. *punctulatum* (Paulsen) Jørgensen 1912;
Peridinium subinermis var. *punctulatum* (Paulsen) J.Schiller 1937.

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño mediano. Epiteca cónica, con poro apical rudimentario. Hipoteca con bordes convexos, dos espinas antapicales pequeñas (Balech, 1988). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 48.01 µm de ancho y 49.3 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

***Protoperidinium divergens* (Ehrenberg) Balech 1974**

Fig. L 112. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium divergens* Ehrenberg 1841

Sinónimos: *Ceratium divergens* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann 1859; *Glenodinium divergens* (Ehrenberg) Dangeard null.

*Estatus del nombre: El estatus taxonómico o nomenclatural (o ambos) de esta entidad está de alguna manera sin resolver y requiere mayor investigación.

Células solitarias, forma pentagonal, más larga que ancha, tamaño mediano a grande, aplanada dorsoventralmente. Epiteca cónica, con un cuerno apical. (Balech, 1988). Cingulum poco descendente. Hipoteca. con dos cuernos antapicales bien desarrollados con terminación en espinas. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 46.83-53.87 µm de ancho y 72.25-89.64 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

***Protoperidinium pyriforme* (Paulsen) Balech 1974**

Fig. L 113. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium steinii* f. *pyriforme* Paulsen 1905.

Sinónimos: *Peridinium pyriforme* (Paulsen) Paulsen 1907; *Peridinium steinii* var. *pyriformis* Paulsen 1905.

Localidad tipo: Canal Faerøe-Shetland.

Células solitarias, forma ovoide, tamaño pequeño a mediano. Epiteca semiovalada, bordes convexos con un cuerno apical. Hipoteca semiesférica, presenta dos espinas con aletas paralelas (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Cingulum ecuatorial, recto. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 35.4 μm de ancho y 44.5 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium parapyriforme (Hermosilla) Balech 1974
Fig. L 114. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Basiónimo: *Peridinium parapyriforme* Hermosilla 1968

Células solitarias, forma piriforme pentagonal, tamaño mediano. Epiteca cónica, con cuello corto. Hipoteca cónica, ligeramente más pequeña que la epiteca, presenta dos espinas divergentes, con aletas anchas. Sulcus ancho, poco profundo. Cingulum poco descendente (Balech, 1988). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 51.57 μm de ancho y 65.91 μm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Protoperidinium oblongum (Aurivillius) Parke & Dodge 1976
Fig. L 115. Anexo II

Registro: Licea & Santoyo 1991; nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium divergens* var. *oblongum* Aurivillius 1898

Sinónimos: *Peridinium oblongum* (Aurivillius) Cleve 1900; *Peridinium oceanicum* var. *oblongum* (Aurivillius) Paulsen 1908; *Peridinium oceanicum* f. *oblongum* (Aurivillius) Broch 1910.

Localidad tipo: Skagerak, Dinamarca.

Células solitarias, forma pentagonal, más largas que anchas, tamaño mediano a grande, comprimidas dorsoventralmente. Epiteca cónica, con cuerno apical largo. Hipoteca con dos cuernos antapicales divergentes. Sulcus profundo. Cingulum poco ascendente. Tetas poco reticuladas y presencia de estrías intercalares anchas (Licea *et al.*, 1995). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 53.3 μm de ancho y 94.81 μm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Protoperidinium venustum (Matzenauer) Balech 1974

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium venustum* Matzenauer 1933

Células solitarias, forma pentagonal, aplanada dorsoventralmente, tamaño mediano a grande. Epiteca cónica, con bordes convexos, cuello y cuerno largos. Hipoteca ancha en el cingulum, con dos cuernos antapicales ligeramente. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 57.82 μm de ancho y 110.1 μm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Protoperidinium hirobis (T. H. Abé) Balech 1974
Fig. L 116-117. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium hirobis* T. H. Abé 1927

Células solitarias, forma semiesférica, tamaño pequeño. Epiteca cónica, con bordes convexos, cuerno apical corto y recto. Hipoteca semiesférica, presenta dos espinas divergentes. Cingulum ligeramente ascendente. Sulcus amplio, con una aleta sulcal en el borde izquierdo (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 37.2 μm de ancho y 44 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium cf. solidicorne (Mangin) Balech 1974

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium solidicorne* Mangin 1922

Sinónimo: *Protoperidinium spinosum* Schiller 1937.

Células solitarias, forma semipentagonal, tamaño mediano. Epiteca con un cuerno apical. Cingulum ascendente. Hipoteca con dos cuernos cónicos que terminan en espinas divergentes. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 36.42 μm de ancho y 58 μm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Protoperidinium cf. granii (Ostenfeld) Balech 1974

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium granii* Ostenfeld 1907

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño mediano. Epiteca cónica con cuello corto, ligeramente levantado. Hipoteca con dos cuernos antapicales cortos que terminan en espinas de tamaño mediano, con membranas delgadas. Cingulum ascendente. Suturas en bandas frecuentemente estriadas (Balech, 1988). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 35 μm de ancho y 43 μm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Protoperidinium divaricatum (Meunier) Parke & J. D. Dodge 1976

Fig. L 118. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium divaricatum* Meunier 1919

Sinónimos: *Peridinium gainii* P. J. L. Dangeard 1927; *Peridinium leonis* f. *gainii* (P. J. L. Dangeard) J. Schiller 1935; *Protoperidinium gainii* (P. J. L. Dangeard) Balech 1974.

Localidad tipo: S. Mar del Norte cerca de West-Hinder.

Células solitarias, forma cuadrangular, lados cóncavos, tamaño mediano. Epiteca cónica, sin cuerno apical. Hipoteca con dos cuernos cónicos que terminan en espinas muy divergentes. Cingulum descendente (Okolodkov, 2008). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 48.57-60.3 µm de ancho y 74.93-76.05 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium thorianum (Paulsen) Balech 1973

Fig. L 119. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium thorianum* Paulsen 1905

Sinónimo: *Properidinium thorianum* Meunier 1919.

Localidad tipo: Islas Feroe e Islandia.

Células solitarias, forma bicónica, tamaño pequeño a mediano. La epiteca es más pequeña que la hipoteca. No presenta cuerno apical en la epiteca. Hipoteca semiovalada, con márgenes convexas. Cingulum recto, sin desplazamiento (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 47.75 µm de ancho y 40.23 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Protoperidinium cf. spirale (Gaarder) Balech, nom. inval. 1974

Fig. L 120. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Sinónimos: *Peridinium spirale* (Gaarder) Balech 1971; *Peridinium granii* f. *spirale* Gaarder 1954.

* **Estatus del nombre:** El estatus taxonómico o nomenclatural (o ambos) es inválido, por lo que se requiere mayor investigación (AlgaeBase, 2023).

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño mediano. La epiteca cónica, cuello ligeramente elevado. No presenta cuerno apical en la epiteca. Hipoteca con dos cuernos antapicales que terminan en espinas largas, con membranas angostas. Cingulum ascendente, con entrecruzamiento (forma un espiral) (Balech,1988). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 48.96 μm de ancho y 76.13 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas 2017).

Protoperidinium cf. decollatum (Balech) Balech 1974
Fig. L 121. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium decollatum* Balech 1971

Células solitarias, forma pentagonal, y bicónica en vista lateral, comprimido dorsoventralmente, tamaño pequeño a mediano. La epiteca cónica, con los lados rectos, poco convexos, no presenta cuernos. Hipoteca cónica, presenta dos cuernos que terminan en espinas pequeñas. Cingulum descendente (Pinzón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 32.96 μm de ancho y 44.9 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas 2017).

Protoperidinium rectum (Kofoid) Balech 1974
Fig. M 122. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium rectum* Kofoid 1907

Células solitarias, forma elipsoidal, alargado y ovalado, lados cóncavos, tamaño pequeño. Epiteca cónica, con bordes convexos, es más larga que la hipoteca; presenta un cuerno apical. Hipoteca con dos espinas antapicales largas y finas, rodeadas por una pequeña aleta. Cingulum recto, ligeramente ascendente. Tecas con reticulado fino (Pinzón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 41.3 μm de ancho y 52.3 μm de largo.

*Se presentó en una de las tres temporadas climáticas (secas 2017).

Protoperidinium latissimum (Kofoid) Balech 1974
Fig. M 123. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium latissimum* Kofoid 1907

Sinónimos: *Peridinium pentagonum* var. *latissimum* (Kofoid) J.Schiller 1935; *Peridinium pentagonoides* Balech null; *Protoperidinium pentagonoides* Balech 1949.

Localidad tipo: Pacífico Tropical Oriental.

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño grande. Epiteca cónica, con bordes recto. Hipoteca de forma trapezoidal, bordes cóncavos, tiene dos cuernos antapicales cortos, los cuales es difícil diferenciar de la hipoteca. Cingulum ecuatorial, sin desplazamiento (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 68.53-91.2 μm de ancho y 66.62-93.38 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

***Protoperidinium thulesense* (Balech) Balech 1974**

Fig. M 124. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium thulesense* Balech 1958

Sinónimos: *Peridinium conicum* f. *islandica* Braarud 1935; *Peridinium sympholis* Hermosilla & Balech 1969.

Células solitarias, forma pentagonal ancha, tamaño mediano. Epiteca cónica, con cuello ligeramente corto. Hipoteca baja o más pequeña que la epiteca, de forma trapezoidal, bordes cóncavos, tiene dos espinas o seudoespinas como proyección de dos aletas. Cingulum excavado, ligeramente ascendente. Tecas ligeramente reticuladas (Balech, 1988). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 66.91 μm de ancho y 54.94 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

***Protoperidinium* sp. 1**

Registros: Gómez-Aguirre 1974, Muciño-Márquez *et al.* 2014, Poot-Delgado 2016.

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño grande. Epiteca cónica, con bordes rectos, cuello ligeramente elevado. Hipoteca ligeramente más pequeña que la epiteca, bordes cóncavos, presenta dos cuernos antapicales pequeños. Cingulum ecuatorial.

Medidas: 83.09 μm de ancho y 87.91 μm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

***Protoperidinium* sp. 2**

Registros: Gómez-Aguirre 1974, Muciño-Márquez *et al.* 2014, Poot-Delgado 2016.

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño mediano. Epiteca cónica, con bordes rectos, cuello ligeramente elevado. Hipoteca grande, de forma cónica, bordes cóncavos, presenta dos cuernos antapicales pequeños. Cingulum ecuatorial, ligeramente descendente. Sulcus muy profundo.

*Se presentó en una temporada climática (Nortes, 2018).

Protoperidinium cf. elongatum (Meunier) Balech 1974
Fig. M 125. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM; nuevo registro México.

Basiónimo: *Peridinium elongatum* Meunier 1910

Células solitarias, forma cónica-ovalada, tamaño mediano. Epiteca alta, cónica. Hipoteca cóncava, esta comprimida dorsoventralmente. Cingulum ligeramente descendente. No presenta cuernos ni espinas (Balech, 1988). Es una especie marina. Falta definir la fórmula de la teca para confirmar a la especie, se continúa trabajando en ello.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Protoperidinium conicoides (Paulsen) Balech 1973
Fig. M 126. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium conicoides* Paulsen 1905

Sinónimos: *Chytroeisphaeridia simplicia* Wall 1965; *Brigantedinium simplex* (Wall) P. C. Reid 1977.

Localidad tipo: Islandia y las Islas Feroe.

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño pequeño. Epiteca cónica, tiene un cuello incipiente. Hipoteca cóncava, presenta una muesca antapical ligera, tiene dos espinas antapicales pequeñas. Sulcus ancho. Comprimida dorsoventralmente (Balech, 1988). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 45.43 µm de ancho y 49.23 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

Protoperidinium excentricum (Paulsen) Balech 1974
Fig. M 127-128. Anexo II

Registro: Poot-Delgado 2016.

Basiónimo: *Peridinium excentricum* Paulsen 1907

Sinónimo: *Peridinium perrieri* Fauré-Fremiet 1908.

Células solitarias, forma discoidal, comprimida anteroposteriormente, tamaño mediano. Epiteca con un cuerno apical. Cingulum ascendente. La hipoteca es más larga del lado izquierdo, en ocasiones presenta una pequeña espina (Balech, 1988). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 61.18 µm diámetro, 58.02 µm de ancho y 40.08 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (secas 2017 / nortes 2018).

***Protoperidinium cf. nudum* (Meunier) Balech 1974**
Fig. M 129. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium nudum* Meunier 1919

Células solitarias, forma pentagonal y simétrica, tamaño pequeño. Epiteca cónica, bordes convexos, no presenta cuernos apicales. Hipoteca redonda, carece de cuernos o espinas antapicales. Cingulum ecuatorial, excavado (Pinzón-Palma, 2015). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 33 µm de ancho y 36.4 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (secas 2017).

***Protoperidinium crassipes* (Kofoid) Balech 1974**
Fig. M 130. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium crassipes* Kofoid 1907

Células solitarias, forma cuadrangular, tamaño grande. Epiteca con cuerno apical cónico, bien definido. Hipoteca tiene dos cuernos cónicos antapicales que terminan en espina divergentes. Cingulum descendente (Okolodkov, 2008). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 33 µm de ancho y 36.4 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017/ nortes 2018).

***Protoperidinium quarnerense* (B. Schröder) Balech 1974**
Fig. M 131. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Peridinium globulus* var. *quarnerense* B. Schröder 1900

Sinónimos: *Peridinium globulus* F. Stein 1883; *Protoperidinium globulus* var. *quarnerense* (B. Schröder) Krachmalny 1993.

Células solitarias, forma esférica, tamaño pequeño a mediano, ligeramente anteroposteriormente. Epiteca con un cuerno apical corto, bien definido, bien definido. Hipoteca tiene dos espinas antapicales delgadas, poco divergentes. Cingulum ascendente (Okolodkov, 2008). Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 34.11 µm de ancho y 39.37 µm de largo.

*Se presentó en dos temporadas climáticas (lluvias 2017 y nortes 2018).

Protoperidinium leonis (Pavillard) Balech 1974
Fig. M 132. Anexo II

Registros: De los Santos-González 2018.

Basiónimo: *Peridinium leonis* Pavillard 1916

Sinónimos: *Peridinium saltans* Pavillard 1915; *Trinovantedinium concretum* P. C. Reid 1977; *Quinquecuspis concretum* (P. C. Reid) Head 1993.

Localidad tipo: Golfo de León, Francia.

Células solitarias, forma pentagonal, tamaño mediano a grande. Epiteca cónica, sin cuerno apical. Hipoteca con dos cuernos ligeramente divergentes, y con terminación en espinas. Cingulum ligeramente descendente. Tecas muy ornamentadas y con estrías. Es una especie marina. Cosmopolita.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Género ***Kolkwitziella*** Er. Lindemann

***Kolkwitziella* sp.** Er. Lindemann, 1919
Fig. M 133. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM; nuevo registro México.

Basiónimo: *Glenodinium acutum* Apstein 1896

Sinónimos: *Diplopsalis acuta* (Apstein) Entz 1904; *Peridinium latum* Paulsen 1908; *Kolkwitziella salebrosa* Lindemann 1919; *Entzia acuta* (Apstein) Lebour 1922; *Kolkwitziella salebrosa* var. *gibbera* Lindemann 1924; *Kolkwitziella gibbera* (Lindemann) Lindemann 1928; *Apsteinia acuta* (Apstein) Abé 1981 (nom. nudum).

Células solitarias, forma cónica, tamaño pequeño y comprimida. La epiteca ligeramente más larga que la hipoteca. Epiteca cónica, con bordes rectos. Hipoteca semiesférica, aplanada, bordes convexos. Cingulum ecuatorial, sin desplazamiento, presenta un velo sulcal de lado izquierdo de la hipoteca. Es una especie estuarina.

Medidas: 37.4 µm de ancho y 26 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Familia **Peridiniopsidaceae** Gottschling, Kretschmann & Zerdoner Casalan
Género ***Parvodinium*** Carty

***Parvodinium* sp.** Carty, 2008
Fig. N 134. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Células solitarias, forma ovoide a pentagonal, tamaño pequeño. La mayoría son fotosintéticos, con plastidios de color amarillo dorado. Cingulum ancho, la hipoteca es ligeramente más pequeña que la epiteca. Presenta un poro apical amplio y grande.

(AlgaeBase, 2023). Es una especie de agua dulce. Cosmopolita. Falta definir algunas tecas, para definir a la especie.

Medidas: 36.27 μm de ancho y 38.51 μm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Orden **Thoracosphaerales** Tangen 1982

Familia **Thoracosphaeraceae** Kamptner

Género **Scrippsiella** Balech

Scrippsiella acuminata (Ehrenberg) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S. Soehner, Kirsch, Kusber & Gottschling 2015

Fig. N 135. Anexo II

Registros: Muciño-Márquez *et al.* 2014.

Basionimo: *Peridinium acuminatum* Ehrenberg 1836

Sinónimos: *Heteraulacus acuminatus* (Ehrenberg) Diesing 1850; *Heteroaulax acuminata* (Ehrenberg) Diesing 1866; *Goniodoma acuminatum* (Ehrenberg) F.Stein 1883; *Glenodinium acuminatum* (Ehrenberg) Jørgensen 1899; *Yesevius acuminatus* (Ehrenberg) Özdikmen 2009.

Localidad tipo: Alemania, mar Báltico.

Células solitarias, forma oval, tamaño pequeño a mediano. La epiteca e hipoteca son del mismo tamaño. Epiteca cónica, con bordes rectos. Hipoteca semiesférica, bordes convexos. Cingulum ecuatorial, sin desplazamiento (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Es una especie marina. Cosmopolita

Medidas: 21.54-37.34 μm de ancho y 25.49-53.02 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Scrippsiella spinifera G. Honsell & M. Cabrini 1991

Fig. N 136. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Células solitarias, forma oval, tamaño pequeño a mediano. Epiteca cónica, con bordes rectos. Hipoteca trapezoidal con dos espinas pequeñas y cortas. Cingulum ligeramente descendente. Tecas con poros. Es una especie marina. Cosmopolita.

Localidad tipo: Golfo de Trieste, norte del mar Adriático, Italia.

Medidas: 23.73-28.58 μm de ancho y 33.36-37.23 μm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Género *Thoracosphaera* Kamptner

Thoracosphaera heimii (Lohmann) Kamptner 1944

Fig. N 137. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT; nuevo registro GM.

Basiónimo: *Syracosphaera heimii* Lohmann 1920

Sinónimo: *Thoracosphaera pelagica* Kamptner 1927.

Localidad tipo: océano Atlántico.

Células solitarias, forma vegetativa cocoide y calcárea, tamaño pequeño. Forma esférica, cubiertas de gránulos y poroides que perforan la célula (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina. Cosmopolita.

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

Orden **Gymnodiniales** Apstein 1909

Familia **Kareniaceae** Bergholtz, Daugbjerg, Moestrup & Fernández-Tejedor

Género **Karlodinium** J.Larsen

Karlodinium sp. J. Larsen, 2000

Fig. N 138. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Células solitarias, dinoflagelados desnudos, fotosintéticos, tamaño pequeño. Epicono, más pequeño que el hipocono. Anfiesma con conjuntos de estructuras en forma de tapón de forma hexagonal. Presentan un poro ventral. Surco apical recto. Son especies marinas. Cosmopolitas (AlgaeBase, 2023).

Medidas: 11.81 µm de ancho y 14.09 µm de largo.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Género **Karenia** Gert Hansen & Moestrup

Karenia sp. Gert Hansen & Moestrup, 2000

Fig. N 139. Anexo II

Registros: Poot-Delgado, 2016.

Dinoflagelados desnudos. Células solitarias, fotosintéticos su principal pigmento es la fucoxantina. Núcleo celular sin cámaras de envoltura y cápsula nucleares, Sulcus recto. Tamaño pequeño a mediano. Especies de importancia ecológica ya que generan toxinas y producen FAN. Son especies marinas. Cosmopolitas (AlgaeBase, 2023).

Medidas: -

*Se presentó en una temporada climática (lluvias 2017).

Karenia cf. mikimotoi (Miyake & Kominami ex Oda) Gert Hansen & Moestrup 2000

Fig. N 140. Anexo II

Registros: Poot-Delgado, 2016.

Basiónimo: *Gymnodinium mikimotoi* Miyake & Kominami ex Oda 1935

Sinónimo: *Gymnodinium nagasakiense* H. Takayama & M. Adachi 1985

Localidad tipo: Bahía de Gokasho, Japón.

Dinoflagelados desnudos. Células solitarias, forma circular y aplanadas dorsoventralmente, tamaño pequeño. Epicono semiesférico, más pequeño que el hipocono. Cingulum excavado. Produce toxinas hemolíticas, como gymnodina y sustancias reactivas de oxígeno (Aké-Castillo et al., 2019). Especie marina o de agua dulce. Cosmopolita.

*Se presentó en una temporada climática (nortes 2018).

Familia **Gymnodiniaceae** Lankester

Género **Akashiwo** G.Hansen & Moestrup

Akashiwo sanguinea (K.Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup 2000

Fig. N 141-143. Anexo II

Registros: Poot-Delgado 2016.

Basiónimo: *Gymnodinium sanguineum* K.Hirasaka 1922

Sinónimos: *Gymnodinium splendens* Lebour 1925; *Gymnodinium nelsonii* G.W.Martin 1929.

Localidad tipo: Océano Pacífico NO, Kozusa-ura: Bahía de Gokasho, Japón.

Dinoflagelados desnudos. Células solitarias, forma pentagonal larga, tamaño mediano. Epicono esférico, hipocono compuesto por dos lóbulos triangulares. Sulcus estrecho, ecuatorial. Cingulum excavado y poco descendente (Aké-Castillo et al., 2019). Algunos organismos presentaron los lóbulos más alargados. Es una especie marina. Cosmopolita.

Medidas: 21-54.65 µm de ancho y 35.58-87.82 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Género **Gymnodinium** F.Stein

***Gymnodinium* spp.** F. Stein, 1878

Fig. N 144. Anexo II

Registros: Licea & Santoyo 1991, Poot-Delgado 2016.

Dinoflagelados desnudos. Células solitarias o en cadena, formas variadas: globular, comprimidas dorsoventral o lateralmente. Algunas especies forman quistes temporales. Su anfiesma puede ser suave o rígido, estriado o puntuado. pentagonal larga, tamaño mediano. Cingulum más o menos ecuatorial. Algunas especies tienen un estigma, otras tricoquistes. Especies de agua dulce, marinas, salobres. Cosmopolitas (AlgaeBase, 2023).

Medidas: -

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Gymnodinium cf. catenatum H. W. Graham 1943
Fig. Ñ 145-146. Anexo II

Registros: Poot-Delgado 2016.

Localidad tipo: Océano Pacífico NE: Golfo de California, México.

Dinoflagelados desnudos. Células solitarias o en cadenas largas o cortas, forma redonda, tamaño mediano. Epicono con forma de campana, hipocono estrangulado por el sulcus. Cingulum profundo, sulcus con desfase muy notable. Núcleo grande y al centro (Hernández-Becerril *et al.*, 2021). Es una especie marina. Cosmopolita.

Potencialmente tóxico.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017).

Familia **Warnowiaceae** Lindemann
Género **Warnowia** Lindemann

***Warnowia* spp.**

Registros: Nuevo registro LT.

Dinoflagelados desnudos. Células solitarias, formas con cuerpo de torsión, tamaño pequeñas a grandes. Cingulum da más de una vuelta. Sulcus torcido, rodea el cuerpo en algunas especies más de una vez. El cingulum y el sulcus terminan cerca del polo posterior, en donde se localiza una protuberancia o tentáculo algo flexible. Estos organismos se caracterizan por tener un oceloide conspicuo, el cual se compone por un lente, un retinoide y una capa de pigmento. Pueden o no presentar cloroplastos, algunas especies son mixótrofas. Especies de aguas tropicales a árticas. Cosmopolitas (AlgaeBase, 2023).

Medidas: -

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas 2017 / nortes 2018).

Warnowia cf. polyphemus (Pouchet) J. Schiller 1933
Fig. Ñ 147. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basionimo: *Gymnodinium polyphemus* Pouchet 1885

Sinónimo: *Pouchetia polyphemus* (Pouchet) Kofoid & Swezy 1921.

Dinoflagelados desnudos. Células solitarias, forma con cuerpo de torsión, tamaño medianas a grandes. Se caracteriza a la especie por el cingulum que da dos vueltas a la célula, mientras que el sulcus solo media vuelta. El oceloide se localiza en la mitad superior del organismo (Meave del Catillo y Zamudio-Resendiz, 2014). Especies de agua dulce, marinas, salobres. Cosmopolitas

Medidas: 179.38 µm de largo.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas 2017 / nortes 2018).

Familia **Gyrodiniaceae** Moestrup & Calado
Género **Gyrodinium** Kofoid & Swezy

Gyrodinium spp. Kofoid & Swezy, 1921, nom. cons.
Fig. N° 148. Anexo II

Registros: Licea & Santoyo 1991, Poot-Delgado 2016.

Dinoflagelados desnudos. Células solitarias, forma globular a fusiforme, tamaño pequeño a grande. Forman quistes temporales. Cingulum desplazado, da una vuelta y media a la célula. Sulcus restringido al hipocono o extendido al epicono. Anfiesma delicado a rígido, liso o con estrías. Núcleo en algunas especies encerrado por una lámina perinuclear visible. Cloroplastos ausentes o presentes, pueden ser mixótrofos, autótrofos o heterótrofos. Algunas especies como *Gyrodinium* cf. *nagasakiense* genera toxinas. Especies de agua dulce, marinas, salobres. Cosmopolitas (AlgaeBase, 2023).

Medidas: -

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (lluvias 2017 / nortes 2018).

Gyrodinium cf. spirale (Bergh) Kofoid & Swezy
Fig. N° 149. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Gymnodinium spirale* Bergh 1881

Sinónimo: *Spirodinium spirale* (Bergh) Schütt 1896.

Localidad tipo: Dinamarca.

Dinoflagelados desnudos. Células solitarias, forma fusiforme, tamaño grande. Forman quistes temporales. Cingulum desplazado, da una vuelta y media a la célula. Sulcus restringido al hipocono o extendido al epicono. Anfiesma con estrías. Epicono triangular, borde apical agudo. Hipocono agudo con muchas vacuolas. Cingulum con desplazamiento 1/3 de la longitud del organismo (Aké-Castillo *et al.*, 2019). Especie marina. Cosmopolita.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas 2017).

Familia **Polykrikaceae** Kofoid & Swezy
Género **Polykrikos** Bütschli

Polykrikos spp. Bütschli, 1873
Fig. N° 150. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Dinoflagelados desnudos. Células que poseen una morfología pseudocolonial, forma cadenas (zooides). Especies marinas, de agua dulce y salobre (Meave del Catillo y Zamudio-Resendiz, 2014). Cosmopolitas.

Medidas: -

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas 2017 / nortes 2018).

Familia **Dinophyceae familia incertae sedis**
Género **Qia** T. Liu, K. N. Mertens & H. Gu

Qia lebouriae (Nie) T. T. Liu, K. N. Mertens & H. Gu 2015
Fig. N° 151-153. Anexo II

Registros: Nuevo registro LT.

Basiónimo: *Diplopsalis lenticula* var. *lebouriae* Nie 1943

Sinónimos: *Diplopsalis lebouriae* (Nie) Balech 1967; *Dissodium lebouriae* (Nie) Loeblich 1970.

Localidad tipo: China.

Células de tamaño mediano, más larga que ancha, forma esférica. Epiteca más corta que la hipoteca, presenta tres placas apicales, la placa 1' es rómbica y ancha, presenta una placa intercalar anterior de forma hexagonal, en la mitad de la porción dorsal de la epiteca. Hipoteca con cinco placas precingulares y una placa antapical. Cingulum desplazado, ligeramente ascendente, tiene una aleta sin refuerzos. Sulcus con una aleta en el lado izquierdo y una placa sulcal pequeña (Pinzón-Palma, 2015). Especie marina. Cosmopolitas.

*Se presentó en las tres temporadas climáticas (secas y lluvias 2017 / nortes 2018).

Para todas las especies y géneros identificados se reconoció su tipo de nutrición (fig. 8), siendo los dinoflagelados heterótrofos (49.6%) los más abundantes para la laguna, seguidos de los autótrofos (34.7%) y en menores abundancias se encontraron los mixótrofos (15.7%).

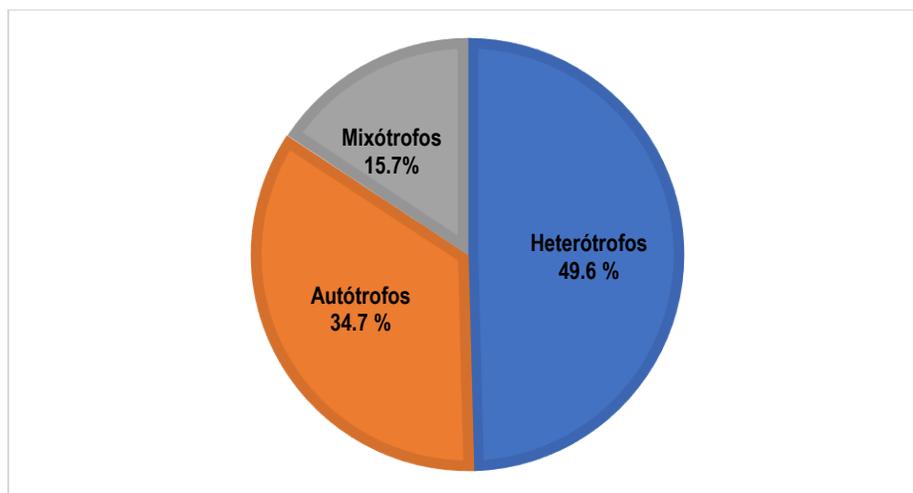


Figura 8. Tipo de nutrición en dinoflagelados (%).

Se realizó una lista de las especies con potencial tóxico y nocivo encontrados en las tres temporadas de la laguna de Términos. Se determinaron 17 especies tóxicas distribuidas en las estaciones de muestreo para las tres temporadas climáticas, y 18 con potencial nocivo (tabla 2).

Tabla 2. Dinoflagelados con potencial tóxico y nocivo presentes en la laguna de Términos. STX=Saxitoxinas, NTX= Neurotoxinas, PTX = Pectenotoxinas, YTX = Yesotoxinas, HEM = Toxinas hemolíticas, DTX = Dinophysistoxinas, CTX= Citotoxinas, AO = Ácido okadaico, FAT = Toxina de rápida acción, ROS = Especies reactivas de oxígeno.

ESPECIE	TÓXICO	NOCIVO	TOXINA	SINDROME
<i>Alexandrium minutum</i>	❖		STX / análogos	PSP
<i>Alexandrium tamarense</i>	❖		STX / análogos	PSP
<i>Alexandrium monilatum</i>	❖		NTX / HEM	NSP
<i>Alexandrium catenella</i>	❖		STX / análogos	PSP
<i>Alexandrium cf. balechii</i>	❖		STX / análogos	PSP
<i>Lingulodinium polyedra</i>	❖		NTX / YTX	NSP
<i>Protoceratium reticulatum</i>	❖		NTX / YTX	NSP
<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>bahamense</i>	❖		STX/ análogos	PSP
<i>Dinophysis caudata</i>	❖		STX / análogos / DTX / PTX	DSP
<i>Dinophysis acuminata</i>	❖		STX / análogos/ DTX	DSP
<i>Prorocentrum mexicanum</i>	❖		FAT/ HEM	-
<i>Prorocentrum lima</i>	❖		DTX / AO	DSP
<i>Prorocentrum rhathymum</i>	❖		DTX / AO	DSP
<i>Prorocentrum cordatum</i>	❖		HEM	-
<i>Karenia spp</i>	❖		NTX / YTX	NSP
<i>Karenia cf. mikimotoi</i>	❖		HEM / CTX / ROS	-
<i>Gymnodinium cf. catenatum</i>	❖		STX/ análogos	PSP
<i>Gonyaulax spinifera</i>	❖		YTX	-
<i>Tripos fusus</i>		❖		
<i>Tripos furca</i>		❖		

<i>Triplos hircus</i>	❖
<i>Phalacroma oxytoxoides</i>	❖
<i>Phalacroma equalanti</i>	❖
<i>Prorocentrum koreanum</i>	❖
<i>Prorocentrum micans</i>	❖
<i>Prorocentrum gracile</i>	❖
<i>Prorocentrum compressum</i>	❖
<i>Gonyaulax polygramma</i>	❖
<i>Ensiculifera mexicana</i>	❖
<i>Heterocapsa cf. rotundata</i>	❖
<i>Oxytoxum laticeps</i>	❖
<i>Peridinium quadridentatum</i>	❖
<i>Protoperidinium divergens</i>	❖
<i>Scrippsiella acuminata</i>	❖
<i>Scrippsiella spinifera</i>	❖
<i>Akashiwo sanguinea</i>	❖
<i>Gyrodinium cf. spirale</i>	❖

La agricultura circundante, los asentamientos humanos, así como otras influencias antropogénicas aparentemente han comenzado a repercutir en la biología de las especies, debido a que se identificaron 6 especies de dinoflagelados con teratologías, en las tres temporadas climáticas secas 2017 (E1, E7 y E8), lluvias 2017 (E2, E3 y E8) y nortes 2018 (E1, E2, E3, y E7) (figura 10).

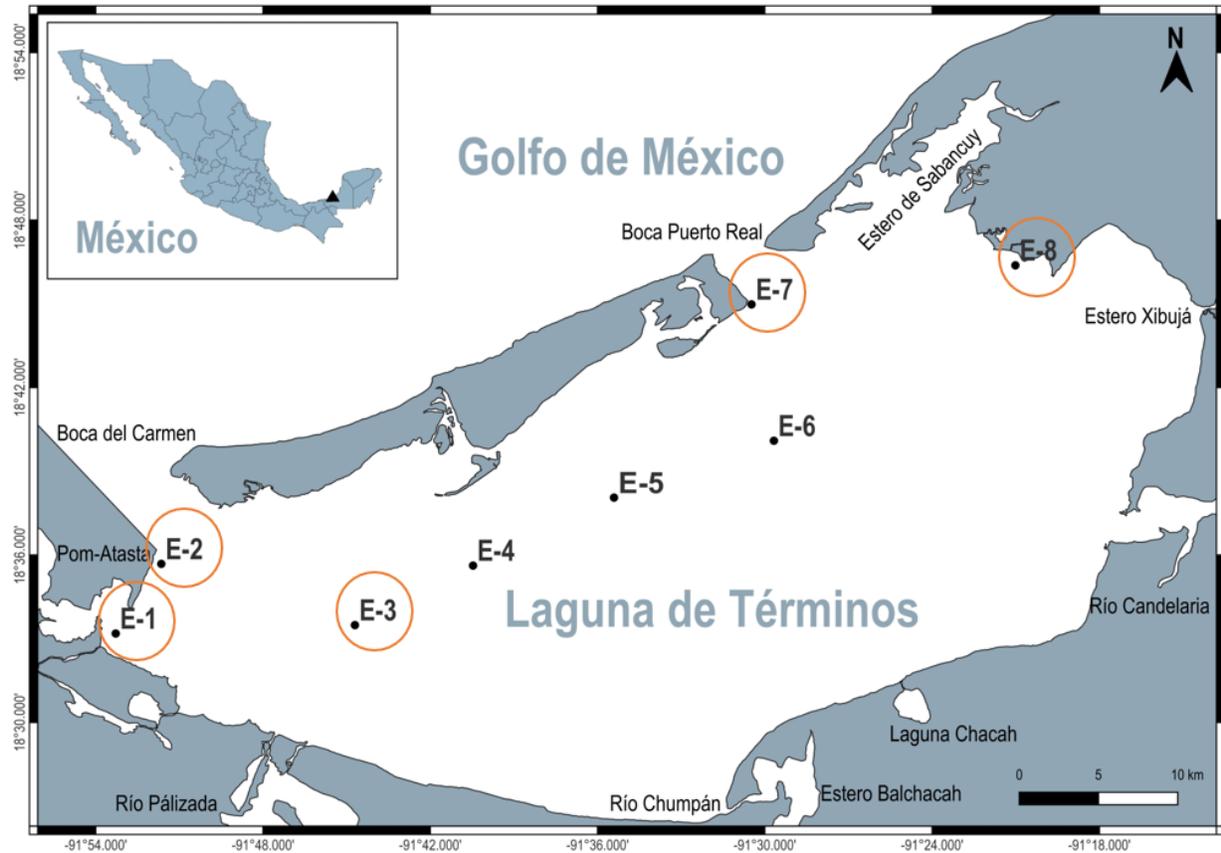


Figura 10. Distribución de especies teratológicas en las tres temporadas climáticas presentes en laguna de Términos.

Una de las especies que presentó mayores teratologías en las tres temporadas climáticas fue la especie *Tripes hircus*, como la presencia de un cuerno extra y cambios en la morfología normal de la epiteca e hipoteca, así como deformaciones en sus cuernos (fig. 11), *Tripes fusus* presentó deformaciones en el cuerno de la epiteca, *Prorocentrum koreanum* presentó malformaciones en las valvas, *Dinophysis caudata* mostró teratología en la elongación del ápice y en las valvas, *Pyrophacus horologium* presentó malformaciones tanto en la epiteca como en la hipoteca y *Protoperidinium* presentó una especie que podría tratarse de *Protoperidinium cf. concinnum* pero con un solo cuerno (fig. 12), y *Protoperidinium cf. claudicans* con la presencia de una teca extra en la epiteca (fig. 13).

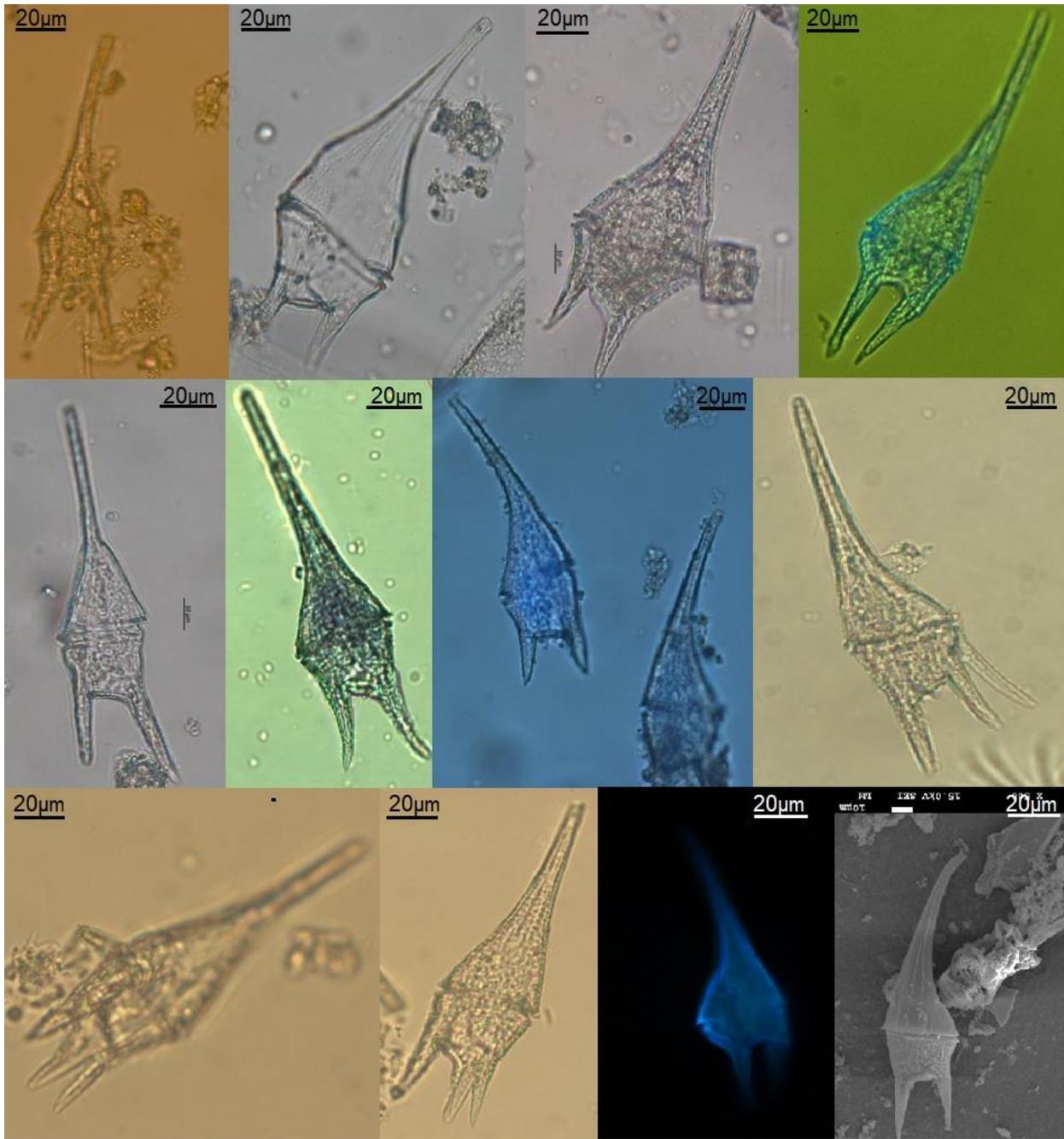


Figura 11. *Tripes hircus* con teratologías identificado en la laguna de Términos.

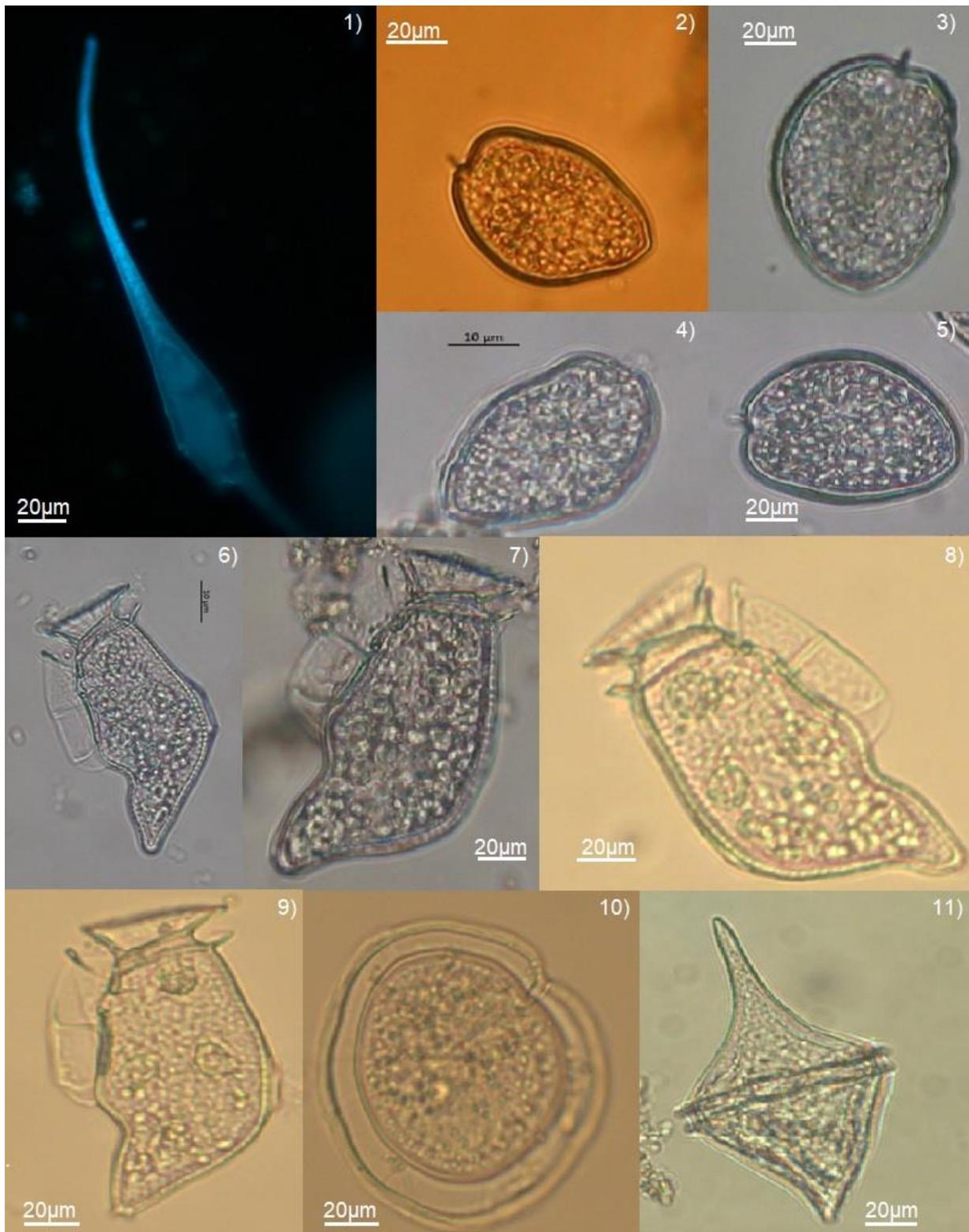


Figura 12. Diferentes especies de dinoflagelados con teratologías en la laguna de Términos. 1) *Triplos fusus*; 2)- 5) *Prorocentrum koreanum*; 6) - 9) *Dinophysis caudata*; 10) *Pyrophacus horologium* y 11) *Protoperidinium* sp.

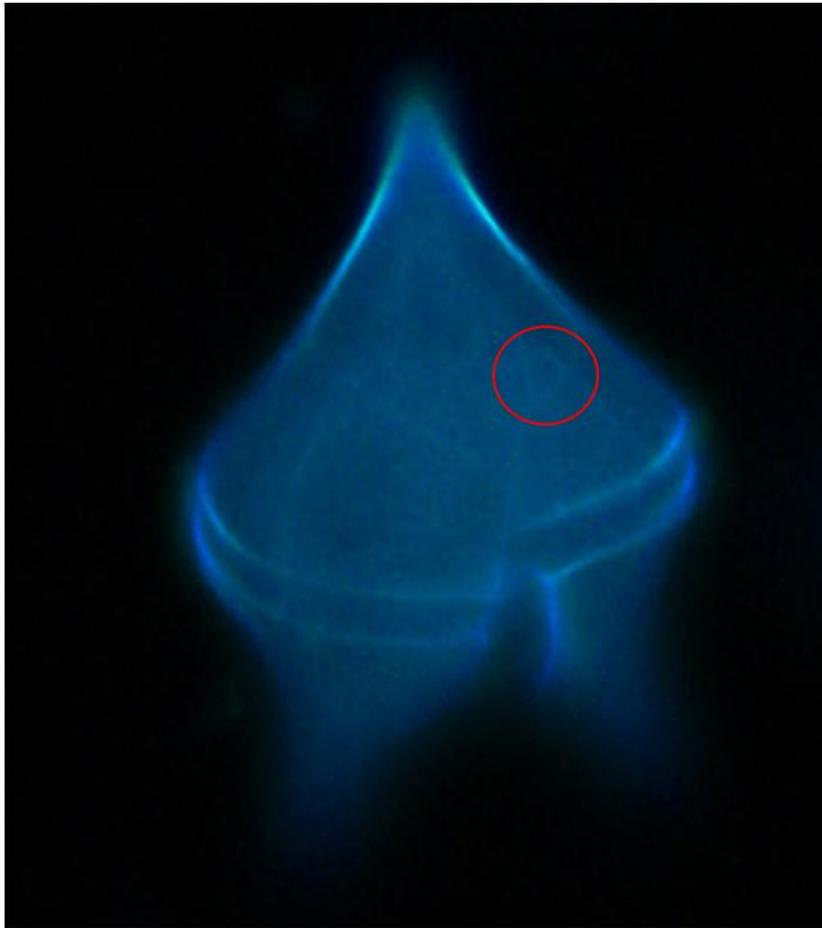


Figura 13. Presencia de una teca extra en un dinoflagelado del género *Protoperidinium*, probablemente se trate de *P. cf. claudicans* en la laguna de Términos.

En laguna de Términos se presentaron las especies teratológicas de dinoflagelados bajo las siguientes condiciones ambientales en cada temporada climática (tabla 3):

Tabla 3. Valores de las condiciones ambientales en la LT durante las diferentes épocas

*Secas 2017

Estación	Salinidad	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (m)	% O ₂	NH ₄ ⁺ (μM)	NO ₃ ⁻ (μM)	NO ₂ ⁻ (μM)	PO ₄ ³⁻ (μM)	SiO ₂ (μM)
1	31	31	7.49	2.5	59.83	0.02	0.40	0.25	3.22	2.43

7	23	30	7.76	1	108.26	0.02	0.32	0.63	3.06	0.01
8	33	31	7.4	0.5	84.54	18.01	0.92	0.65	10.48	8.54

*Lluvias 2017

Estación	Salinidad	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (m)	% O ₂	NH ₄ ⁺ (μM)	NO ₃ ⁻ (μM)	NO ₂ ⁻ (μM)	PO ₄ ³⁻ (μM)	SiO ₂ (μM)
2	25	32	8.3	0.8	102.21	2.59	0.59	0.15	3.23	9.63
3	25	32	8.09	3.4	110.72	1.83	0.40	0.11	3.49	4.9
8	15	31	8.1	0.7	48.3	0.32	0.59	0.09	3.54	10.64

*Nortes 2018

Estación	Salinidad	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (m)	% O ₂	NH ₄ ⁺ (μM)	NO ₃ ⁻ (μM)	NO ₂ ⁻ (μM)	PO ₄ ³⁻ (μM)	SiO ₂ (μM)
1	12	25.2	8.52	3.9	83.85	15.42	0.27	0.14	34.48	5.29
2	22	25.6	8.39	0.7	90.88	5.70	0.32	0.32	36.66	10.26
3	15	25.8	8.37	3.2	91.58	7.25	0.15	0.02	41.74	6.96
7	35	24.4	8.34	0.5	95.25	6.20	0.38	0.19	39.89	2.81

En la temporada de secas 2017 para la estación 8 es en donde se encuentran los valores más elevados de NH₄⁺ (18.01 μM) y PO₄³⁻ (10.48 μM) (tabla 3) siendo aquí más evidentes los cambios en la morfología de *T. hircus* con la aparición de un cuerno extra; en las estaciones 1 y 7 los valores en los nutrientes son más bajos, a excepción de los PO₄³⁻ que presentan valores de 3.06 – 3.22 μM y la temperatura que se presentó con valores elevados 30-31 °C, siendo estos parámetros los que probablemente generen los cambios

en la morfología de las especies de dinoflagelados para la temporada. Lluvias 2017 presenta valores ligeramente más elevados en todos los parámetros ambientales a diferencia de secas 2017 (tabla 3); siendo los SiO₂ (4.9-10.64 μM), los PO₄³⁻ (3.23-3.54 μM), el pH (8) y la temperatura (31-32 °C) son los parámetros con valores más elevados y probablemente los que en esta temporada generen los cambios morfológicos en las especies como *Dinophysis caudata*, *Pyrophacus horologium* y *Prorocentrum koreanum*. En nortes 2018 (tabla 3), se encontraron las especies teratológicas en más estaciones y es también en la temporada en donde se encuentran los valores más elevados de PO₄³⁻ (34.48 – 41.74μM), a diferencia de las otras temporadas este nutriente es el que probablemente este indicando los cambios morfológicos en las especies; cabe mencionar, que las estaciones en donde se encontraron teratologías en los dinoflagelados están ubicadas en la entrada de agua de Pom-Atasta y Boca de Carmen estaciones que podrían estar cerca de afluentes de aguas residuales de los asentamientos urbanos estaciones en donde los valores de PO₄³⁻ son elevados, confirmando que posiblemente este factor sea indicativo de los cambios que presentan los organismos. La estación 3 está cerca de la entrada de agua del río Páizada a la laguna, si bien en esta estación los valores de nutrientes y los parámetros físicos a excepción de la temperatura no son elevados se necesitan más muestreos para conocer porque los dinoflagelados están presentando estos cambios en su morfología. La estación 7 está localizada en Boca de Puerto Real y la estación 8 en lo que los pobladores de la laguna conocen como Punta Piedra, estas zonas no están cerca de asentamientos humanos pero es importante mencionar que la laguna de Términos es muy dinámica por lo que las corrientes y la circulación pueden ser la causa de los altos valores de PO₄³⁻ por los cuales, tal vez, se presentan teratologías en las especies, es importante continuar con estudios más robustos, ya que la presencia de estos organismos teratológicos podrían considerarse como bioindicadores para la laguna.

Identificación de los taxa de dinoflagelados por temporada climática y su relación con los parámetros fisicoquímicos.

Tabla 4. Especies de dinoflagelados por temporada climática.

ESPECIE DE DINOFLAGELADO	SECAS 2017	LLUVIAS 2017	NORTES 2018
1. <i>Dinophysis caudata</i>		*	*
2. <i>Dinophysis acuminata</i>			*
3. <i>Dinophysis siankanensis</i>	*	*	
4. <i>Phalacroma oxytoxoides</i>	*	*	*
5. <i>Phalacroma equalanti</i>	*	*	*
6. <i>Tripos hircus</i>	*	*	*
7. <i>Tripos fusus</i>	*	*	*
8. <i>Tripos furca</i>	*	*	*
9. <i>Tripos kofoidii</i>		*	*
10. <i>Tripos trichoceros</i>	*		*
11. <i>Tripos macroceros</i>	*	*	*

12. <i>Tripos massiliense</i>			*
13. <i>Tripos muelleri</i>		*	
14. <i>Tripos brevis</i>	*	*	
15. <i>Tripos lineatus</i>		*	
16. <i>Gonyaulax spinifera</i>	*	*	*
17. <i>Gonyaulax turbynei</i>	*	*	*
18. <i>Gonyaulax scrippsae</i>	*		*
19. <i>Gonyaulax digitale</i>	*	*	*
20. <i>Gonyaulax polygramma</i>	*		
21. <i>Alexandrium minutum</i>	*	*	*
22. <i>Alexandrium tamarense</i>	*	*	*
23. <i>Alexandrium monilatum</i>	*	*	*
24. <i>Alexandrium catenella</i>	*	*	*
25. <i>Alexandrium cf. balechii</i>	*	*	
26. <i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>bahamense</i>	*	*	*
27. <i>Pyrophacus horologium</i>	*	*	*
28. <i>Pyrophacus steinii</i>		*	
29. <i>Lingulodinium polyedra</i>	*	*	*
30. cf. <i>Sourniea diacantha</i>	*	*	*
31. <i>Protoceratium reticulatum</i>	*	*	*
32. <i>Pentaplagodinium</i> sp.	*	*	*
33. <i>Prorocentrum koreanum</i>	*	*	*
34. <i>Prorocentrum micans</i>	*	*	*
35. <i>Prorocentrum mexicanum</i>	*		*
36. <i>Prorocentrum gracile</i>		*	*
37. <i>Prorocentrum compressum</i>			*
38. <i>Prorocentrum lima</i>		*	*
39. <i>Prorocentrum rhathymum</i>			*
40. <i>Prorocentrum cordatum</i>			*
41. <i>Ensiculifera mexicana loeblichii</i>	*	*	*
42. <i>Matsuokaea</i> cf. <i>loeblichii</i>		*	
43. cf. <i>Pentapharsodinium</i> sp.		*	
44. <i>Heterocapsa</i> spp.	*	*	*
45. <i>Heterocapsa</i> cf. <i>rotundata</i>		*	
46. <i>Oxytoxum laticeps</i>		*	
47. <i>Peridinium quadridentatum</i>		*	*
48. <i>Podolampas palmipes</i>		*	*
49. cf. <i>Boreadinium breve</i>			*
50. <i>Diplopelta asymmetrica</i>	*		
51. <i>Diplopelta parva</i>		*	*
52. <i>Diplopelta</i> cf. <i>steinii</i>	*		
53. <i>Diplopelta</i> cf. <i>bomba</i>	*		
54. <i>Diplopsalis</i> spp.	*	*	*
55. <i>Diplopsalis lenticula</i>	*	*	*

56. <i>Diplopsalis sphaerica</i>	*		
57. <i>Diplopsalopsis orbicularis</i>		*	*
58. <i>Diplopsalopsis ovata</i>	*	*	
59. <i>Gotoius abei</i>		*	
60. <i>Niea acanthocysta</i>	*		
61. <i>Niea torta</i>			*
62. <i>Oblea rotunda</i>			*
63. <i>Preperidinium meunieri</i>			*
64. <i>Protoperidinium abei</i>	*	*	
65. <i>Protoperidinium cf. argentinense</i>	*		
66. <i>Protoperidinium cf. avellana</i>	*		
67. <i>Protoperidinium cassum</i>	*	*	*
68. <i>Protoperidinium claudicans</i>	*	*	*
69. <i>Protoperidinium subinermis</i>	*	*	*
70. <i>Protoperidinium conicum</i>	*	*	*
71. <i>Protoperidinium oviforme</i>	*	*	*
72. <i>Protoperidinium cf. pallidum</i>	*	*	
73. <i>Protoperidinium obtusum</i>	*	*	*
74. <i>Protoperidinium concinnum</i>	*	*	
75. <i>Protoperidinium oceanicum</i>	*	*	*
76. <i>Protoperidinium pentagonum</i>	*	*	*
77. <i>Protoperidinium cf. pellucidum</i>	*	*	
78. <i>Protoperidinium punctulatum</i>	*		
79. <i>Protoperidinium divergens</i>	*	*	*
80. <i>Protoperidinium pyriforme</i>	*	*	*
81. <i>Protoperidinium parapyriforme</i>	*	*	
82. <i>Protoperidinium oblongum</i>	*	*	
83. <i>Protoperidinium venustum</i>	*		
84. <i>Protoperidinium hirobis</i>	*	*	*
85. <i>Protoperidinium cf. solidicorne</i>	*		
86. <i>Protoperidinium cf. granii</i>	*		
87. <i>Protoperidinium divaricatum</i>	*	*	*
88. <i>Protoperidinium thorianum</i>	*	*	*
89. <i>Protoperidinium cf. spirale</i>	*		
90. <i>Protoperidinium cf. decollatum</i>	*		
91. <i>Protoperidinium rectum</i>	*		
92. <i>Protoperidinium latissimum</i>	*	*	*
93. <i>Protoperidinium thulesense</i>	*	*	**
94. <i>Protoperidinium sp. 1</i>	*		
95. <i>Protoperidinium sp. 2</i>			**
96. <i>Protoperidinium cf. elongatum</i>	*		
97. <i>Protoperidinium conicoides</i>	*		
98. <i>Protoperidinium excentricum</i>	*		*
99. <i>Protoperidinium cf. nudum</i>	*		
100. <i>Protoperidinium crassipes</i>	*	*	*
101. <i>Protoperidinium quarnerense</i>		*	*

102. <i>Protoperidinium leonis</i>			*
103. <i>Parvodinium</i> sp.			*
104. <i>Kolkwitzia</i> sp.	*	*	*
105. <i>Scrippsiella acuminata</i>	*	*	*
106. <i>Scrippsiella spinifera</i>	*	*	*
107. <i>Thoracosphaera heimii</i>		*	
108. <i>Karlodinium</i> sp.			*
109. <i>Karenia</i> spp.		*	
110. <i>Karenia</i> cf. <i>mikimotoi</i>			*
111. <i>Akashiwo sanguinea</i>	*	*	*
112. <i>Gymnodinium</i> spp.	*	*	*
113. <i>Gymnodinium</i> cf. <i>catenatum</i>	*	*	
114. <i>Gyrodinium</i> spp.		*	*
115. <i>Gyrodinium</i> cf. <i>spirale</i>	*		
116. <i>Polykrikos</i> spp.	*		*
117. <i>Warnowia</i> spp.	*		*
118. <i>Warnowia</i> cf. <i>polyphemus</i>	*		*
119. <i>Qia lebouraia</i>	*	*	*

Temporada de secas 2017

Se identificaron 73 taxa de dinoflagelados para la temporada de secas 2017 (tabla 4). Estos organismos fueron identificados hasta nivel taxonómico de especie y género dependiendo de cada organismo, debido a que en algunos casos no fue posible identificar el número y posición de placas.

En la temporada de secas 2017, *T. hircus* fue el dinoflagelado más abundante dentro de la zona de influencia marina de la laguna, seguido de el subgrupo de Diplopsaloides, y *P. bahamense* var. *bahamense*, de acuerdo con lo establecido por Meave del Castillo *et al.*, 2012 estas especies están consideradas en la categoría de abundantes; *G. spinifera*, *P. conicum*, *P. concinnum*, *P. subinermis* y *P. koreanum* son clasificadas como comunes, *P. pentagonum*, *P. oceanicum*, *P. divergens* y el género *Alexandrium* spp. se clasificaron como especies escasas. Las demás especies encontradas durante la temporada como *T. brevis*, *P. reticulatum*, *P. horologium*, entre otros tuvieron abundancias relativas menores a 10% por lo que son raros (fig. 14).

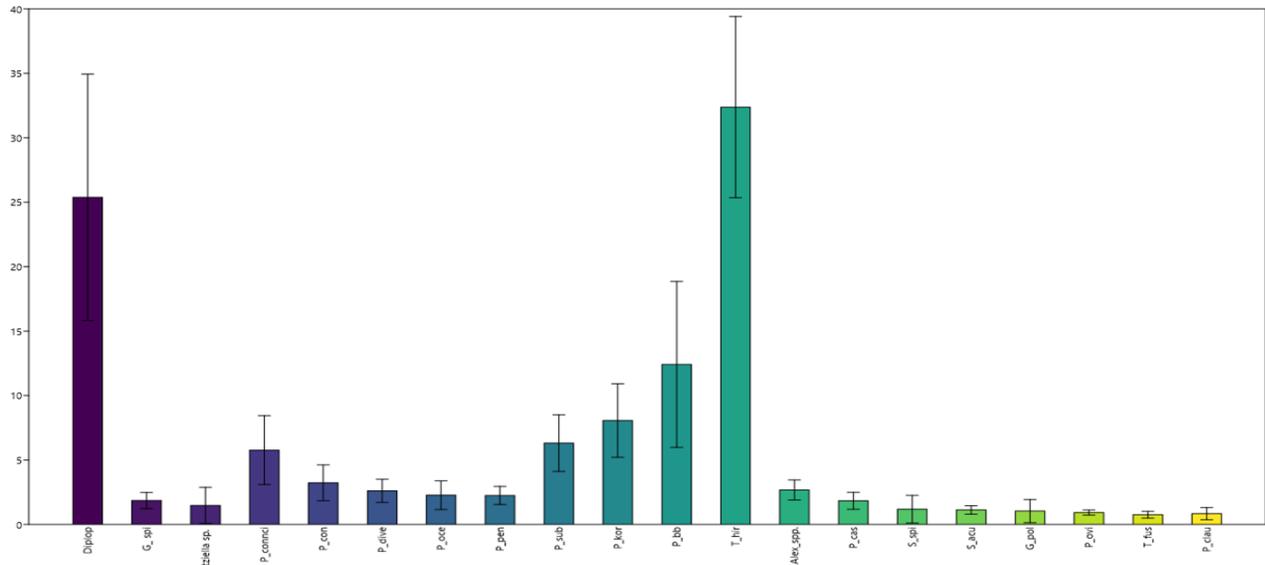


Figura 14. Abundancia Relativa (%), secas 2017.

En el diagrama de Olmstead-Tukey (fig. 15), en color azul se identifica a las especies con potencial nocivo entre los que se encuentran *T. hircus*, *T. fusus*, *P. divergens*, *G. spinifera*, *S. acuminata*, *P. oxytoxoides* y *G. polygramma* como especies dominantes dentro de la zona de influencia marina para secas 2017; en color rojo se identifican a las especies con potencial tóxico como *Alexandrium* spp. y *P. bahamense* var. *bahamense* se encuentran como especies dominantes, al igual que especies como *P. subinermis*, *Diplopsaloides*, *P. pentagonum*, *P. cassum*, *P. horologium*, *P. conicum*, *P. concinnum*, y *P. oceanicum*. Como especies frecuentes se identificaron *G. digitalis* (con potencial nocivo), *P. reticulatum* (con potencial tóxico), *Pentaplagodinium* sp., *D. siakanensis* y *P. abei*. Como especies ocasionales se encuentran *L. polyedra* (con potencial tóxico), *S. spinifera* (con potencial nocivo), *Kolkwitzella* sp., *Heterocapsa* spp. y *P. claudicans*. Entre las especies raras se identificaron a *E. mexicana* (con potencial nocivo), *T. heimii*, *P. cf. nudum*, *P. conicoides*, *Warnowia* spp.

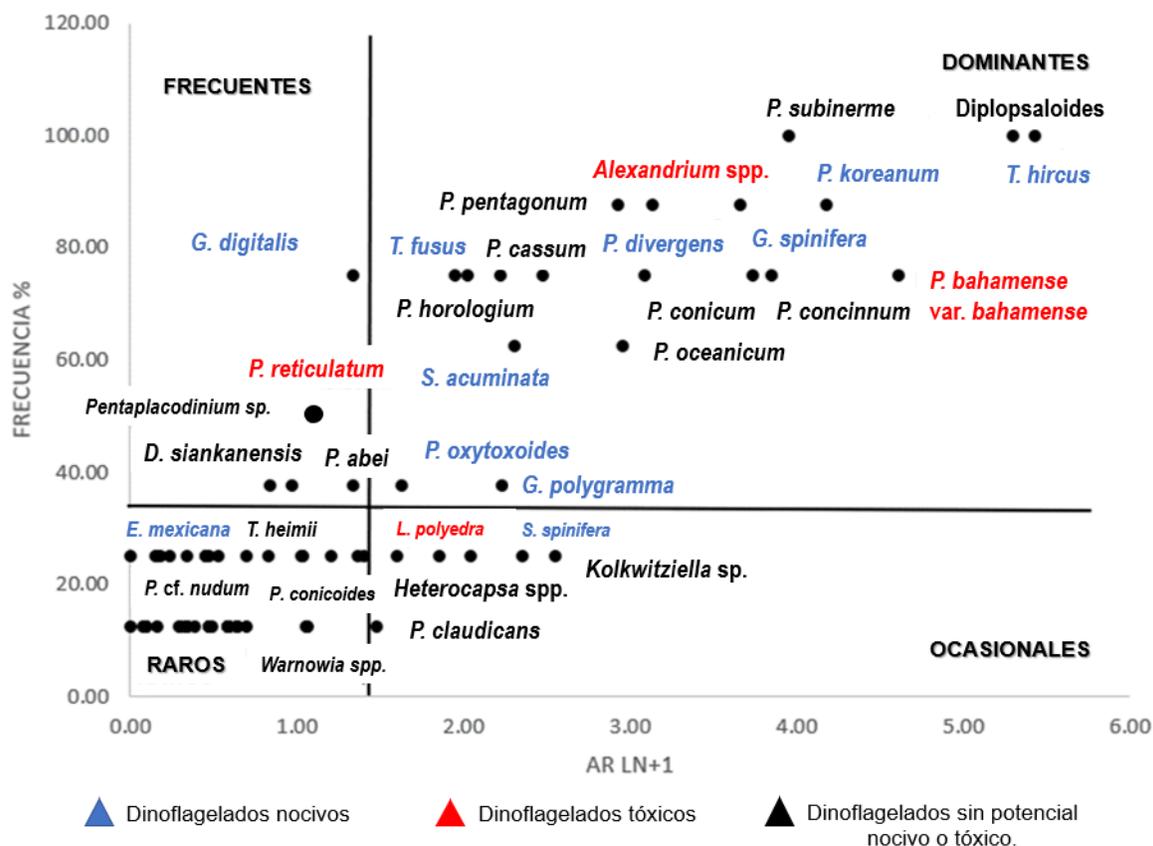


Figura 15. Diagrama de Olmstead-Tukey, secas 2017.

La estación 7 fue la que presentó mayor diversidad de especies, y abundancia relativa, seguida de la estación 6 y 8, respectivamente. Las estaciones con una menor diversidad fueron 5 y 4.

Se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para estudiar cómo se relacionan las especies de dinoflagelados con los parámetros fisicoquímicos en la temporada climática de secas 2017 (fig. 16). *T. fusus*, *P. divergens*, *P. concinnum* y *P. conicum* estuvieron en mayores abundancias en las estaciones 1 y 2, influenciados principalmente por SiO₂, temperatura, y NO₃⁻; mientras que *G. spinifera*, *S. acuminata*, *P. cassum* estuvieron influenciados por altas concentraciones de O₂ %, NH₄⁺, PO₄³⁻ y salinidad, presentando altas abundancias en la estación 8; *P. oviforme*, *P. koreanum*, *P. bahamense* var. *bahamense*, *Kolkwitzella* sp. tuvieron altas abundancias en las estaciones 7 y 4; *Diplopsaloides*, *Alexandrium* spp., *T. hircus*, *P. pentagonum*, *P. claudicans*, *P. subinermis*, *G. polygramma* se encontraron con abundancias altas en las estaciones 3, 5 y 6.

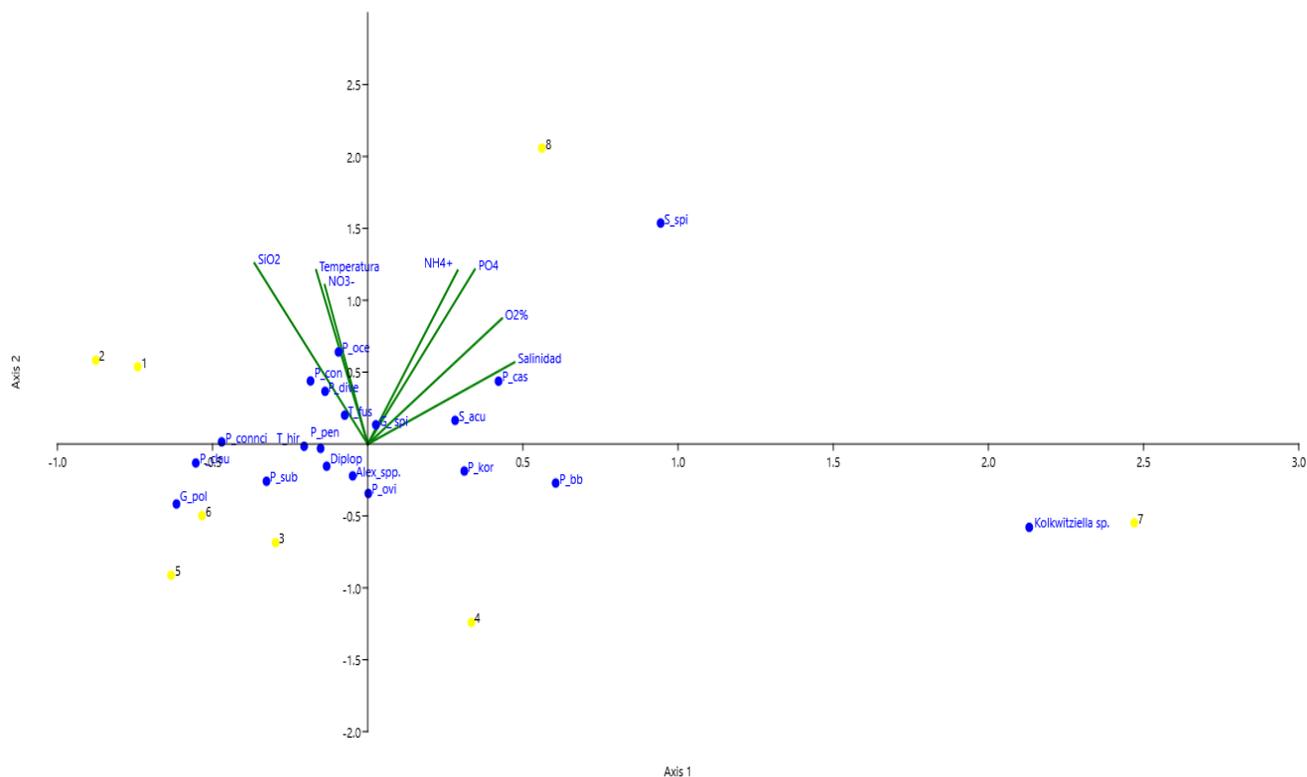


Figura 16. Biplot del análisis de CCA, para secas 2017.

Temporada de Lluvias 2017

Se identificó un total de 67 taxa de dinoflagelados para la temporada de lluvias 2017 (tabla 4).

En la temporada de lluvias 2017, *T. hircus* fue el dinoflagelado más abundante de la laguna, seguido de *G. spinifera* y *P. bahamense* var. *bahamense* que, de acuerdo con lo establecido por Meave del Castillo *et al.*, 2012 son especies consideradas en la categoría de abundantes; *T. fusus*, *P. conicum*, *Diplopsaloides*, *Alexandrium* spp., *P. horologium* y *P. koreanum* son clasificadas como comunes, *P. cassum*, *P. oceanicum*, *P. steinii* y *S. acuminata* se clasificaron como especies escasas. Las demás especies encontradas durante la temporada como *T. macroceros*, *P. reticulatum*, *Kolkwitzella* sp., entre otros tuvieron abundancias relativas menores a 10% por lo que son especies raras (fig. 17).

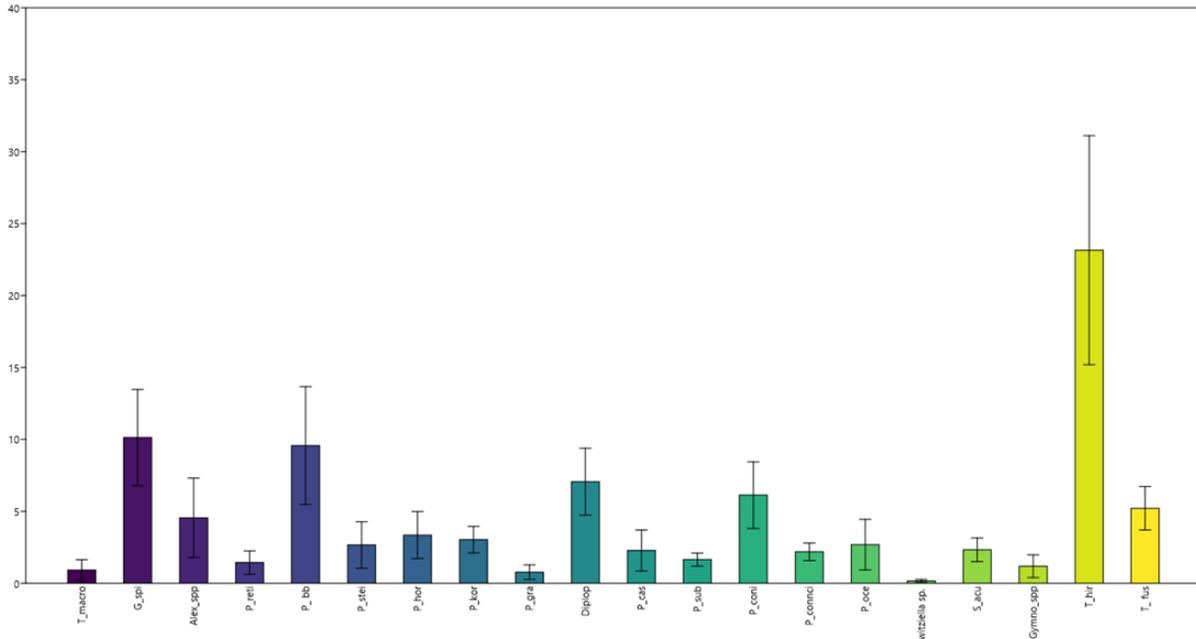


Figura 17. Abundancia Relativa (%), para llluvias 2017.

En el diagrama de Olmstead-Tukey (fig. 18), se observa que *P. koreanum*, *T. fusus*, *G. spinifera*, *T. hircus*, *P. divergens* (todas con potencial nocivo), *Diplopsaloides*, *P. concinnum*, *P. horologium*, *P. bahamense* var. *bahamense* (con potencial tóxico), *S. acuminata* (con potencial nocivo), *P. cassum*, *P. reticulatum* (con potencial tóxico), *Alexandrium* spp. (con potencial tóxico), *T. macroceros*, *P. subinermis*, *P. steinii*, *P. oceanicum* son dinoflagelados que se encuentran dominantes en la temporada climática de nortes 2018. *P. divaricatum*, *P. claudicans* y *Kolkwitziella* sp. son frecuentes en la laguna para esta temporada; mientras que, *Karenia* spp., *Gymnodinium* spp., *T. lineatus* y *Pentaplacodinium* sp. son organismos ocasionales; *A. sanguinea*, *G. cf. catenatum*, *P. leonis* son especies raras en la laguna.

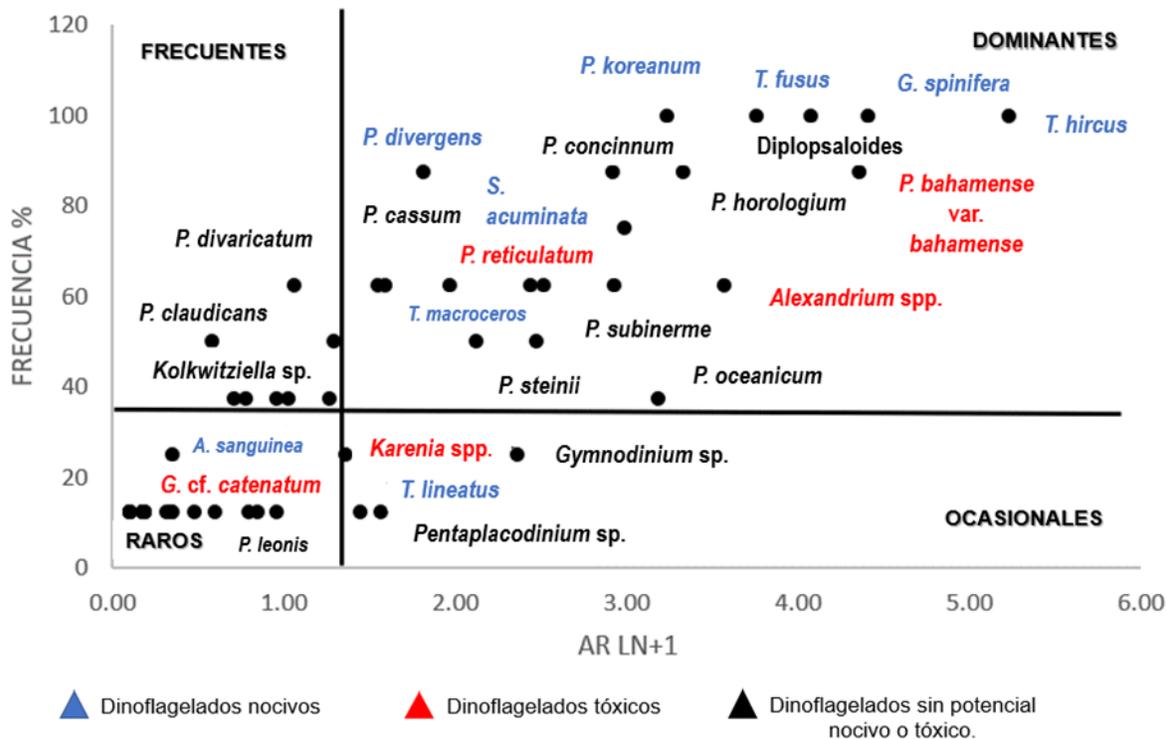


Figura 18. Diagrama de Olmstead-Tukey, lluvias 2017.

La estación 5 fue la que presentó mayor diversidad de especies, y abundancia relativa, seguida de la estación 4 y 6, respectivamente. La estación con una menor diversidad fue la 2.

Se realizó un ACC para ver cómo se relacionan las especies de dinoflagelados con los parámetros fisicoquímicos en la temporada climática de lluvias 2017 (fig. 19), *T. hircus*, *G. spinifera*, *P. koreanum*, *P. conicum* y *P. subinermis* estuvieron influenciados por la temperatura y con abundancias mayores en las estaciones 1, 2 y 3; mientras que *T. macroceros*, *Alexandrium* spp., *P. bahamense* var. *bahamense*, *P. concinnum*, *S. acuminata*, *P. reticulatum* están influenciados por altas concentraciones de SiO_2 y con las mayores abundancias en las estaciones 6, 7 y 8; *Diplopsaloides*, *P. horologium*, *P. steinii*, *P. oceanicum*, *Kolkwitzziella* sp. se ven influenciados por NO_3^- , O_2 %, PO_4^{3-} y salinidad, presentando altas abundancias en la estación 5; *T. fusus*, *P. cassum*, *P. gracile* se ven relacionados con altas concentraciones de NH_4^+ y altas abundancias en la estación 4.

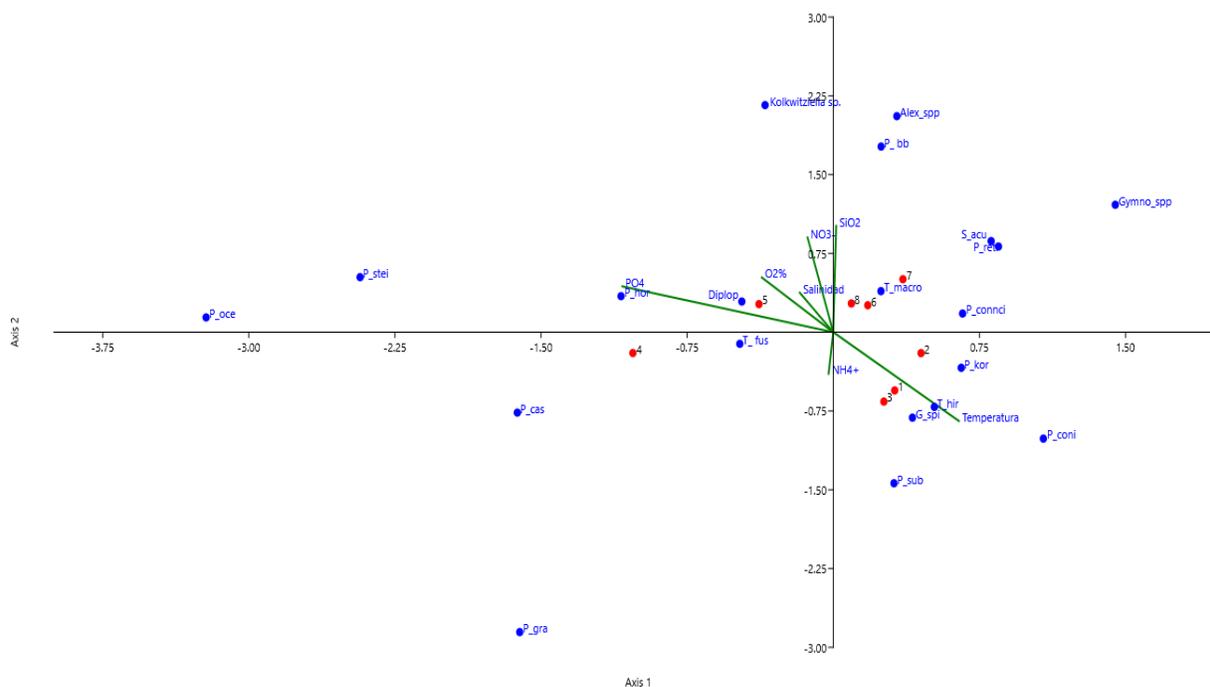


Figura 19. Biplot del ACC para, lluvias 2017.

Temporada de nortes 2018

Se identificó un total de 68 taxa de dinoflagelados para la temporada de nortes 2018 (tabla 4).

En la temporada de nortes 2018, *T. hircus* fue el dinoflagelado más abundante de la laguna, seguido del subgrupo de Diplopsaloides, *P. koreanum*, *P. bahamense* var. *bahamense*, *T. fusus* y *Alexandrium* spp. que, de acuerdo con lo establecido por Meave del Castillo *et al.* (2012) son especies consideradas en la categoría de abundantes; *D. caudata*, *S. spinifera*, *G. spinifera*, *P. cassum*, *P. conicum*, *P. subinermis*, *P. pentagonum*, *P. reticulatum*, *L. polyedra* son clasificadas como comunes; *T. kofoidii*, *Kolkwitziella* sp., *S. acuminata*, *P. obtusum*, *P. cf. hirobis* se clasificaron como especies escasas. Las demás especies encontradas durante la temporada como *P. divaricatum*, *P. thorianum*, *Plykrikos* spp., *K. cf. mikimotoi*, *Karlodinium* spp., *Matsuokaea* cf. *loeblichii*, *P. compressum*, entre otros tuvieron abundancias relativas menores a 10% por lo que son especies raras (fig. 20).

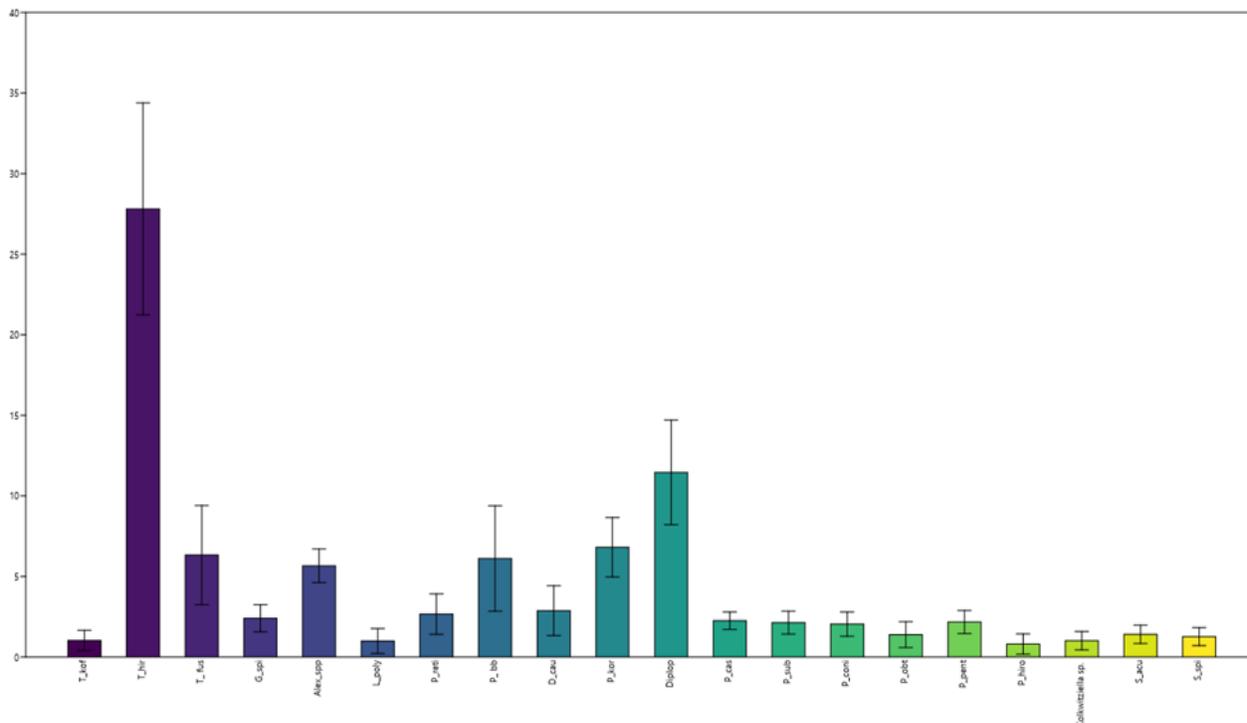


Figura 20. Abundancia Relativa (%), para nortes 2018.

En el diagrama de Olmstead-Tukey (fig. 21), se observa que *Alexandrium* spp. (con potencial tóxico), *P. subinermis*, *Diplopsaloides*, *P. horologium*, *T. hircus* (con potencial nocivo), *T. fusus* (con potencial nocivo), *P. koreanum* (con potencial nocivo), *G. spinifera* (con potencial nocivo), *D. caudata* (con potencial tóxico), *P. bahamense* var. *bahamense* (con potencial tóxico), *L. polyedra* (con potencial tóxico), *S. spinifera* (con potencial nocivo), *Kolkwitzia* sp. son dinoflagelados que se encuentran dominantes en la temporada climática de nortes 2018. *Pentapleuromma* sp., *P. oviforme*, *P. pyriforme*, *P. lima* (con potencial tóxico), son frecuentes en la laguna para esta temporada; *P. divaricatum*, *P. cf. hirobis*, *W. cf. polyphemus* son dinoflagelados ocasionales; *E. mexicana*, cf. *Parvodinium* sp., *M. cf. loeblichii*, *P. claudicans* son especies raras para la laguna de Términos.

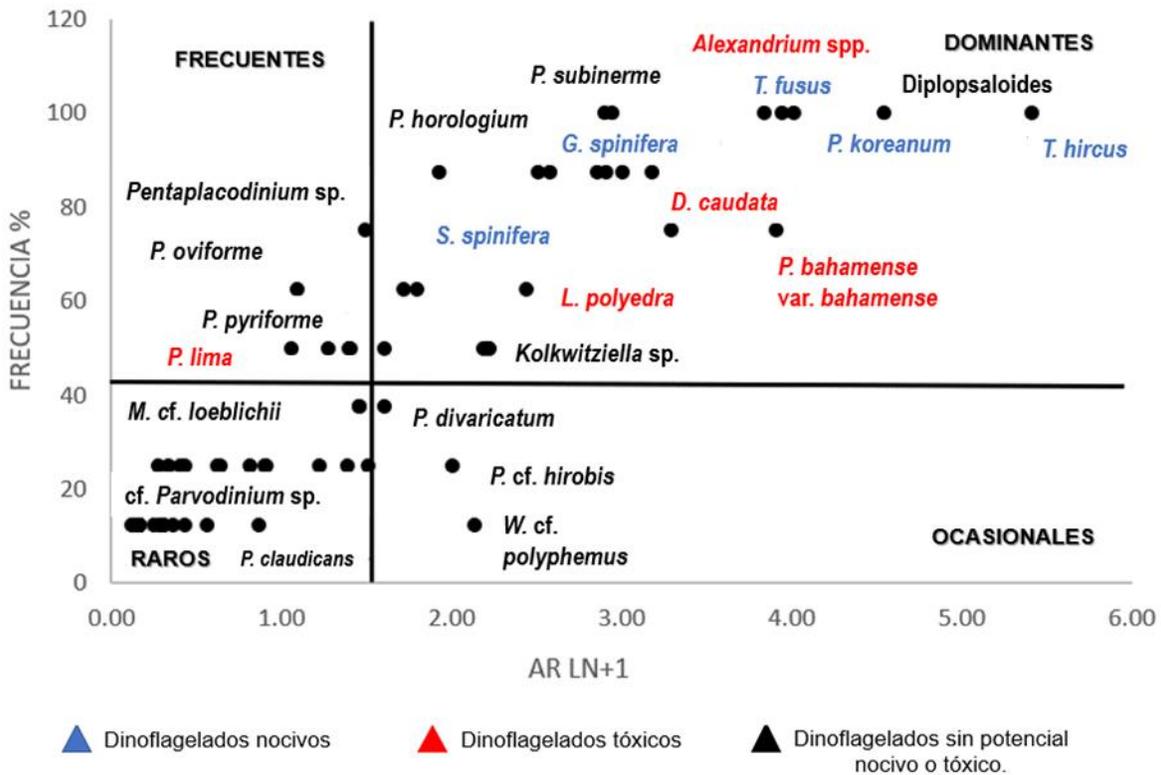


Figura 21. Diagrama de Olmstead-Tukey, nortes 2018.

La estación 8 fue la que presentó mayor diversidad de especies, y abundancia relativa, seguida de la estación 1,6, y 7, respectivamente. Las estaciones con menor diversidad fueron las 3 y 5.

Se realizó un ACC para ver cómo se relacionan las especies de dinoflagelados con los parámetros fisicoquímicos en la temporada climática de nortes 2018 (fig. 22), en la estación 5 se encontró una abundancia *T. kofoidii*, *P. obtusum*, *S. acuminata*, *P. conicum*, *P. subinermis*, *Alexandrium* spp., *Diplopsaloides*, *P. cf. hirobis* (abundancia alta en la estación 7); *S. spinifera*, *P. bahamense* var. *bahamense*, *P. reticulatum*, *L. polyedra* presentaron alta abundancia en las estaciones 6 y 8, estos dinoflagelados se vieron influenciados por NO_3^- ; *T. hircus*, *P. koreanum* y *T. fusus* presentaron altas abundancias en la estación 4 y se vieron influenciados por el SiO_2 ; mientras que *Kolkwitzia* sp., *D. caudata*, *P. cassum*, *P. pentagonum*, *G. spinifera* presentaron altas abundancias en 1, 2 y 3, estas especies están influenciadas por la temperatura, salinidad, NH_4^+ , O_2 % y PO_4^{3-} , respectivamente.

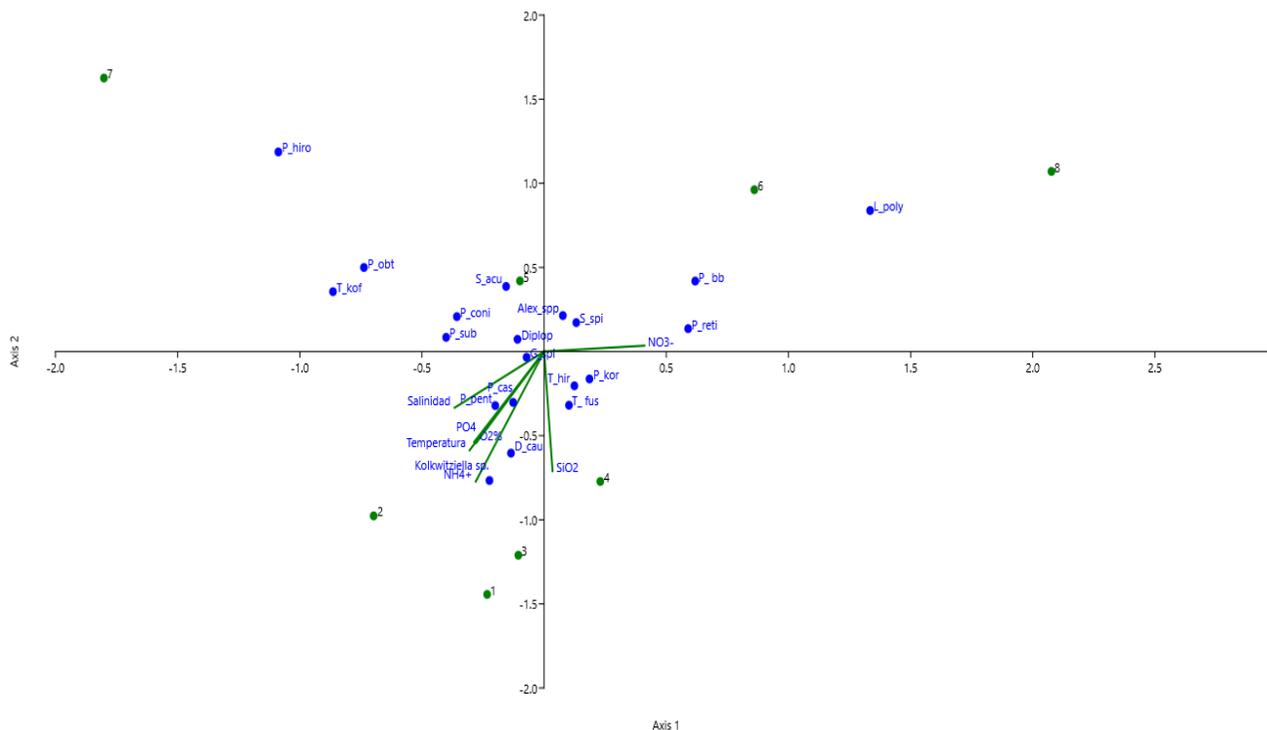


Figura 22. Biplot del ACC, para nortes 2018.

Variables ambientales y dinoflagelados

Las condiciones fisicoquímicas que se presentaron en la laguna de Términos fueron las siguientes:

❖ Profundidad.

La temporada en donde se registró la mayor profundidad fue secas 2017 (4.9m), seguida de lluvias 2017 (4.5m); la época de nortes 2018 presentó la menor profundidad (0.5m) (fig. 23-a). Las tres temporadas climáticas presentaron en promedio entre 2.4 m de profundidad.

❖ Temperatura.

La temporada de lluvias 2017 tuvo una mayor temperatura con respecto a las otras temporadas (33°C), mientras que las menores temperaturas se registraron en la temporada de nortes 2018 (23.4°C). Y las tres épocas climáticas tuvieron en promedio de entre 28.1°C (fig. 23-b).

❖ Salinidad.

Para las tres temporadas la mayor salinidad fue de 35, presentándose en menor salinidad en nortes 2018 con 12 y lluvias 2017 con 15, cabe mencionar que en promedio osciló entre 28.1. (fig. 23-c).

❖ pH.

En la temporada de nortes 2018, tuvo un promedio de 8., con una máxima de 8.5, siendo más alto que en las otras temporadas. El mínimo pH se registró en secas 2017 con 7.42, mientras que en lluvias 2017 se mantuvo entre 7.6 (fig. 23-d).

❖ Saturación de O₂(%).

Para la temporada de lluvias y secas 2017 se registró entre 110.7% y 108%, siendo mayor en estas temporadas, en nortes 2018 la saturación de O₂ fue de 83.8 y 98.7 %, respectivamente. El % de saturación de O₂ fue más bajo en lluvias 2017 con 48.3% (fig. 23-e).

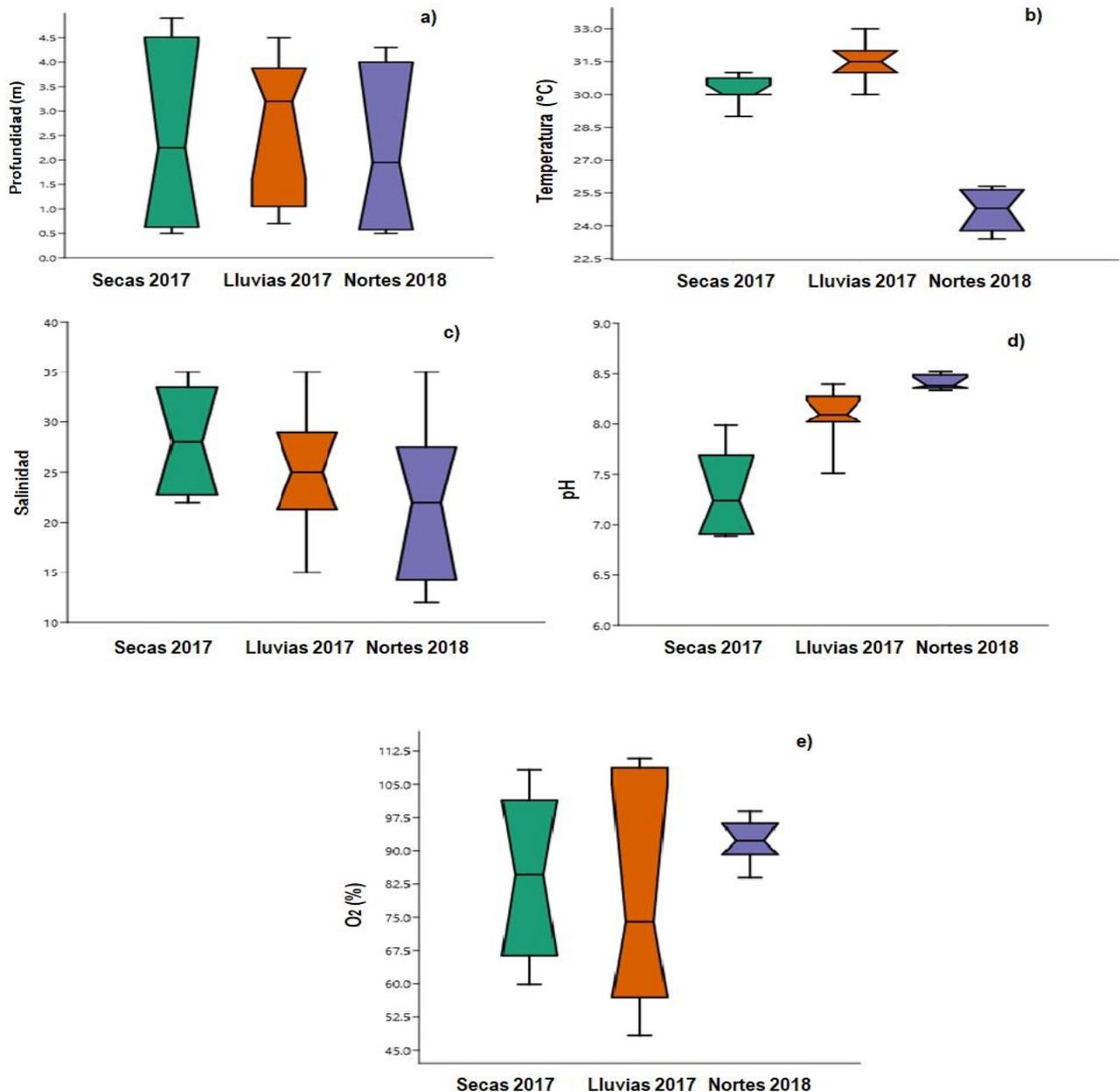


Figura 23. Distribución de los parámetros fisicoquímicos en la temporada de secas-2017, lluvias-2017 y nortes- 2018; el bigote más corto representa los valores mínimos, seguido del Q1 que es el valor mayor

que el 25% de los valores de la distribución, Q2 la mediana de la distribución, Q3 es el valor que sobrepasa al 75% de los valores de la distribución y el bigote más largo representa los valores máximos de la distribución.

Nutrientes (NH⁺₄, NO₃⁻, SiO₂, NO₂⁻)

❖ NH⁺₄.

Se registró en mayor concentración para la temporada de secas 2017 18.01 µM, mientras que la menor concentración se encontró en las temporadas de secas y lluvias 2017 con 0.2 µM, cabe mencionar que en la temporada de nortes 2018 presentó concentraciones que van de 5.7 a 15.4 µM, respectivamente (fig. 24-f).

❖ NO₃⁻.

En la temporada de secas 2017 se registraron concentraciones mayores 1.8 µM, seguida de la temporada de nortes 2018 (0.84 µM), en lluvias 2017 se presentó en cantidades de 0.40 a 0.69 µM; la menor cantidad de NO₃⁻ se presentó en la temporada de nortes 2018 con 0.15 µM (fig. 24-g).

❖ NO₂⁻.

La temporada de secas 2017 presentó concentraciones mayores (0.65 µM) con respecto nortes 2018 con 0.41 a 0.02 µM, esta última cantidad la más baja para las tres temporadas. Lluvias 2017 registró en concentraciones que van de 0.16 a 0.07 µM (fig. 24-h).

❖ PO₄³⁻

En la temporada de nortes 2018 se encontraron en concentraciones mayores (41.7 µM), a diferencia de las temporadas de secas y lluvias 2017, que registraron valores menores (10.48 µM) y (15.32 µM), respectivamente (fig. 24-i).

❖ SiO₂.

Para la temporada de lluvias 2017 se registraron en mayor cantidad (11.11 µM), seguida de nortes 2018 (10.26 µM), mientras que para secas 2017 se registraron en menores concentraciones (8.5 a 0.01 µM) (fig. 24-j).

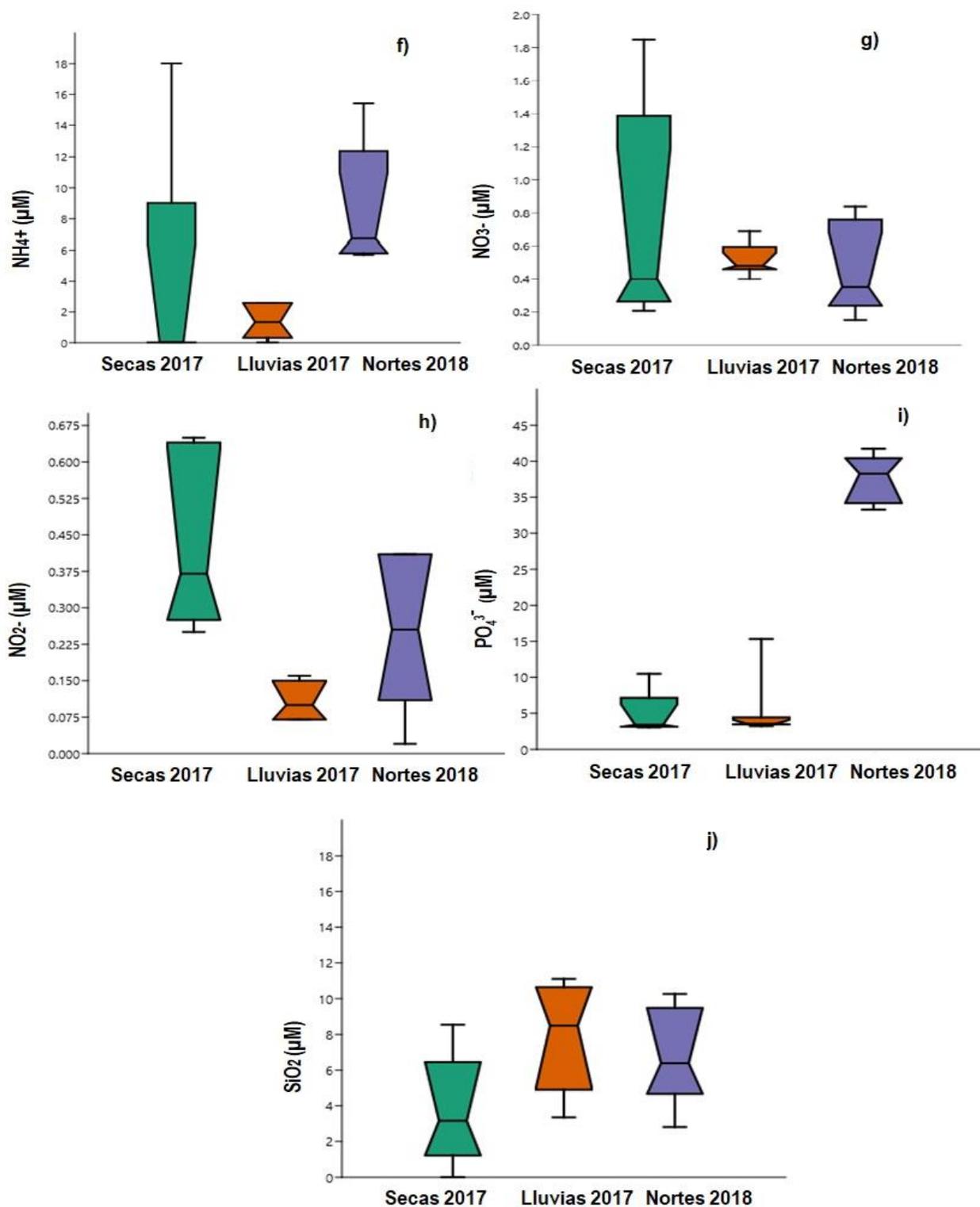


Figura 24. Distribución de los nutrientes en la temporada de secas-2017, lluvias-2017 y nortes- 2018; el bigote más corto representa los valores mínimos, seguido del Q1 que es el valor mayor que el 25% de los valores de la distribución, Q2 la mediana de la distribución, Q3 es el valor que sobrepasa al

75% de los valores de la distribución y el bigote más largo representa los valores máximos de la distribución.

El ANOVA mostró que si existen diferencias significativas entre los parámetros fisicoquímicos de cada temporada climática de la laguna mostró un valor de $p < 0.05$, por lo que se rechaza la H_0 , e indica que hay diferencias significativas entre los parámetros de cada temporada. Mostrando que las diferencias están dadas entre la $T\text{ }^{\circ}\text{C}$, transparencia y profundidad; la salinidad con la profundidad y la transparencia; el pH con la $T\text{ }^{\circ}\text{C}$ y salinidad; el % de O_2 con profundidad, transparencia, salinidad y pH; el amonio presenta diferencias con $T\text{ }^{\circ}\text{C}$, salinidad y % O_2 ; los PO_4^{3-} presentan diferencias con profundidad, transparencia, $T\text{ }^{\circ}\text{C}$, % O_2 y Amonio. Mientras que, los nitratos presentan diferencias con $T\text{ }^{\circ}\text{C}$, salinidad, % O_2 y los PO_4^{3-} ; el SiO_2 mostró diferencias con la $T\text{ }^{\circ}\text{C}$, la salinidad, % O_2 y los PO_4^{3-} ; los NO_3^- y el % clorofila a presentó diferencias con la $T\text{ }^{\circ}\text{C}$, la salinidad, % O_2 y los PO_4^{3-} .

El ACC, para caracterizar con que parámetros ambientales se ven relacionadas las especies de dinoflagelados en las tres temporadas climáticas (fig. 25). Mostró que en la estación 3 de la temporada de secas 2017, y las estaciones 2, 3, 5, 6 y 7 de la temporada de lluvias 2017 presentaron altas abundancias de las especies *P. bahamense* var. *bahamense*, *S. acuminata*, *P. conicum* y *G. spinifera* mostrándose influenciadas por la salinidad; las estaciones 1, 2, 4 y 7 de secas 2017, y las estaciones 6, 5 y 7 de nortes 2018 presentaron altas abundancias de las especies *P. subinermis*, *P. cassum*, *Kolkwitzia* sp. influenciados por NO_3^- y % O_2 , respectivamente. En las estaciones 1, 2, 3, 4 y 6 de nortes 2018, y 4 de lluvias 2017 se identificaron a los dinoflagelados de las especies *P. koreanum*, *Alexandrium* spp. y el subgrupo de Diplopsaloides influenciados por (fósforo reactivo soluble) PO_4^{3-} y NH_4^+ ; en las estaciones 5, 6 y 8 de secas 2017, y 1, 8 de lluvias las especies *T. hircus* y *T. fusus* se observan influenciados por la temperatura y el SiO_2 .

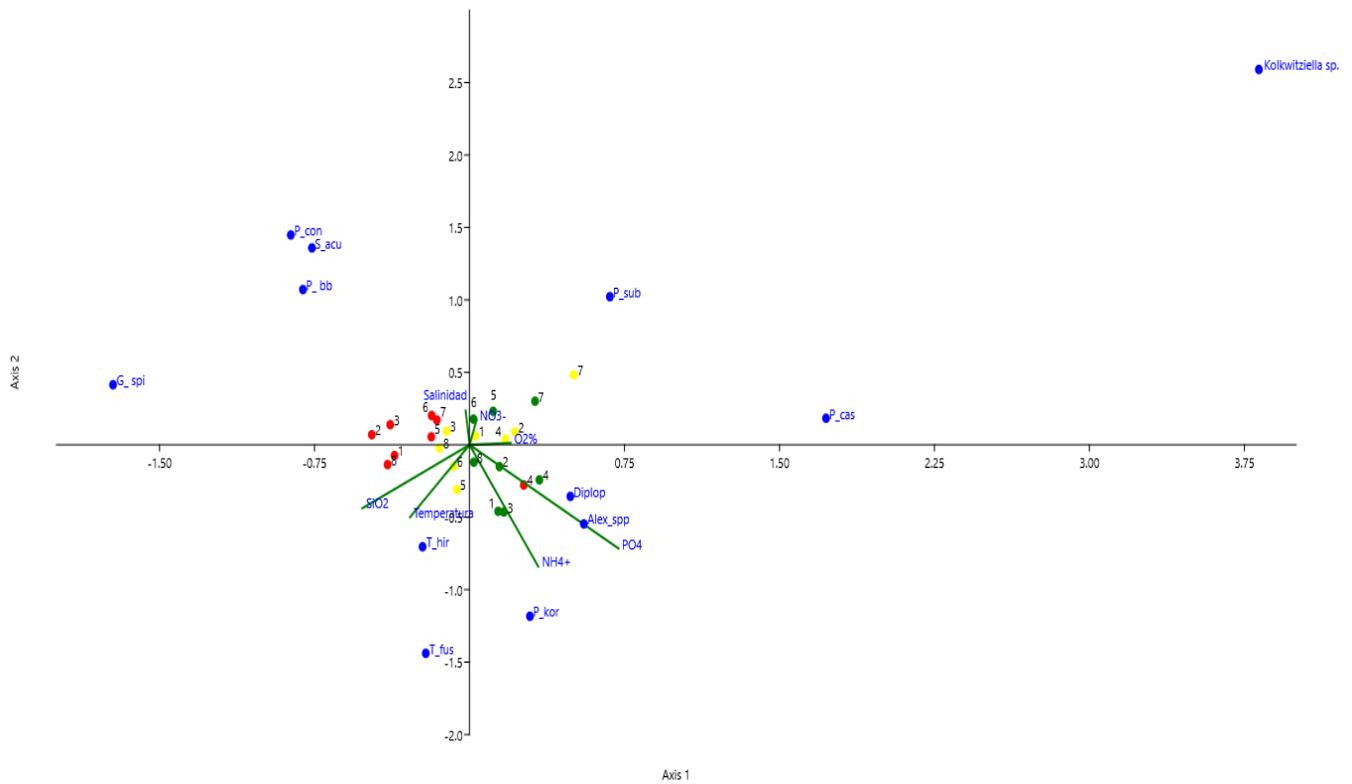


Figura 25. Biplot del ACC, que muestra la relación de los parámetros ambientales con las especies de dinoflagelados.

DISCUSIÓN

Es de gran importancia conocer la diversidad de especies de dinoflagelados para una de las lagunas más grandes y productivas de México, como lo es la laguna de Términos, ya que son organismos que se deben tener bien identificados, pues muchos de ellos tienden a provocar daños en el ambiente y afectar a la cadena trófica. En esta investigación, se identificaron un total de 119 especies de dinoflagelados, siendo el orden de los Peridiniales el más abundante y diverso que representa el 29% especies de dinoflagelados a nivel mundial con aproximadamente 580 especies (Gómez, 2012), este orden es de gran importancia por ser consumidores primarios ya que la mayoría de las especies son heterótrofas, cabe mencionar que este tipo de nutrición fue el más dominante en este estudio; los Peridiniales son más abundantes cuando hay altas salinidades y temperaturas en los cuerpos de agua (Joeng *et al.*, 2010), esta característica es importante ya que, en la laguna se presentaron en su mayoría salinidades altas al igual que las temperaturas, por lo que, esta sería la razón por la que son los dinoflagelados más diversos y abundantes para la laguna; así mismo, se registró que el género *Protoperdinium* fue el que presentó mayor abundancia y diversidad para las tres temporadas climáticas con 38 especies.

En la laguna de Términos existen muy pocos trabajos en los que se identifique a los organismos de este género, Gómez-Aguirre (1964-1965) los registra por primera vez en la laguna como *Peridinium* sp., posteriormente Poot-Delgado (2016), identificó dos dinoflagelados del género *Protoperidinium* a nivel de especie, *P. obtusum* y *P. excentricum*, así como uno a nivel género, siendo este el primer antecedente de estos organismos para la laguna, sus registros fueron realizados en la zona de bancos ostrícolas de laguna de Términos, que en esta investigación hacen referencia a la estación cercana a la desembocadura del río Pálizada; Muciño-Márquez *et al.* (2014) encontraron 21 dinoflagelados del género *Protoperidinium* para Pom-Atasta y Pálizada del Este; Licea & Santoyo (1991) identifica a *P. oblongum* para la Bahía de Campeche por lo que se da a notar que los estudios que abordan a este género suelen ser muy pocos para la zona; Poot-Delgado (2016) menciona que el género *Protoperidinium* es dominante para dos de sus estaciones de muestreo, mientras que en esta investigación varias especies del género están distribuidas como dominantes, frecuentes, ocasionales y muchas de ellas están clasificadas como raras ya que es la primera vez que se identifican y registran para la laguna en la zona de influencia marina que se identifica como el área en donde se encuentran las bocas de entrada y salida de agua marina y la parte del centro oeste de la laguna.

En este trabajo se identifican por primera vez, 20 especies del género *Protoperidinium*, siendo *P. cf. elongatum* un nuevo registro para México, ya que este organismo solo había sido identificado para costas de Argentina y Rusia (Balech, 1988; Okolodkov, 1998) en temperaturas bajas, por lo que se recomienda seguir trabajando con la especie para poder confirmar su presencia en la laguna de Términos. Se registraron, además, por primera vez, las especies *Ensiculifera mexicana*, *Matsuokaea cf. loeblichii* y *cf. Pentapharsodinium* sp., las últimas dos especies registradas por primera vez para el Golfo de México, ya que son dinoflagelados que se han reubicado en una nueva clasificación taxonómica (Li *et al.*, 2019). Se identifican también, por primera vez a *Heterocapsa cf. rotundata*, *Oxytoxum laticeps* y *Podolampas palmipes*, así como al subgrupo de Diplopsaloides que presentó abundancias altas, además de que se identificaron 15 registros nuevos para la laguna y algunos para el Golfo de México (*GM), *cf. Boreadinium breve* (*GM), *Diplopelta asymmetrica*, *Diplopelta parva*, *Diplopelta cf. steinii* (*GM), *Diplopelta cf. bomba* (*GM), *Diplopsalis lenticula*, *Diplopsalis sphaerica* (*GM), *Diplopsalopsis orbicularis* (*GM), *Diplopsalopsis ovata*, *Gotoius abei* (*GM), *Niea acanthocysta* (*GM), *Niea torta* (*GM), *Oblea rotunda* y *Qia lebouriae* que presenta problemas taxonómicos en cuanto a la familia a la que pertenece por tal motivo, no está integrada dentro del grupo de Diplopsaloides.

El dinoflagelado *Preperidinium meunieri* es considerado también dentro del subgrupo, que se puede dividir en dos subgrupos, aquellos que presentan 1 placa antapical (subgrupo 1) y los que presentan 2 placas antapicales (subgrupo 2) (Pinzón-Palma, 2015). Los Diplopsaloides no han sido aceptados hasta el momento como una familia diferente a Protoperidiniaceae, como están clasificados hasta el momento, a pesar de que presentan características diferentes que tanto Gómez (2012) y Matsuoka (1988) identificaron para poder separar a la familia; los dinoflagelados pertenecientes al subgrupo de Diplopsaloides son en su mayoría marinos, aunque se han identificado muchas especies salobres, además difieren de la familia Congruentidiaceae y el género *Protoperidinium* por el número de placas intercalares anteriores (3a) y de *Peridinium* por

el número de placas intercalares anteriores (3a) y cingulares (6c+t) (Pinzón-Palma, 2015), es necesario entonces realizar estudios más robustos hacia las especies de este grupo para poder definir si se trata de una nueva familia o continúan perteneciendo a la familia Protoperidiniaceae.

Gómez (2013) reinstala a los dinoflagelados del género *Ceratium*: refiriendo que *Ceratium* son todos aquellos dinoflagelados de este género que habitan en cuerpos de agua dulce, y *Tripos* son todos aquellos que habitan en aguas marinas). En la laguna de Términos el dinoflagelado *Tripos hircus*, fue la especie más abundante para las tres temporadas climáticas en todas las estaciones de muestreo, este dinoflagelado suele ser una especie muy abundante y que, ha provocado FAN en lagunas costeras, por lo que se le considera una especie que habita en aguas salobres y con temperaturas altas. En la laguna de Sontecomapan, Veracruz en 1996 se identificó un FAN provocado por *T. hircus*, en ese entonces todavía llamado *Ceratium furca* var. *hircus* el cual presentaba abundancias medias, bajo condiciones de mesohalinas (5-18) a polihalinas (18-30), en temporada de estiaje (temporada de secas), lo que favorece que la salinidad y temperatura aumenten, como la transparencia del agua características que favorecen el crecimiento de este dinoflagelado (Guerra-Martínez y Lara-Villa, 1996); en la laguna de Términos se identificaron características similares la mayor abundancia de la especie se encontró en secas 2017 con salinidades 25 (polihalinas) y temperaturas de 30°C, en lluvias 2017 con salinidades de 30 (polihalinas) y temperaturas de 31°C, mientras que en nortes 2018 con salinidades 12 (mesohalinas) y temperaturas 25.2 °C, bajo estas condiciones ambientales y las altas abundancias de *T. hircus* en la laguna de Términos podría considerarse la presencia de un FAN, pero esto no es posible determinarlo ya que para ello se necesitan llevar a cabo conteos de abundancias absolutas que permitan definir si hay mayores abundancias de la especie con respecto a otras especies de dinoflagelados y otros organismos dentro del fitoplancton.

Sin embargo, se ha identificado que *T. hircus* tiende a no presentarse o disminuir sus abundancias cuando llegan las temporadas de lluvias y nortes, al haber mayores aportes de agua dulce y al presentarse mayores corrientes en el interior de las lagunas (Reséndez, 1982). Es justamente, en estas temporadas climáticas lluvias 2017 y nortes 2018 en donde disminuye la abundancia y presencia de *T. hircus* para laguna de Términos, ya que en este estudio no se determinó la existencia de un FAN, probablemente, los altos valores de SiO₂ en las estaciones con mayores abundancias de *T. hircus* se deba a que había una alta disponibilidad de organismos para que se alimentará y de ahí las altas abundancias encontradas en la laguna.

Dentro del orden de los Gonyaulacales, otro dinoflagelado que fue identificado como dominante dentro de la laguna de Términos en las tres temporadas climáticas, fue *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense*, esta especie ha sido identificada para el estado de Campeche y en la laguna de Términos, así como en el complejo lagunar Pom-Atasta, con abundancias altas por Poot- Delgado *et al.* (2015b). Es de suma importancia, el conocimiento de la presencia de esta especie en la laguna ya que tiene un elevado potencial tóxico, generando saxitoxinas y compuestos análogos; este dinoflagelado tiende a formar FAN cuando en los cuerpos de agua hay bajas salinidades (Phlips *et al.* 2004).

La temperatura es clave en la presencia o ausencia de *P. bahamense* var. *bahamense*, así como diversas salinidades; Philips *et al.* (2006) mencionan que es una especie tropical con carácter eurihalino que puede competir con organismos estenohalinos. En este estudio se identificó que también puede competir con otras especies eurihalinas, como aquellas pertenecientes al género *Protoberidinium*, destacando que a altas abundancias de *P. bahamense* var. *bahamense* disminuían las abundancias de las especies del género *Protoberidinium*, probablemente por competencia en los organismos que consumen, esta competencia se detectó cuando las salinidades estaban alrededor de los 20-23, y cuando la salinidad aumentaba a 30-35, ocurría lo contrario, aumentaba la abundancia de las especies del género *Protoberidinium* y disminuía la presencia de *P. bahamense* var. *bahamense*, por lo que la salinidad es aparentemente el factor que está influyendo en que se presente en mayores abundancias una u otra especie de dinoflagelado.

Al incrementarse los valores de NH_4^+ en la columna de agua para las tres temporadas disminuyó la presencia de *P. bahamense* var. *bahamense*; en la temporada de nortes 2018, incrementa la cantidad de PO_4^{3-} en la columna de agua, así como de NH_4^+ , a diferencia de las otras temporadas en donde se presentó más variable, si bien hay abundancias altas de la especie, no es tan representativo como en las otras temporadas. Philips *et al.* (2006) mencionan que esta especie es capaz de sobrevivir en ambientes de concentraciones variables de fósforo inorgánico, como las que presentó la laguna de Términos; de igual manera, se ha observado que tiende a presentar altas abundancias cuando hay alta liberación de sustancias húmicas generadas por los manglares, por lo que se ha observado una asociación de este dinoflagelados con los manglares, sin embargo todavía faltan estudios que comprueben esta información, ya que Philips *et al.* (2006) notaron que para la Bahía de Florida la presencia de manglares no suele ser un buen predictor de la presencia de *P. bahamense* var. *bahamense*.

Se estableció también, que en la estación 7 las células de *P. bahamense* var. *bahamense* presentaban un incremento en su tamaño, a diferencia de las demás estaciones en donde presentaba un tamaño dentro de lo establecido por la literatura, por ejemplo, Philips *et al.* (2006) mencionan que el gran tamaño de *P. bahamense* var. *bahamense* puede deberse a una habilidad para buscar y almacenar nutrientes presentes en la columna de agua cuando el suministro de nuevos nutrientes es poco o episódico; esta característica coincide con nuestros resultados, ya que en la estación 7 de las temporadas de secas y lluvias 2017 se presentan niveles bajos de nutrientes (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , SiO_2), mientras que el aumento en el tamaño de *P. bahamense* var. *bahamense* *posiblemente se atribuya* a que en esa estación estaría almacenando los nutrientes que requiere. Cabe destacar que bajo las características de aumento de tamaño y abundancias elevadas de *P. bahamense* var. *bahamense* podría relacionarse con la presencia de un FAN para la laguna de Términos en las temporadas de secas y lluvias 2017, pero es necesario revisar muestras de botella para determinar abundancias absolutas y con ello definir el probable FAN.

Dentro de los dinoflagelados Gonyaulacales encontrados en la laguna de Términos se destacan nuevos registros de especies del género *Tripos*: *T. kofoidii*, *T. trichoceros*, *T. macroceros*, *T. massiliensis*, *T. muelleri*, *T. brevis*, y *T. lineatus*, *P. steinii* y *P. horologium*;

también se registran por primera vez para la laguna las especies *Gonyaulax scrippsae*, *Sourniaea diacantha* y *Pentaplacodinium* sp. Se identificaron nuevos registros de especies de dinoflagelados con potencial tóxico como *Lingulodinium polyedra* y *Protoceratium reticulatum*, los cuales generan neurotoxinas y compuestos análogos. También se reportan 5 registros a nivel de especie para el género *Alexandrium*, dinoflagelados que son difíciles de identificar a nivel de especie ya que presentan teclas muy finas que son difíciles de observar por microscopía de luz o epifluorescencia como lo son: *A. monilatum*, *A. tamarensis*, *A. minutum*, *A. catenella* y *A. cf. Balechii*, estos dinoflagelados a excepción de *A. monilatum*, generan STX y hasta la fecha se sabe que generan de 60 análogos de la STX, los análogos producidos por *A. minutum* pertenecen a los grupos más comunes que son las toxinas hidrofílicas (Wiese *et al.* 2010).

A. minutum presenta una distribución mundial, suele presentarse en rangos de temperatura que van de 12° a los 30°C en diferentes cuerpos de agua; el rango de salinidad en que se presenta es muy variado, va de 11 a 46, en diversos cultivos se ha observado que comienza a crecer a salinidades de 5, por lo que es considerada una especie eurihalina (Lewis *et al.*, 2018) que puede desarrollarse cerca de las entradas de agua dulce, estanques, lagunas o puertos (Lewis *et al.*, 2018).

En la laguna de Términos, *A. minutum* se encontró en salinidades de 23 a 25 y una temperatura de 30°C en secas 2017, salinidades de 26 y una temperatura de 31° en lluvias 2017, mientras que, en nortes 2018 se presentó en salinidades de 35 y temperaturas de 24.4 °C, coincidiendo en los rangos de salinidad para los registros de la especie a nivel mundial, al igual que en los rangos de temperatura.

Nutricionalmente, *A. minutum* es fotosintético, pero se ha observado mixotrofia en algunas células, ha mostrado afinidad por el material nitrogenado, mostrando saturaciones bajas para nitrato y amonio; además es capaz de secuestrar tanto N como P intercelularmente para apoyar su crecimiento, cuando se presenten condiciones limitantes de nutrientes (Lewis *et al.*, 2018), en la laguna de Términos se identificó *A. minutum* en altas concentraciones de PO_4^{3-} que van de 15 a 39 μM , por lo que coincide en que es una especie que presenta un crecimiento óptimo en altas concentraciones de P.

Se identificaron especies del orden Dinophysiales como primer registro en la laguna *P. equalanti*, *D. acuminata* y *D. siakanensis* que se encontraron en las tres temporadas climáticas secas y lluvias 2017 y nortes 2018.

Dentro del orden de los Prorocentrales, se identificó un nuevo registro de *P. compressum*, Poot-Delgado y Rosado-García (2013) reportan la presencia de *Prorocentrum micans* en el área de extracción de ostión de la laguna, misma área en donde se identificó a la especie, sin embargo, *Prorocentrum koreanum* presentó mayores abundancias en toda la laguna para las tres temporadas climáticas.

En cuanto, a los Peridiniales también se identificó un dinoflagelado a nivel género llamado *Parvodinium* sp. del cual se recomienda continuar caracterizando sus placas para determinar a la especie ya que hasta el momento solo se conocen como dinoflagelados de agua dulce; dentro del orden Thoracosphaerales se identificó a *Scrippsiella acuminata* anteriormente identificada por Poot-Delgado 2016 en la laguna de Términos quien menciona que la especie produjo en FAN en 1965 en el Banco de Campeche: en este estudio se identificó en las tres temporadas climáticas a salinidades

de 15 a 35 y temperaturas de 23 a 31°C, respectivamente. También se idéntico a *S. spinifera* y *Thoracosphaera heimii* como nuevo registro para la laguna, el cual es un dinoflagelado que genera FAN y suele ser muy abundante en zonas costeras, en donde por lo general hay poco intercambio de agua (Honsell y Cabrini, 1991). Por su parte *S. spinifera* fue más abundante en lluvias 2017 en todas las estaciones de muestreo, a diferencia de las otras temporadas climáticas encontrando en salinidades de 15 a 35, temperaturas de 30 a 33 °C y en concentraciones bajas de nutrientes a excepción de PO_4^{3-} el cual presentó valores ligeramente altos (15.32 μM) en la estación 5, sitio en donde se presentaron abundancias altas de la especie, por lo que los PO_4^{3-} son el parámetro ambiental que podría indicar la incidencia de la especie. *T. heimii*, es un dinoflagelado calcáreo identificado por primera vez en la laguna de Términos y el Golfo de México para la temporada de lluvias 2017, bajo las mismas condiciones climáticas que *S. spinifera*.

Se registraron algunos dinoflagelados atecados o desnudos identificados como *Karlodinium* sp., *Warnowia* sp, sin embargo, estos se encontraban deformados, aparentemente, por la aplicación de fijadores en la muestra.

Warnowia cf. *polyphemus*, *Gyrodinium* cf. *spirale*, *Polykrikos* spp. son registros nuevos para la laguna de Términos; *Akashiwo sanguinea*, *Gymnodinium* sp. y la probable presencia de *G. cf. catenatum*, fueron identificados también dentro de la laguna. Siendo *G. cf. catenatum* una especie que se identificó para el Golfo de México por Poot-Delgado *et al.* (2015b), al ser un dinoflagelado que solo se había descrito para el Pacífico se requiere identificar su quiste de resistencia, así como, células vegetativas sin fijar para corroborar su presencia, ya que es generadora de FAN y STX. También, se encontraron algunas células del género *Karenia* spp., y *Karenia* cf. *mikimotoi* que generan neurotoxinas y FAN, pero se necesita también, revisar muestras sin fijar para corroborar las especies.

Gallegos-Martínez *et al.*, (2009), hace referencia a que las condiciones ambientales, tales como la temperatura, la salinidad, pH, oligoelementos, contaminantes y otros factores biológicos influyen en la composición y distribución de los dinoflagelados, coincidiendo con lo detectado en este estudio ya que cuando había mayor cantidad de ciertos nutrientes, como el NH_4^+ , había mayor presencia de especies con potencial nocivo como *T. hircus* y *T. fusus* en la boca del Carmen en donde es presumiblemente mayor la cantidad de aguas residuales, mientras que en las estaciones con mayor salinidad, temperatura y pH fue incrementado la presencia de especies con potencial tóxico como *P. reticulatum*, *Alexandrium* spp. y *Karenia* spp.

En las tres temporadas climáticas, se encontraron especie teratológicas siendo *T. hircus*, *T. fusus*, *P. koreanum*, *D. caudata*, *P. horologium* y *Protoberidinium* sp. siendo probablemente las altas concentraciones de PO_4^{3-} las que estén provocando estos cambios morfológicos en los dinoflagelados; las altas concentraciones de P suelen estar asociadas a la contaminación por aguas residuales. Debido a su sensibilidad a los cambios ambientales y ciclos de vida cortos, en la actualidad los dinoflagelados están siendo usados como especies indicadoras, especialmente *T. hircus*, ya que se ha identificado en grandes abundancias cuando las cantidades de algunos nutrientes, como el fósforo son altas, por lo tanto, el fitoplancton puede presentar formas teratológicas que aparecen como un efecto accidental de las tensiones ambientales, tanto físicas como

químicas; tipos de estrés; contaminación orgánica y metales pesados (Franco *et al.* 2018). Guerra-Martínez y Lara-Villa, (1996) mencionan que *A. tamarense* suele ser un dinoflagelado tolerante a altos niveles de agentes orgánicos (detergentes y petróleo crudo) e inorgánicos como (metales pesados), lo que favorecería su abundancia ligeramente alta en la laguna de Términos sin presentar algún cambio morfológico a diferencia de las otras especies ya mencionadas, que son también dinoflagelados tecados.

En tanto, el estudio de la zona costera de la laguna de Términos estableció (Fichez *et al.*, 2016) la variabilidad en la distribución de la salinidad a lo largo del ciclo anual y la ocurrencia de un alto período de anomalía de salinidad durante la estación húmeda de 2009, que se confirma en esta investigación ya que la mayor salinidad se encontró en la temporada de lluvias para prácticamente toda la laguna, lo que hace que los dinoflagelados estén presentes en toda la laguna, y sean más abundantes en esta temporada. López-Mejía *et al.*, 2022 evidenciaron la alta variabilidad espacio temporal que presenta la laguna de Términos y que se confirma en este estudio, ya que al ser irregular la entrada de agua dulce al sistema puede modificar la distribución de los dinoflagelados en toda la laguna, principalmente en las temporadas de nortes y lluvias.

Presencia de *Dinophysis siankanensis* Almazán & Hernández-Becerril 2002 en la laguna de Términos.

Historia del Género.

El género *Dinophysis*, fue descrito por Ehrenberg en 1839 con la especie tipo *D. acuta*, es uno de los géneros de dinoflagelados más diverso con aproximadamente 200 especies conocidas con distintas morfologías y formas de alimentación, ya que son dinoflagelados mixótrofos. En el género se reconoce a especies con una ecología marina y planctónica, siendo más abundantes en ambientes con salinidades altas. Varias de estas especies producen toxinas (ácido okadaico y dinophysistoxinas) produciendo el Síndrome Diarreico por Consumo de Mariscos (DSP) (Almazán & Hernández-Becerril, 2002).

Almazán & Hernández-Becerril (2002) mencionan que las especies del género *Dinophysis* presentan 18 placas en total: 4 en la epiteca, 2' pequeñas (que rodean el Po), 4 S, 4 c y 4 en la hipoteca; el tamaño y la forma de la célula es importante para su correcta identificación, así como el contorno del cuerpo, los bordes del sulcus, la posición de las costillas de la aleta sulcal izquierda y la presencia o ausencia de cloroplastos.

Descripción de *Dinophysis siankanensis* Almazán & Hernández-Becerril, 2002

En el año 2002 Almazán & Hernández-Becerril identificaron una nueva especie de dinoflagelado al que nombraron *D. siankanensis*, el cual fue encontrado en la Bahía de Ascensión en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Las células encontradas eran solitarias, de forma alargada, elíptica en vista lateral, la hipoteca es alargada, curvada en la parte posterior hacia el área ventral del organismo, su epiteca es reducida y plana, tiene una apariencia lenticular. Por la disociación de las placas

tecales se identificaron las placas epitecales (E2, E3 y E1) y las placas cingulares (C" C2 y C3), así como, las dos placas hipotecas (H2 y H3), que son las placas más grandes. La placa del sulcus posterior (Sp) es alargada y en forma de lengua, con dos filas de pequeños poros discurriendo longitudinalmente. En vista lateral, Sp es muy estrecha. Se notan estructuras pequeñas parecidas a cloroplastos (Almazán & Hernández-Becerril, 2002).

* Bahía de Ascensión (Sian Ka'an) = 68 - 70 μm de largo y 38 – 41 μm de ancho s/aleta sulcal izquierda.

En la laguna de Términos se encontraron células vegetativas que fueron identificadas como *D. siankanensis* para las temporadas climáticas de secas 2017 y lluvias 2017. Los organismos coinciden con la descripción hecha por Almazán & Hernández-Becerril (2002). Los organismos midieron:

*Laguna de Términos = 77.54 – 83.91 μm de largo y 19.58 - 20.26 μm de ancho s/aleta sulcal izquierda.

Presentándose más largos en la laguna de Términos y más pequeños en cuanto a su anchura, los organismos fueron identificados con microscopía de luz, epifluorescencia y MEB (fig. 26), de igual manera en las células encontradas en la laguna se pueden observar los cloroplastos en la parte superior del organismo. Al coincidir con las células de Bahía de Ascensión (Sian Ka'an), se da el primer registro de la especie en el Golfo de México y laguna de Términos.

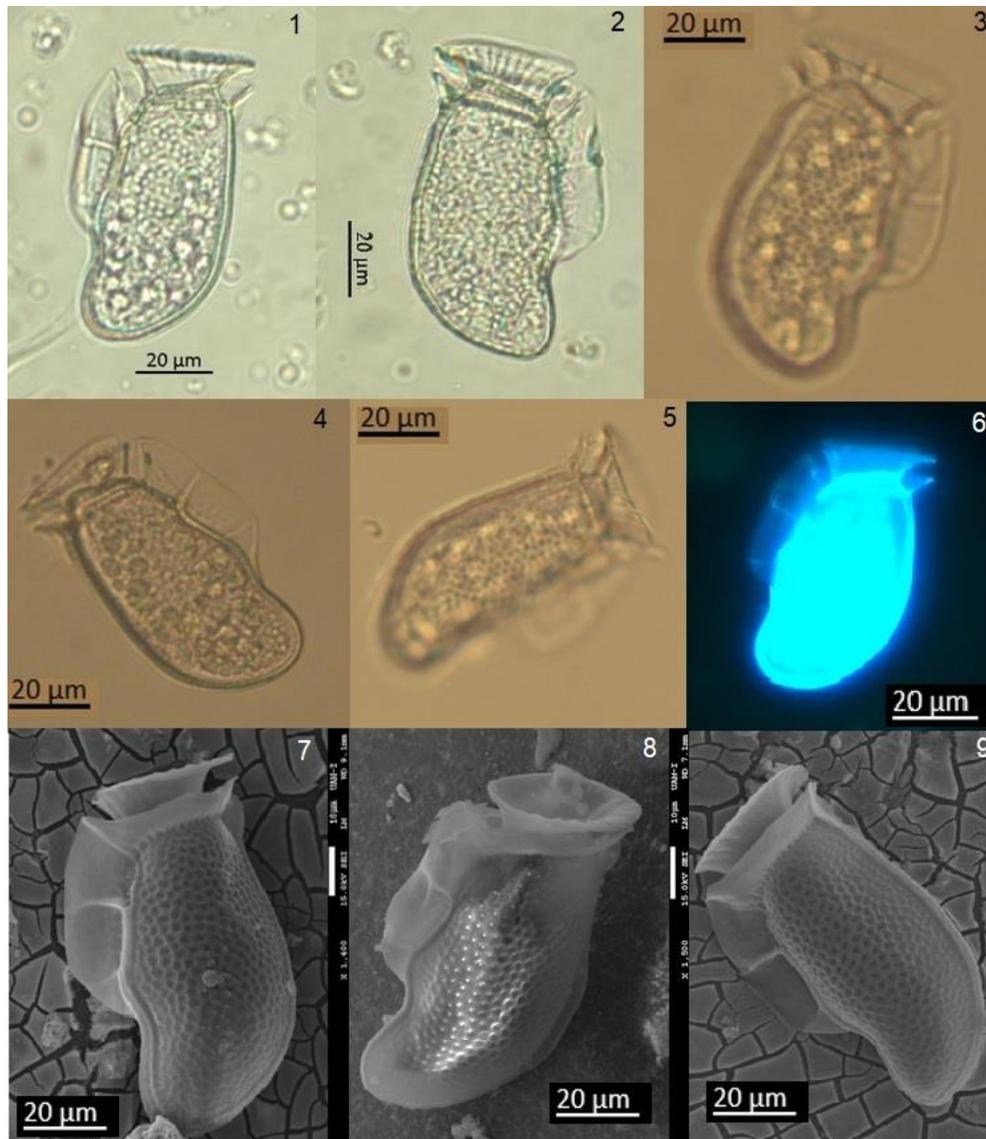


Figura 26. Fotografías de *Dinophysis siankanensis* en laguna de Términos: 1 (vista lateral izquierda), 2 (vista lateral derecha), 3 (vista lateral derecha), 4 (vista lateral derecha) y 5 (vista ventral) microscopía de luz; 6 (vista lateral izquierda) microscopía de epifluorescencia; 7, 8 y 9 (vista lateral izquierda) MEB.

Distribución y Comparación de *Dinophysis siankanensis* en la Bahía de la Ascensión (Sian Ka'an) y Laguna de Términos.

La Bahía de Ascensión (Sian Ka'an) recibe aportes de agua dulce subterránea, por lo que suele presentar salinidades que van de 6 a 22, con temperaturas de 25 a 30 °C (Almazán & Hernández-Becerril, 2002). Las muestras en donde se encontró la especie *D. siankanensis* fueron colectadas con una red cónica de 45 µm de abertura de malla a una profundidad de 50 cm a 1 m, en los años 1996 – 1999. Bajo una salinidad de 10 y una temperatura 28 °C, fue colectada en los meses de noviembre y diciembre, cabe mencionar que la bahía presenta temporadas climáticas de lluvias, secas y huracanes, sin embargo, estas suelen ser muy irregulares (Almazán & Hernández-Becerril, 2002).

Mientras que, en la laguna de Términos, la especie fue identificada en las estaciones 6, 7 y 8 de secas 2017, así como, en la estación 7 de lluvias 2017 (Fig. 27), cabe mencionar que en la temporada de nortes no se registró al organismo. En un estudio anterior, De los Santos-González (2018) encontró a la especie en 3 estaciones cercanas a la zona de influencia dulceacuícola de la laguna; *D. siankanensis* se encontró bajo las siguientes condiciones ambientales (Tabla 7).

Tabla 7. Condiciones ambientales en las que se presentó *D. siankanensis*.

Temporada climática	Salinidad	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (m)	% O ₂	NH ₄ ⁺ (μM)	NO ₃ ⁻ (μM)	NO ₂ ⁻ (μM)	PO ₄ ³⁻ (μM)	SiO ₂ (μM)
Secas 2017	22-35	29-31	6.89-7.99	0.50-4.90	59.83-108.26	0.02-18.01	0.21-1.85	0.25-0.65	3.06-10.48	0.01-8.54
Lluvias 2017	15-35	30-33	7.51-8.40	0.70-4.50	48.30-110.72	0.02-2.59	0.40-0.69	0.07-0.16	3.23-	3.35-11.11

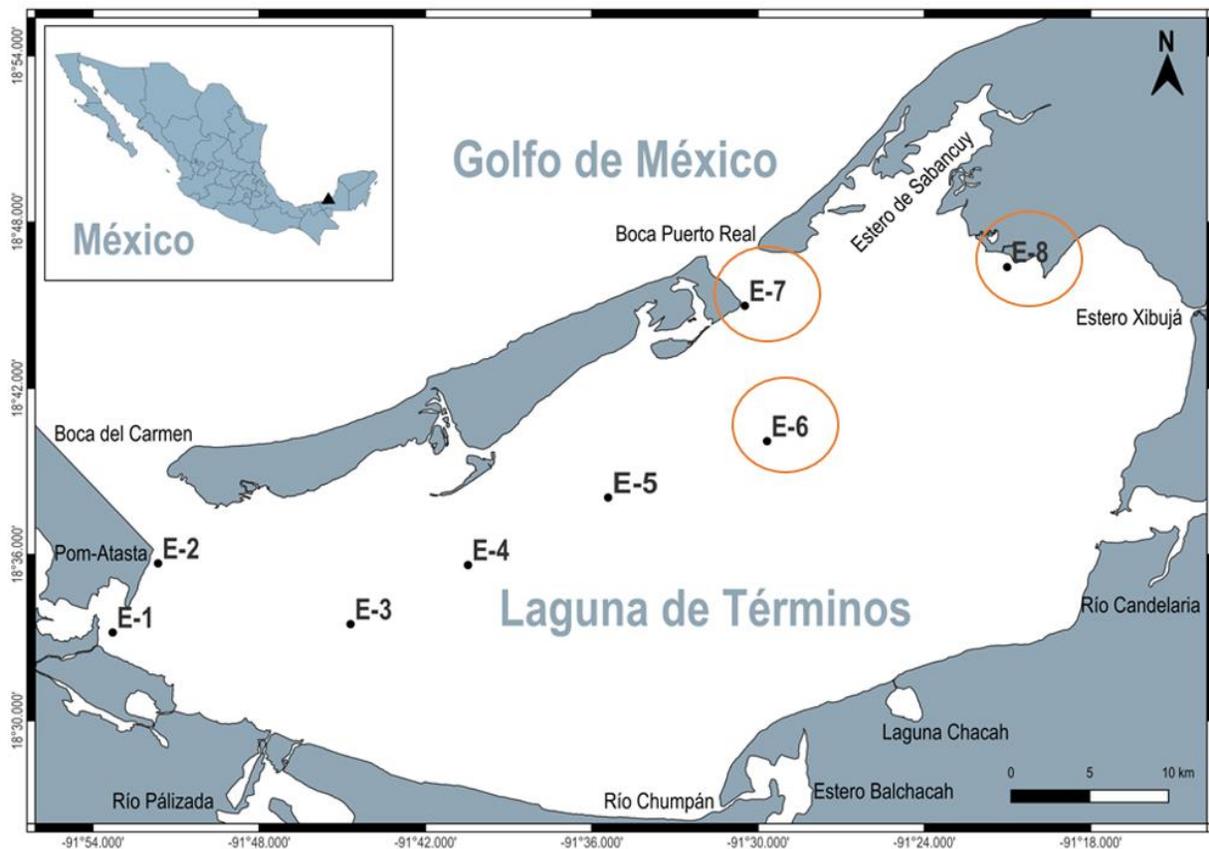


Figura 27. Mapa de la distribución de *Dinophysis siankanensis* en la laguna de Términos.

Almazán & Hernández-Becerril, (2002) compararon a *D. siankanensis* con las especies actuales del género *Dinophysis* similares a la especie, sin embargo, no lograron una buena comparación, haciendo ver que el contorno general de *D. siankanensis* es el rasgo

morfológico característico para considerarla como una nueva especie. La concavidad en el margen ventral, debajo de la línea media de la célula, y la curvatura del extremo posterior hacia el lado ventral son caracteres no compartidos con otras especies de *Dinophysis* (fig. 28), destacando que no encontraron quistes y células pequeñas que pudieran considerarse gametos.

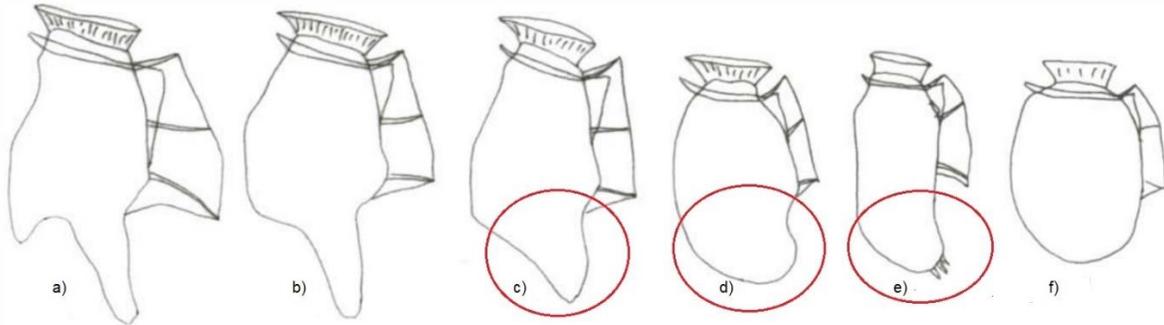


Figura 28. Comparación de la curvatura del extremo posterior hacia el lado ventral de *Dinophysis siankanensis* con otras especies del género *Dinophysis*. a) *D. tripos*, b) *D. caudata*, c) *D. caudata* f. *acutiformis*, d) *D. siankanensis*, e) *D. sacculus* y f) *D. acuminata*, modificado de Almazán & Hernández-Becerril, (2002),

Dinophysis siankanensis es similar a *D. caudata*, especie que presenta una gran variedad en cuanto a su morfología. *D. caudata* f. *acutiformis* ha sido identificada en lagunas costeras, sin embargo, la forma en la que presenta el apéndice es menos curvo y más parecido al que presenta *D. caudata*, por lo que, se descarta que sea la especie presente en laguna de Términos; Almazán & Hernández-Becerril, (2002) mencionan que *D. siankanensis* podría ser similar a *D. sacculus*, pero se establecieron que las células de *D. sacculus* son más alargadas que las de *D. siankanensis* y más rectangulares o en forma de saco (Almazán & Hernández-Becerril, 2002). La especie *D. siankanensis* fue encontrada por primera vez en un complejo de lagunas costeras. Almazán & Hernández-Becerril, (2002) mencionan que, al realizar una revisión, las especies de *Dinophysis* tienden a reducir su ápice, esta característica, da inferencia asertiva a que la especie presente en laguna de Términos se trata de *D. siankanensis*; Almazán & Hernández-Becerril, (2002) encontraron a la especie en salinidades bajas, temperaturas altas y en lo que ellos creen nutrientes bajos; mencionan también, que la especie es meramente salobre y de lagunas costeras. En este estudio se registró, además, de la ampliación en su distribución, una adaptación a salinidades altas 22-35 en secas 2017 y de 15-35 en lluvias 2017, de igual manera, fue encontrada en temperaturas altas y nutrientes generalmente bajos, a excepción del PO_4^{3-} que se encontró en valores ligeramente altos, coincidiendo en que es una especie salobre, presente en lagunas costeras.

Almazán & Hernández-Becerril, (2002), mencionan que *D. siankanensis* es endémica local del complejo lagunar en la reserva de Sian Ka'an, por la barrera de migración formada por los límites del complejo lagunar; Valadez-Cruz, (2014) registra a *D. siankanensis* de igual manera en la reserva de Sian Ka'an, sin embargo, en este estudio amplía la distribución de la especie, para laguna de Términos probablemente acarreada por las corrientes marinas. Cabe destacar que, Almazán & Hernández-Becerril, (2002) encontraron a *D. siankanensis* cuando había abundancias altas de *T. hircus* y *P.*

bahamense, circunstancia similar encontrada en nuestro estudio, por lo que se confirma que *D. siankanensis* está asociada a estas dos especies de dinoflagelados.

Por mucho tiempo, se ha sugerido que algunas especies de *Dinophysis* pueden ser parte del ciclo de vida de otras especies de este género, por ejemplo, Reguera & González-Gil (2001) sugieren que células pequeñas de *Dinophysis* pueden ser parte del ciclo sexual de la especie específica (Almazán & Hernández-Becerril, 2002). Al existir, muy poca información de *D. siankanensis* es importante trabajar con secuencias moleculares que ayuden a conocer mejor a la especie, así como su ciclo de vida.

Presencia de *Kolkwitziella* sp. en la laguna de Términos.

Historia del Género.

En 1896, Apstein describe por primera vez al dinoflagelado *Glenodinium acutum* en lagos de Alemania, posteriormente en Entz (1904) transfiere a la especie a *Diplopsalis*; debido a la presencia de 4 placas apicales. Por su parte Lebour (1922), genera el género *Entzia* y menciona que la especie no pertenece a *Diplopsalis*. En 1981, Abe reemplaza el nombre por *Apsteinia*, pero tanto para el nombre *Entzia* como para *Apsteinia* existían organismos dentro del zooplancton (foraminíferos, crustáceos y un tunicado con esta denominación), existiendo de esta manera un problema taxonómico con la especie, el cual fue resuelto por Elbrächter (1993), quién detectó que en 1919, Lindemann describió un dinoflagelado raro en Polonia al que nombra *Kolkwitziella salebrosa* y que Sebestyen en 1935, demostró que el quiste de *Diplopsalis acuta* corresponde a la especie *K. salebrosa* para un lago en Hungría, por lo que, consideró que el nombre correcto del género es *Kolkwitziella* y la especie se convierte en *K. acuta* (Mertens *et al.*, 2015).

Evolución de la especie *Kolkwitziella acuta*

Actualmente, solo se reconoce una especie dentro del género *Kolkwitziella*, *K. acuta* que Lebour (1922) menciona que era una especie intermedia en la evolución de los dinoflagelados del género *Protoperidinium*; la teoría de evolución menciona lo siguiente:

1. *Diplopsalis* evolucionó primero en *Kolkwitziella* a través de la división de las tres placas apicales en cuatro y de una placa intercalar en dos.
2. *Kolkwitziella* evoluciona a *Archaeperidinium* a través de la división de la conocida gran placa antapical.
3. Que a través del tiempo evolucionó y se convirtió en la especie típica que del género *Protoperidinium* con tres placas intercales anteriores (fig. 20) (Mertens *et al.*, 2015).

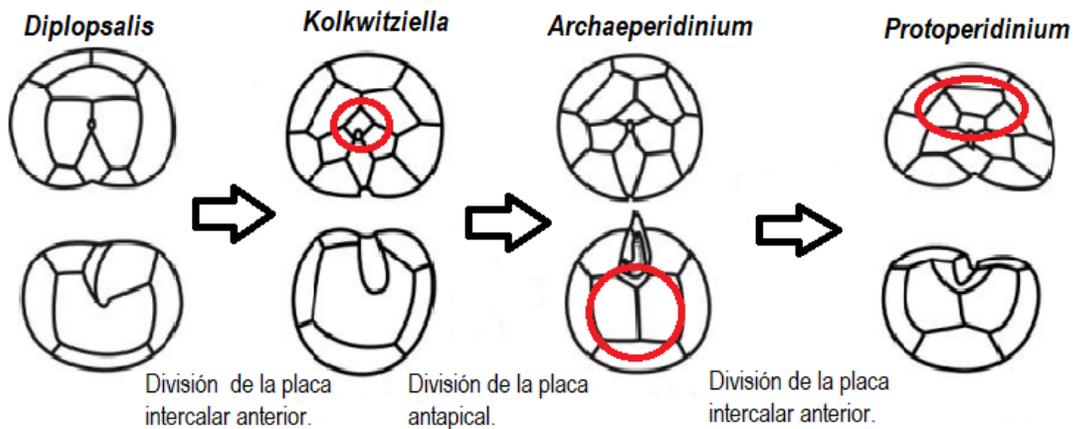


Figura 29. Evolución de placas en dinoflagelados Peridinales, tomado y modificado de Mertens *et al.*, 2015.

Comparación de *Kolkwitziella acuta* y *Kolkwitziella* sp.

Las células vegetativas de *Kolkwitziella acuta* son cónicas con un cuerpo apical corto, sin extensiones antapicales, el contenido celular es color verde, pero cabe mencionar que no hay presencia de cloroplastos. Las tecas son delgadas y poco reticuladas, la placa del Po es ovalada y se encuentra rodeada por bordes elevados de las placas 2', 3' y 4'. La placa del canal (X) es alargada y rectangular. La placa apical 1' es rómbica (Tipo orto) en contacto con las placas 2' y 4' que son más largas. Las placas 2' y 4' son pentagonales y la placa 3' es cuadrangular. Presenta dos placas intercalares de tamaño desigual, la 1a es más grande, de forma heptagonal o hexagonal (dependiendo si está en contacto o no con la 1'); la placa 2a es hexagonal y ligeramente más pequeña. Presenta 7'', la placa 1'' es pentagonal o cuadrangular (dependiendo si está en contacto o no con la 1a) de igual manera la placa 2'', las placas 3'', 5'', y 7'' son cuadrangulares, mientras que las placas 4'' y 6'' son pentagonales. El cingulum es recto con 3c+t, las placas sulcales no han podido ser descritas, tiene una aleta sulcal unida del lado izquierdo del sulcus. Las placas de la hipoteca son simétricas, tiene 5''' cuadrangulares y 1''' (Mertens *et al.*, 2015).

Las células de *Kolkwitziella acuta* presentan las siguientes medidas:

*Mar Caspio = 36.4 – 51.5 μm de largo y 46.1 – 56.2 μm de ancho.

*Finlandia = 35.1 – 35.7 μm de largo y 35.1 – 37.1 μm de ancho (Mertens *et al.*, 2015).

En este estudio, se encontraron células vegetativas del dinoflagelado que se creía era la especie *Kolkwitziella acuta* (fig. 30), en las tres temporadas climáticas de la laguna de Términos. Presenta una forma cónica, al igual que en *K. acuta*, con color del contenido celular pero no hay presencia de cloroplastos, tecas delgadas con presencia de poros en cada una. De la igual manera, la placa del Po esta ligeramente elevada y es ovalada

como en *K. acuta*, la placa 1' es tipo orto y rómbica en contacto con las placas 2' y 4', más largas y anchas; así como, con las placas 1 y 7 precingulares. Esta placa 1' es más ancha que larga (fig. 31), a diferencia de la placa de *K. acuta* que es más alargada. Las placas 2' y 4' pentagonales y la placa 4' es ligeramente más larga (fig. 31). La placa 3' es cuadrangular y pequeña (fig. 31). Coincide con *K. acuta* al tener dos placas intercalares en la epiteca, la 1a es ligeramente más grande, de forma hexagonal; la placa 2a es hexagonal y ligeramente más pequeña (fig. 31). Presenta 7'', tanto la placa 1'' como la 2'' son pentagonales las placas 3'', 5'', y 7'' son cuadrangulares, mientras que las placas 4'' y 6'' son pentagonales (fig. 31). El cingulum es recto, las placas cingulares no se han podido describir. Tiene una aleta sulcal del lado izquierdo del sulcus. Las placas de la hipoteca son simétricas, tiene 5''' cuadrangulares y 1''' (fig. 31). En cuanto a las medidas es más pequeña que *K. acuta* y de forma es más comprimida la especie encontrada en laguna de Términos.

*Laguna de Términos = 25.77 - 37.4 μm de largo y 26 – 35.72 μm de ancho.

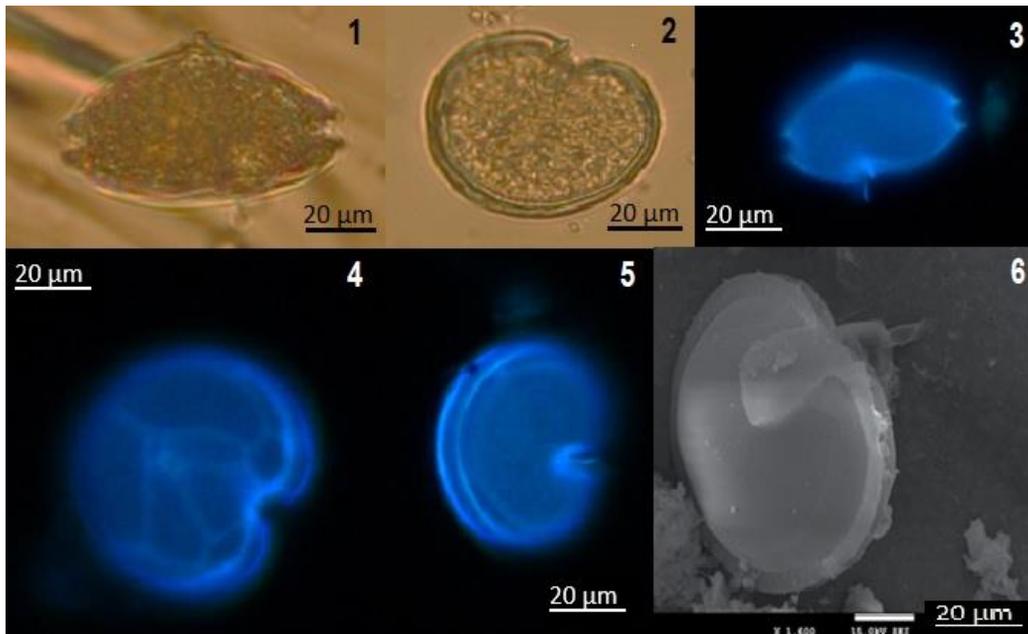


Figura 30. Fotografías de *Kolkwitzia* sp. en laguna de Términos: 1 (vista ventral) y 2 (Vista antapical) microscopía de luz; 3 (vista dorsal), 4 (vista apical) y 5 (vista antapical) microscopía de epifluorescencia; 6 (vista antapical) MEB.

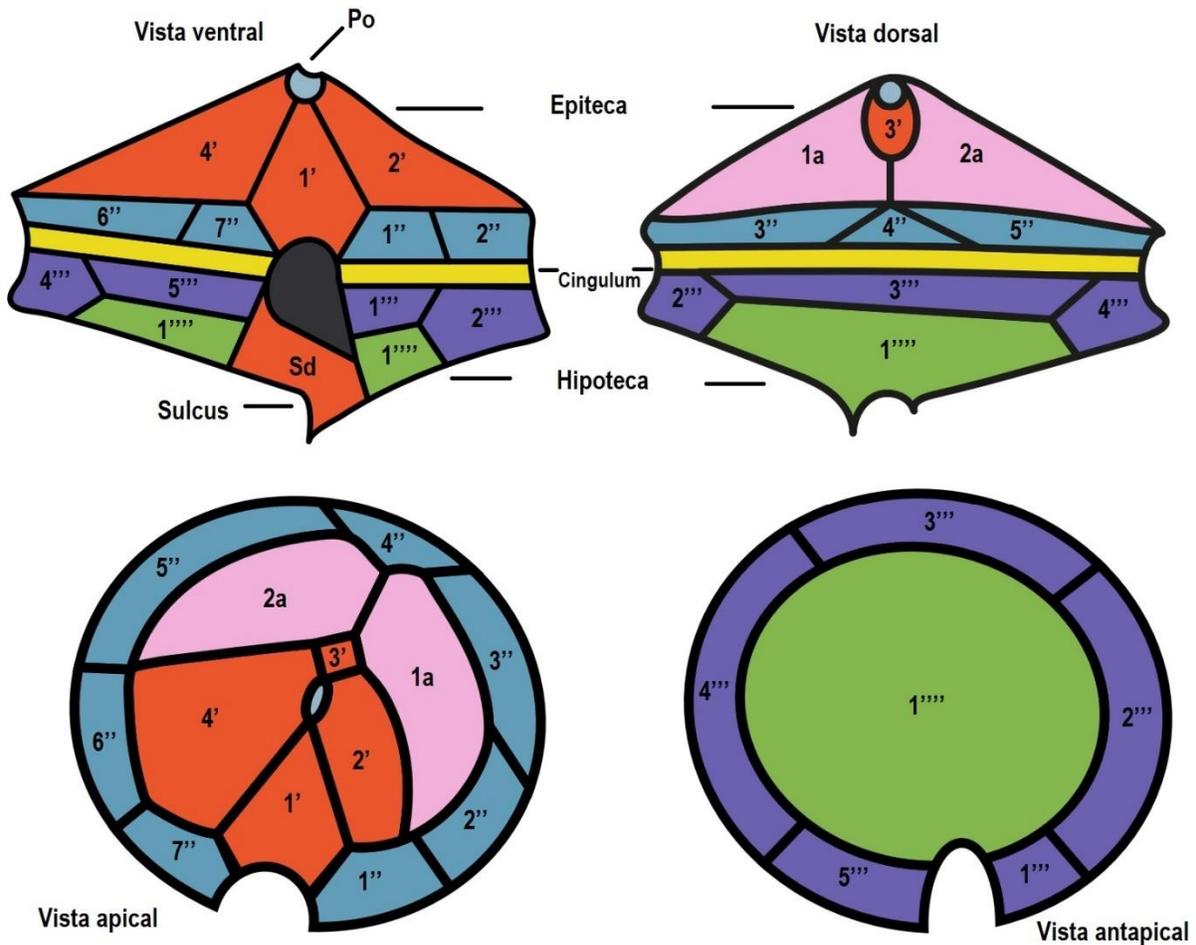


Figura 31. Esquema de *Kolkwitzia* sp. presente en laguna de Términos.

Debido a las diferencias en forma y tamaño de las células, así como la diferencia de algunas placas, se considera que la especie encontrada en la laguna de Términos puede tratarse de una nueva variedad o especie dentro del género *Kolkwitzia*. Falta definir algunas características tecaes de los organismos identificados en la laguna como las placas cingulares y sulcales; así como la comparación de secuencias moleculares que con las ya existentes de Mertens *et al.*, 2015 que ayuden a definir si se trata de una especie nueva o de la ampliación en la distribución de *K. acuta*. Sin embargo, otra característica que hace dudar se trate de *K. acuta* es la presencia de la especie en una zona tropical como laguna de Términos y su presencia en salinidades de altas o muy altas condiciones muy diferentes a las reportadas en la literatura.

Distribución

El organismo más antiguo se encontró en el Holoceno temprano en el Mar Negro; la especie *K. acuta* presenta una amplia distribución en Eurasia, ha sido identificada en Rusia, Países Bajos, Escandinavia, España, Suecia, Mar Negro, Iraq, Israel, Japón, Tajikistán, Mar Caspio, Rumania, Mar Báltico, Alemania, Portugal y Estados Unidos (AlgaeBase, 2023).

En laguna de Términos, la especie encontrada se distribuye (fig. 32) en las estaciones 4 y 7 de secas 2117, 5 y 7 de lluvias 217, así como en la 3 y 5 de nortes 2018.

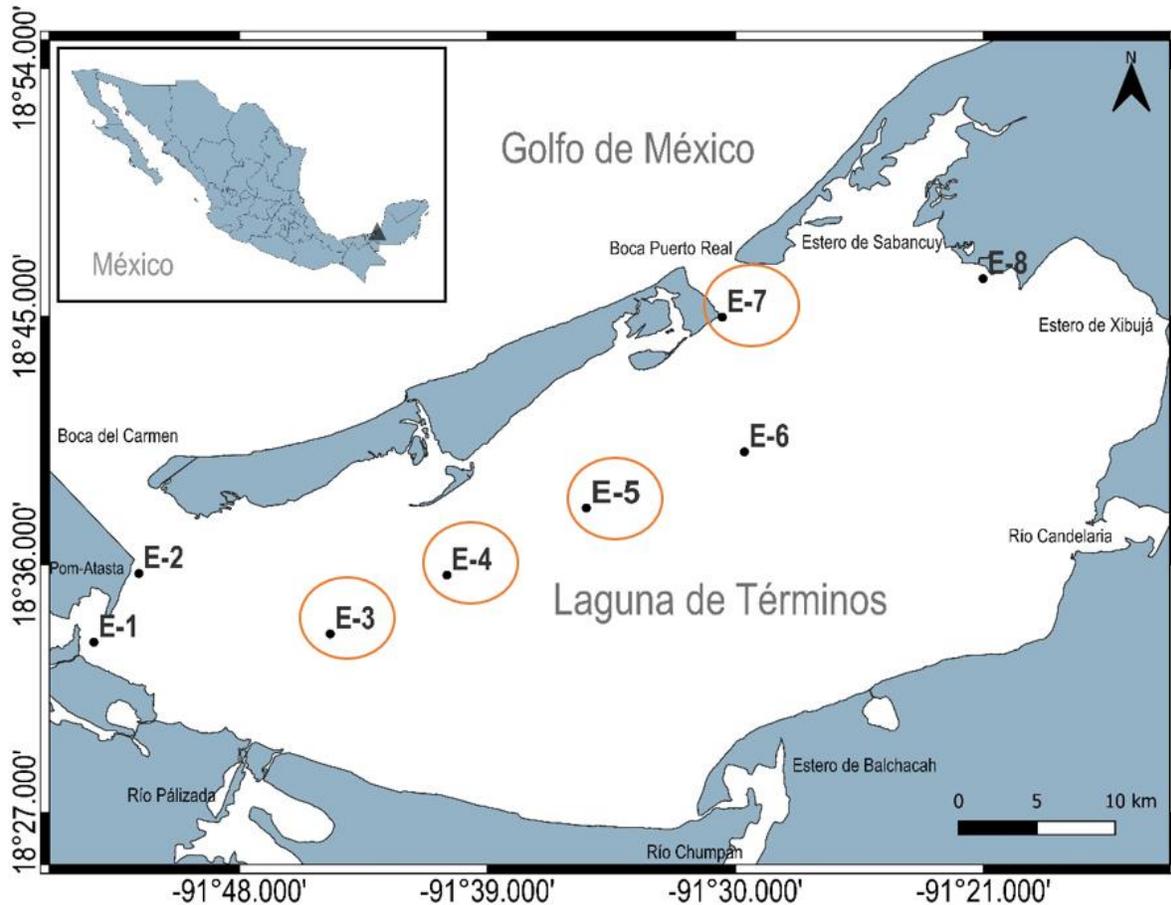


Figura 32. Mapa de la distribución de *Kolkwitzziella* sp. en la laguna de Términos.

Comparación de las características ambientales en las que se encuentra *Kolkwitzziella acuta* y *Kolkwitzziella* sp.

Mertens *et al.* (2015) mencionan que *K. acuta* puede ser una especie indicadora de salinidades bajas destacando su presencia en salinidades que van desde 0 a 22; esta presente además en cuerpos de agua dulce y salobres, sin embargo, no existe información suficiente sobre las salinidades en cuerpos de agua salobres que sustenten la presencia de *K. acuta* en sistemas como laguna de Términos. Cabe mencionar que las temperaturas en donde se ha localizado a *K. acuta* son consideradas de zonas templadas a frías y en el caso de la laguna de Términos, en México se trata de una zona tropical con temperaturas altas.

La especie por confirmar del género *Kolkwitzziella* sp. presente en la laguna de Términos se identificó bajo las siguientes características ambientales (tabla 8).

Tabla 8. Variables ambientales donde se presentó el género *Kolkwitzziella* sp.

Temporada climática	Salinidad	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (m)	% O ₂	NH ₄ ⁺ (μM)	NO ₃ ⁻ (μM)	NO ₂ ⁻ (μM)	PO ₄ ³⁻ (μM)	SiO ₂ (μM)
Secas 2017	22-35	29-31	6.89-7.99	0.50-4.90	59.83-108.26	0.02-18.01	0.21-1.85	0.25-0.65	3.06-10.48	0.01-8.54
Lluvias 2017	15-35	30-33	7.51-8.40	0.70-4.50	48.30-110.72	0.02-2.59	0.40-0.69	0.07-0.16	3.23-	3.35-11.11
Nortes 2018	12-35	23.40-25.80	8.34-8.52	0.50-4.30	83.85-98.79	5.70-15.42	0.15-0.84	0.02-0.41	33.29-41.74	2.81-10.26

Si bien, la salinidad para las temporadas de lluvias 2017 y nortes 2018 van de 15-35 y 12-35 coincidiendo en los rangos que mencionan Mertens *et al.* (2015) que van de 0 a 22, se destaca que *Kolkwitzziella* sp. en la laguna de Términos se registra por primera vez, a salinidades de 35 en las tres temporadas climáticas, siendo secas 2017 en la que se presenta con salinidades más altas de 22-35. Cabe mencionar que en cuanto a las medidas obtenidas en esta investigación de 25.77 - 37.4 μm de largo y 26 – 35.72μm de ancho, respectivamente, tienen una ligera semejanza a las células estudiadas por Mertens *et al.* (2015) para Finlandia en donde las especies median 35.1 – 35.7 μm de largo y 35.1 – 37.1 μm de ancho, siendo más pequeña la encontrada en la laguna de Términos; se identificó también que la placa 1' es más pequeña y ancha en los organismos encontrados en este estudio, además que son de forma más comprimida. Si bien, podrían ser células parecidas a las encontradas en el Mar Báltico (Finlandia) en esta zona se encontró a *Kolkwitzziella acuta* en salinidad que de 5.04 y a temperaturas de 5.22 °C, a diferencia de la laguna de Términos que tiene temperaturas que van de 29-31°C en secas 2017, 30-33°C lluvias 2017, 23.4 a 25.8 °C nortes 2018, Mertens *et al.* (2015) encontraron para las muestras del Mar Báltico de Finlandia a las células a profundidades que van desde 4.2 a 4.9 m, mientras que en la laguna de Términos la profundidad en la que se encontró *Kolkwitzziella* sp. fue de 0.50 a 4.9 m en secas 2017, 0.70 a 4.50 m en lluvias 2017 y 0.50 a 4.30 m en nortes 2018; Tarasova y Úmanskaya (2021) estudiaron a las especies fitoplanctónicas y su ecología para el río Usa al noreste de Rusia encontrando células vegetativas de *K. acuta* como una indicadora de salinidad en la zona, Marret *et al.* (2020) encontraron quistes de *K. acuta* en un estudio sobre las distribuciones de quistes globales, regionales y locales que fueron estudiados a través de literatura reportada en el Atlas mundial de Zonneveld *et al.* (2013) mencionando que la especie es heterótrofa, confirmando la información mencionada por Mertens *et al.* (2015) y la encontrada en esta investigación; Makhloogh *et al.* (2022) encontró quistes de *K. acuta* en sedimentos del Mar Caspio con temperaturas que van desde los 7 a 27 °C en muestras de 1996 a 2019; T-Krasznai y B-Béres (2021) identificaron a *K. acuta* en lagos de Hungría con dimensiones que van de 35 largo y 35 - 40 μm de ancho similares a las del Mar Báltico en Finlandia; Mertens *et al.* (2015) no encontraron células en agua completamente dulce, sin embargo rechazaron los registros de *K. acuta* en lagos con salinidades de 0, sugiriendo que la especie puede hacer una transición de agua salobre (22) a agua dulce (0); al encontrarse en la laguna con tanta diferencia en los parámetros ambientales (salinidad, temperatura) y que la zona que se ha trabajado es una laguna

costera, así como, las variaciones morfológicas encontradas, se puede inferir que se trate de una probable variedad o nueva especie para el género *Kolkwitziella*.

CONCLUSIONES

En la laguna de Términos se registraron 118 especies de dinoflagelados para la zona de influencia marina, con 72 nuevos registros para la laguna, 16 nuevos registros para el Golfo de México, y 2 para México (*P. cf. elongatum* y *Kolkwitziella* sp.).

La temporada de secas 2017 fue la que presentó mayor diversidad y abundancia de especies, seguida de nortes 2018, que presentó 68 especies; en la temporada de lluvias se observó menor diversidad y abundancia de dinoflagelados con 67 especies. Por lo que, se cumple con la hipótesis planteada, ya que en las tres temporadas climáticas se presentaron diferencias significativas en cuanto a los parámetros ambientales y la diversidad y abundancia de dinoflagelados fue diferente para cada temporada.

Los dinoflagelados heterótrofos fueron los más abundantes, seguidos de los autótrofos y mixótrofos, el orden más diverso fue el de Peridiniales, confirmando la hipótesis 1, ya que la mayor abundancia de dinoflagelados se presentó bajo salinidades y temperaturas altas, con concentraciones de nutrientes variadas. La especie más abundante para las tres temporadas climáticas fue *Tripos hircus*, especie nociva; mientras que la especie tóxica más abundante fue *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense*.

Se requiere en algunas especies de dinoflagelados tecados y atecados un mayor estudio morfológico y en algunos como *Kolkwitziella* sp. *P. cf. spirale*, *Qia lebouriae* y el grupo de Diplopsaloides estudios moleculares que ayuden a clasificar correctamente a las especies.

Así mismo, es recomendable realizar bioensayos de presencia de contaminantes y metales pesados que ayuden a definir que provoca la presencia de especies teratológicas en la laguna.

Cabe mencionar, que este estudio es un avance al conocimiento en la identificación de la riqueza de especies de dinoflagelados tecados y atecados; la diversidad de las especies está relacionada con el comportamiento y descripción de parámetros ambientales, en los cuales se presentan en la laguna de Términos, principalmente PO_4^{3-} , NH_4^+ , Temperatura °C, SiO_2^- y salinidad.

También es de gran importancia conocer más sobre los ciclos de vida, formación de quistes de resistencia, ecología y taxonomía de aquellas especies de dinoflagelados que pueden producir eventos de FAN dentro de la laguna.

REFERENCIAS

Abascal Monroy, I.M. 2014. Comparación Temporal del Estado de la Red Trófica de la Laguna de Términos, Campeche, México durante 1980, 1998 y 2011. Tesis de maestría

- en Manejo de Recursos marinos. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. México. 108 pp.
- Adla, S.M., D. Bassb, C. E. Laned, J. Lukes, C. L. Schochg, A. Smirnovh, S. Agathai, C. Berneyj, M. W. Brownk, F... & Qianqian Zhang. 2019. Classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 66: 4-119.
- Aguilar-Trujillo, A.C., Y.B. Okolodkov, F. del C. Merino-Virgilio, I. Osorio-Moreno & J.A. Herrera-Silveira. 2014. Variación espacial de dinoflagelados bentónicos/epifíticos en aguas costeras del norte de Yucatán (agosto de 2011). En: A.V. Botello, J. Rendón von Osten, J. Benítez & G. Gold-Bouchot (Eds.). 2014. *Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. UAC, UNAM-ICMYL, CINVESTAV-Unidad Mérida, pp. 147-160.
- Aké-Castillo J. A., A. Almazán-Becerril, C. F. Rodríguez-Gómez y E. García-Mendoza. 2018. Catálogo de microalgas marinas de Veracruz. *CICESE*. México. 162 pp.
- Almazán-Becerril, A. y D. Hernández-Becerril. 2002. *Dinophysis siankanensis*, a new species of planktonic dinoflagellate (Dinophyceae) from the Mexican Caribbean Sea. *Phycologia*, 41 (4): 374-381 DOI: 10.2216/i0031-8884-41-4-374.1
- Al-Yamani, F.Y., M.A. Saburova. 2010. *Illustrated Guide on the Flagellates of Kuwait's Intertidal Soft Sediments*. Kuwait Institute for Scientific Research. Kuwait. 197 pp.
- Ayala-Pérez L.A. 2010. Humedales costeros. En: Villalobos-Zapata G.J. & J. Mendoza-Vega (Eds.). 2010. *La biodiversidad en Campeche: estudio de estado*. CONABIO. Universidad Autónoma de Campeche. México, pp. 730.
- Ayala-Pérez L.A., A. Aguirre-León, A.O. Avilés-Alatrist, M.T. Barreiro-Güemes & J. L. Rojas-Galavíz. 1993a. La comunidad de peces en los sistemas fluvio-Lagunares adyacentes a la Laguna de Términos, Campeche. En: Salazar-Vallejo, S.I. & N.E. González (Eds.). 1993. *Biodiversidad marina y costera de México*. Comisión Nacional de Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quinta Roo, México, pp. 596-608.
- Balech, E. 1973. Cuarta contribución al conocimiento del género "*Protoperidinium*". *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Nueva Serie* 3(5): 347-368.
- Balech, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Publ. Esp. Instit. Esp. Oceanogr.* 1: 1-310.
- Balech, E. 1995. The genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata). Sherkin Island Marine Station. Ireland. 151 pp.
- Barreiro, M.T. 1983. Avances en el conocimiento de las comunidades de productores primarios en la Laguna de Términos. Reporte de investigación No. 32. UAM-CBS. México, D.F. 23pp.
- Chomé'rat, N., A. Couté, S. Fayolle, G. Mascarell & A. Cazaubon. 2004. Morphology and ecology of *Oblea rotunda* (Diplopsalidaceae, Dinophyceae) from a new habitat: a brackish and hypertrophic ecosystem, the Étang de Bolmon (South of France). *European Journal of Phycology*. 39: 317 – 326.
- Cremer H., F. Sangiorgi, F. Wagner-Cremer, V. McGee, A.F. Lotter & H. Visscher. 2007. Diatoms (Bacillariophyta) and Dinoflagellate (Dinophyceae) from Rookery Bay, Florida, U.S.A. *Caribbean Journal of Science* 43(1): 23-58.

- Delgado-Villar, S. J., R. Alonso-Rodríguez & L. R. Jimenez-Gutiérrez. 2021. Las extraordinarias formas de vida de los dinoflagelados del Pacífico mexicano. *Revista Digital Universitaria* 22 (4): 1-10. DOI: <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.4.3>
- Elbrächter, M. 1979. On the taxonomy of unarmored dinophytes (Dinophyta) from the Northwest African upwelling region. *Meteor Forschungs Reihe* 30: 1-22.
- Faust, M.A. 2006. Creation of the subgenus *Testeria* Faust *subgen. nov.* *Protoperidinium* Bergh from the SW Atlantic Ocean: *Protoperidinium novella* sp. nov. and *Protoperidinium concinna* sp. nov. Dinophyceae. *Phycologia* 45(1):1-9.
- Fensome, R. A., F. J. R. Taylor, G. Norris, W. A. S. Sarjeant, D. I. Wharton & G. L. Williams. 1993. A classification of living and fossil Dinoflagellates. *Micropaleontology* 7: 1-351.
- Fichez, R., D. Archundia, C. Grenz, P. Douillet, F.J. Gutiérrez-Mendieta, M. Origel-Moreno, L. Denis, A. Contreras-Ruiz & J. Zavala-Hidalgo. 2016. Global climate change and local watershed management as potential drivers of salinity variation in a tropical coastal lagoon (Laguna de Terminos, Mexico). *Aquatic Sciences*. DOI 10.1007/s00027-016-0492-1.
- Figueroa-Torres, Ma. G. & I. Weiss-Martínez. 1999. Dinoflagelados (Dinophyceae) de la laguna de Tamiahua, Veracruz. *Revista de Biología Tropical* 47: 43-46.
- Fuentes-Yaco, C., D. Salas de León, M. Monreal-Gómez & F. Vera-Herrera. 2001. Environmental forcing in a tropical estuarine ecosystem: the Palizada River in the southern Gulf of Mexico. *Marine and Freshwater Research* 52:735-744.
- Gallegos Martínez, M.E., Ma. E. Meave del Castillo, C. Álvarez Silva, A. Sentíes Granados, R. Roldán Serralde, R. Chacón Alvarado, K.M. Dreckman K. & Ma. E. Zamudio Reséndiz. 2009. Biodiversidad costera en la Sonda de Campeche. En: Soto Luis A. & Ma. C. González-Macías (Eds). 2009. *PEMEX y la salud ambiental de la Sonda de Campeche*. Batelle Memorial Institute, Instituto Mexicano del Petróleo, Universidad Autónoma Metropolitana y Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 169-264.
- Gárate-Lizárraga, I. & G. Verdugo-Díaz. 2007. Nuevos registros de dinoflagelados desnudos para el Golfo de California, México. *Oceánides* 22(1-2): 37-43.
- Gárate-Lizárraga, I., C.J. Band-Schmidt, G. Verdugo-Díaz, M. del S. Muñetón-Gómez & E.F. Félix-Pico. 2007. Dinoflagelados (Dinophyceae) del sistema lagunar Magdalena-Almejas. En: R. Fuentes-Rodríguez, J. Gómez-Gutiérrez & R. Palomares-García (Eds.). 2007. *Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena*. Instituto Politécnico Nacional, pp. 145-174.
- Garduño Solórzano, G., S. Licea Durán, Ma. G. Oliva Martínez & Ma. A. García Gómez. 2009. *Dinoflagelados*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Iztacala, México. 107 pp.
- Gómez, F. 2012. A checklist and classification of living Dinoflagellates (Dinoflagellata, Alveolata). *CICIMAR Oceánides* 27(1): 65-140.
- Gómez, F. 2013. Reinstalación del género de dinoflagelados *Triplos* para reemplazar a *Neoceratium*, especies marinas de *Ceratium* (Dinophyceae, Alveolata). *CICIMAR Oceánides* 28(1): 1-22.

- Gómez, F. 2017. A review on the synonymy of the dinoflagellate genera *Oxytoxum* and *Corythodinium* (Oxytoxaceae, Dinophyceae). *Nova Hedwigia* 107: 141-165.
- Gómez, F., D. Moreira y P. López-García. 2011. Avances en el estudio de los dinoflagelados (Dinophyceae) con la filogenia molecular. *Hidrobiológica* 21(3): 343-364.
- Gómez-Aguirre, S. 1974. Reconocimientos estacionales de hidrología y plancton en la Laguna de Términos, Campeche, México (1964/1965). *Anales Centro Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México 1: 61-82. Disponible en línea: <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1974-1/articulo4.html>
- González P.A. 1974. Las cuencas del Usumacinta y el Grijalva. *Revista Mexicana de Geología* 4: 2-3.
- Gribble, K., N. Gleen & D. M. Anderson. 2007. Biodiversity, biogeography, and potential trophic impact of *Protoperdinium* spp. (Dinophyceae) off the southwestern coast of Ireland. *Journal of Plankton Research* 29(11): 931-947.
- Guerra-Martínez, S. L., M. A. Lara-Villa. 1996. "Florecimiento" de *Ceratium furca* (Peridiniales: Ceratiaceae) en un ambiente salobre: Laguna de Sontecomapan, México. *Revista de Biología Tropical*. 44(1): 23-30.
- Guevara E., H. Álvarez., M. Mascaró., C. Rosas & A. Sánchez. 2007. Hábitos alimenticios y ecología tropical del pez *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjanidae) asociado a la vegetación sumergida en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical* 55(3-4): 989-1004.
- Guiry, M.D. y G. M. Guiry. 2023. AlgaeBase. World-wide electronic publication, Universidad Nacional de Irlanda, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>
- Gutiérrez-Mendieta, F. J., F. Varona-Cordero & F. Contreras-Espinosa. 2006. Caracterización estacional de las condiciones fisicoquímicas y de productividad primaria fitoplanctónica de dos lagunas costeras tropicales del estado de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 16(2): 137-146.
- Hallegraeff, G. M. 2004. Harmful algal blooms: a global overview. En: Hallegraeff, G. M., D. M. Anderson, A. D. Cembella (Eds.). *Manual on Harmful Marine Microalgae*. 2da. ed. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization Publishing. París, Francia, pp. 25-50.
- Han, M., P. Wang, J. H. Kim, S. Cho, B. S. Park, J. Kim, T. Katano & B. Kim. 2016. Morphological and Molecular Phylogenetic Position of *Proocentrum micans* sensu stricto and Description of *Proocentrum koreanum* sp. nov. from Southern Coastal Waters in Korea and Japan. *Protist*. 167(1): 32-50.
- Hansen, P. J. 1991. Quantitative importance and trophic role of heterotrophic dinoflagellate in a coastal pelagic. *Web. Mar. Ecol. Prog. Ser.* 73: 253-261.
- Hernández-Becerril, D. U., M. E. Meave del C. & C. Flores Granados. 2003. Dinoflagelados del Orden Dinophysiales en las Costas Mexicanas. En: Barreiro, M. T., M. E. Meave del Castillo, G. Figueroa-Torres & M. Signoret (Eds.). 2003. *Planctología Mexicana*. Sociedad Mexicana de Planctología, A.C. México, D.F., México. pp. 19-42.
- Hernandez-Becerril, D.U., S. A. Barron-Campis, J. G. A. Ceballos-Corona, R. Alonso-Rodríguez, K. M. Ricones-Reyes, R. T. Becerra-Reynoso y G. Arce-Rocha. 2021.

- Catálogo de fitoplancton del Pacífico central mexicano, cruceros “MareaR” (2009-2019). B/O “El Puma” Universidad Nacional Autónoma de México. 254 pp.
- Hoek, C. van den, D. G. Mann & H. M. Jahns. 1995. *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press. Cambridge, E.U.A. 623 pp.
- Hoppenrath, M. 2017. Dinoflagellate taxonomy — a review and proposal of a revised classification. *Mar Biodiv.* 47:381–403.
- INE-SEMARNAT. 1997. *Programa de manejo de área de protección de flora y fauna Laguna de Términos*. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera edición. México. 166 pp.
- Jeong, H. J., Y. D. Yoo, J. S. Kim, K. A. Seong, N. S. Kang & T. H. Kim. 2010. Growth, Feeding and Ecological Roles of the Mixotrophic and Heterotrophic Dinoflagellates in Marine Planktonic Food Webs. *Ocean Science Journal*, 45(2):65-91.
- Jorgensen, M.F., S. Murray & O. F. Daugbjerg. 2004. *Amphidinium* revisited and redefinition of *Amphidinium* (Dinophyceae) based on cladistic and molecular phylogenetic analyses. *J. Phycology* 40: 351-365.
- Kofoed, C. A. & T. Skogsberg. 1928. *The Dinoflagellata: The Dinophysoidae*. Museum of Comparative Zoology. Vol. 51. Harvard University, Cambridge, Mass., E.U.A. 906 pp.
- Kofoed, C. A. 1908. Exuviation, autotomy and regeneration in *Ceratium*. *University of California Publications in Zoology* 4 (7): 387-393.
- Lassus, P., N. Chomérat, P. Hess & E. Nézan. 2016. *Toxic and harmful microalgae of the World Ocean*. International Society for the Study of Harmful Algae / Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. IOC Manuals and Guides, 68. Dinamarca. 523 pp.
- Lewis, A.M., L.N. Coates, A.D. Turner, L. Percy & J. Lewis. 2018. A review of the global distribution of *Alexandrium minutum* (Dinophyceae) and comments on ecology and associated paralytic shellfish toxin profiles, with a focus on Northern Europe. *Journal Phycology*. 54: 581-598. <https://doi.org/10.1111/jpy.12768>
- Li, Z., K. N. Mertens, M. Gottschling, H. Gu, S. Söhner, A. M. Price, F. Marret, V. Pospelova, K. F. Smith, C. Carbonell-Moore, E. Nézan, G. Bilien & H. H. Shin. 2020. Taxonomy and Molecular Phylogenetics of *Ensiculiferaceae*, fam. nov. (Peridinales, Dinophyceae), with Consideration of their Life-history. *Protist*. 147: 1-26.
- Licea, S. y H. Santoyo. 1991. Algunas características ecológicas del fitoplancton de la región central de la Bahía de Campeche. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Autónoma de México. 18(2): 157-167.
- Lira Galera, I. E., Ziehl C. Müdespacher & J.L. Cifuentes Lemus. 1989. *Guía ilustrada de animales marinos venenosos de México y el Caribe*. Limusa, México. 105 pp.
- Liu, T., K. N. Mertens & H. Gu. 2015. Cyst–theca relationship and phylogenetic positions of the diplopsalioideans (Peridinales, Dinophyceae), with description of *Niea* and *Qia* gen. nov. *Phycologia* 54 (2): 210–232.
- López-Mejía, D., F. J. Gutiérrez-Mendieta, J. A. Zavala-Hurtado, D. A. Siqueiros-Beltrones, F. Varona-Cordero & I. R. Herrera-Moro Chao. 2022. Physicochemical

- gradients in a coastal lagoon from the southern Gulf of Mexico; a multivariate approach. *ELSEVIER, Regional Studies in Marine Science* (52): 1-13.
- Maciel-Baltazar, E. & D. Hernández-Becerril. 2013a. Especies de dinoflagelados atecados (Dinophyta) de la costa de Chiapas, sur del Pacífico mexicano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 48 (2): 245-259.
- Maciel-Baltazar, E. 2014. Dinoflagelados (Dinoflagellata) tóxicos de la costa de Chiapas, México, Pacífico centro oriental. *Cuadernos de Investigación UNED* 7(1): 39-48.
- Makhlough, A., S. H. Nasrollahzadeh, A. Roohi, A.R. Keyhansani & F. Vahedi. 2022. The study on dinocysts in the southern coastal waters of Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 21(1): 48-62.
- Matsuoka, K. 1984. Cyst and theca of *Protoperidinium avellana* (MEUNIER) BALECH, (Dinophyceae). *Natural Science*. 25(1): 37-47.
- Matsuoka, K. 1988. Cyst-theca relationships in the *Diplopsalid* group (Peridinales, Dinophyceae). *Review of Palaeobotany and Palynology* 56: 95-122.
- Meave del Castillo, M.E y M. E. Zamudio Reséndiz. 2014. Atlas de dinoflagelados del Pacífico Mexicano. Tomo I Desnudos. *CONABIO*. México. 162 pp.
- Meave-del Castillo, M. E. 2009. Dinoflagelados y diatomeas del Pacífico tropical mexicano. Informe final Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Proyecto DJ022. México, D.F., México. Disponible en línea: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfDJ022.pdf>
- Meave-Del Castillo, M. E., M. E. Zamudio-Reséndiz & M. Castillo-Rivera. 2012. Riqueza fitoplanctónica de la Bahía de Acapulco y zona costera aledaña, Guerrero, México. *Acta Botánica Mexicana* 100: 405-487.
- Mertens K.N., Y. Takano, A. Yamaguchi, H. Gu, K. Bogus, A. Kremp, S. Bagheri, G. Matishov y K. Matsuoka. 2015. The molecular characterization of the enigmatic dinoflagellate *Kolkwitzella acuta* reveals an affinity to the *Excentrica* section of the genus *Protoperidinium*. *Systematics and Biodiversity* 1-16.
- Muciño-Márquez, R. E., M. G. Figueroa-Torres & A. Aguirre- León. 2014. Composición fitoplanctónica en los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del Este, adyacentes a la Laguna de Términos Campeche, México. *Acta Biológica Colombiana* 19 (1): 63-84.
- Ochoa, J.L., E. Núñez-Vázquez & J. Saad. 2003. Diferentes términos utilizados para describir las "Mareas Rojas". *Revista de Biología Tropical* 51(3): 621-628.
- Okolodkov, Y. 1998. A checklist of dinoflagellates recorded from the Russian Arctic seas. *Sarsia*. 83(4): 267-292. DOI: 10.1080/00364827.1998.10413687
- Okolodkov, Y. 2008. *Protoperidinium* Bergh (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a key for identification. *Acta Botanica Mexicana*. 84: 93-149.
- Okolodkov, Y. 2014. Dinophysiales (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a key for identification. *Acta Botanica Mexicana*. 106: 9-71.

- Okolodkov, Y. B. & I. Gárate-Lizárraga. 2006. An annotated checklist of Dinoflagellates (Dinophyceae) from the Mexican Pacific. *Acta Botanica Mexicana* 74: 1-154.
- Okolodkov, Y., A. Aguilar, I. Osorio & J. Herrera-Silveira. 2014. The genus *Scrippsiella* (Dinoflagellata) in coastal waters of the northern Yucatan Peninsula, SE Gulf of Mexico. *Boletín de la SMFy SOFILAC* 4: 21-32.
- Okolodkov, Y.B. 2003. A review of Russian plankton research in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea in the 1960-1980s. *Hidrobiológica* 13(1): 207-221.
- Okolodkov, Y.B., F.C. Merino-Virgilio, J.A. Aké-Castillo, A.C. Aguilar-Trujillo, S. Espeinosa-Matías & J. A. Herrera-Silveira. 2014. Seasonal changes in epiphytic Dinoflagellate assemblages near the Northern Coast of the Yucatan Peninsula, Gulf of Mexico. *Acta Botanica Mexicana* 107:121-151.
- Parra-Toriz, D., M.L. A. Ramírez Rodríguez, y D.U. Hernández-Becerril. 2011. Dinoflagelados (Dinophyta) de los órdenes Prorocentrales y Dinophysiales del Sistema Arrecifal Veracruzano, México. *Revista de Biología Tropical* 59 (1): 501-514.
- Peña Manjarrez, J., 2008. Ecología de dinoflagelados productores de florecimientos en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis Doctorado en Ciencias (Ecología Marina). Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Baja California. 196 pp. Disponible en línea: <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/1517>
- Pérez-Ceballos, R., K. Rivera-Rosales, A. Zaldívar-Jiménez, J. Canales-Delgadillo, R. Brito-Pérez, L. Amador del Ángel & M. Merino-Ibarra. 2018. Efecto de la restauración hidrológica sobre la productividad de raíces subterráneas en los manglares de Laguna de Términos, México. *Botanical Sciences* 96(4): 569-581.
- 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.
- Pinzón-Palma, E.A. 2015. Estudio taxonómico y ecológico de los dinoflagelados planctónicos del Orden Peridinales de la Bahía de Acapulco con énfasis en las familias Diplopsaliaceae y Protoperidiniaceae. Tesis de maestría en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa. México. 259 pp.
- Poot Delgado, C.A. 2016b. Florecimientos algales nocivos en las costas de Campeche, Golfo de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* 68: 91-96.
- Poot-Delgado, C. & Rosado-García, P. 2013. Fitoplancton marino potencialmente nocivo en las aguas costeras de Champotón, Campeche. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. SEMS, DGECyTM. México. 10 pp.
- Poot-Delgado, C., Y. B. Okolodkov, J. A. Aké-Castillo & J. Rendón von Osten. 2015a. Fitoplancton potencialmente nocivo en el muelle La Puntilla, Laguna de Términos, sureste del Golfo de México. *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología* 8(32): 570-582.
- Poot-Delgado, C., Y. B. Okolodkov, J. A. Aké-Castillo & J. Rendón von Osten. 2015b. Annual cycle of phytoplankton with emphasis on potentially harmful species in oyster beds of Terminos Lagoon, southeastern Gulf of Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 50(3): 465-477.

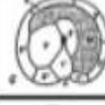
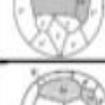
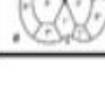
- Poot-Delgado, C.A. 2016. Microalgas como indicadoras de la calidad del agua en los bancos ostrícolas de la Laguna de Términos, Golfo de México. Tesis de Doctorado en Ecología y Pesquerías. Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, México. 163 pp.
- Ramos-Miranda, J., D. Flores-Hernández, L. A. Ayala-Pérez, J. Rendón-von Osten, G. Villalobos-Zapata & A. Sosa-López. 2006. *Atlas Hidrológico e Ictiológico de la Laguna de Términos*. Universidad Autónoma de Campeche, México. 173 pp.
- Riding, J.B., R. A. Fensome, M. O. Soyer-Gobillard & L. K. Medlin. 2023. A review of the Dinoflagellates and their evolution from fossils to modern. *Journal of Marine Science and Engineering* 11: 1-34.
- Rijal Leblada, B., R. Amnhirb, S. Reqjab, F. Sitehc, M. Daoudia, M. Marhraouia, M. Karim Ouelad Abdellaha, B. Verond H. Er-Raiouic & M. Laabir. 2020. Seasonal variations of phytoplankton assemblages in relation to environmental factors in Mediterranean coastal waters of Morocco, a focus on HABs species. *Harmful Algae* 96: 1-17.
- SEMARNAP. 1994. *Programa de Manejo de la Zona de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos*. Instituto Nacional de Ecología, México. 167 pp.
- Steidinger, K. & K. Tangen. 1997. Dinoflagellates. En: Tomas, C.R. (Ed.). 1997. *Identifying marine phytoplankton*. Acad. Press, Inc. San Diego, E.U.A. pp. 387-584.
- Strickland, J.D.H. & T. R. Parsons. 1972. A Practical Hand Book of Seawater Analysis. *Fisheries Research Board of Canada Bulletin* 157(2): 310.
- Tarasova, N.G., M. V. Úmanskaya. 2021. Composición de especies y características ecológicas y geográficas: Plancton Algoflora del Río Usa (Región de Samara). *Fitodiversidad de Europa del Este*. 15(4): 115–135.
- Taylor, F. J. R., Y. Fukuyo, J. Larsen & G. M. Hallegraeff. 2004. Taxonomy of Harmful Dinoflagellates. En: Hallegraeff, G. M., D. M. Anderson, A. D. Cembella (Eds.). *Manual on Harmful Marine Microalgae*. 2da. ed. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization Publishing. París, Francia. pp. 389-432.
- T-Krasznai, E. & V. B-Béres. 2021. Rarely mentioned species in Hungary: ¿Can we step into the same lake? *Biología*. 76:1661–1673.
- Usup, G., A. Ahmad, K. Matsuoka, P. T. Lim & C. P. Leaw. 2012. Biology, ecology and bloom dynamics of the toxic marine dinoflagellate *Pyrodinium bahamense*. *Harmful Algae* 14: 301–312.
- Valadez-Cruz, F., G. Rosiles-González, A. Ortega-Rubio, A. 2014. Diversidad de algas en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60: 23-36.
- Wetzel, R. G. & G.E. Likens, G. E. 1991. *Limnological Analyses*. 2da. ed. New York, E.U.A. 391pp.
- Wiese M, P. M. D'Agostino, T. K. Mihali, M. C. Moffitt & B. A. Neilan. 2010. Neurotoxic Alkaloids: Saxitoxin and Its Analogs. *Marine Drugs*. 8(7): 2185-2211. <https://doi.org/10.3390/md8072185>
- Zhang, W., Z. Li, K. N. Mertens, A. Derrien, V. Pospelova, M. C. Carbonell-Moore, S. Bagheri, K. Matsuoka, H. H. Shin & H. Gu. 2020. Reclassification of *Gonyaulax verior*

(Gonyaulacales, Dinophyceae) as *Sourniaea diacantha* gen.etcomb.nov. *Phycologia*.
59(3): 246-260. DOI: 10.1080/00318884.2020.1735926

ANEXOS

Anexo I

Tabla 5. Tabulación de placas del grupo Diplopsaloides (Pinzon-Palma, 2015).

Familia Diplopsaliaceae		3-4', 1-2a, 6-7'', 3c, 5''', 1-2'''' , 5s.			
	INTERCALARES	GÉNEROS	FÓRMULA	ESPECIE TIPO	EPITECA
 Grupo 1''''	1a	<i>Diplopsalis</i>	3', 1a, 6'', 3c, 5''', 1'''' , 5s	<i>Diplopsalis lenticula</i>	
		<i>Qia</i>	3', 1a, 6'', 3c, 5''', 1'''' , 5s	<i>Qia lebourai</i>	
		<i>Preperidinium</i>	3', 2a, 7'', 3c, 5''', 1'''' , 5s Matsuoka	<i>Preperidinium meunierii</i>	
	4', 1a, 7'', 3c, 5''', 1'''' , 5s Steidinger				
2a	<i>Boreadinium</i>	3', 2a, 7'', 3c, 5''', 1'''' , 5s	<i>Boreadinium pisiforme</i>		
Familia Diplopsaliaceae		3-4', 1-2a, 6-7'', 3c, 5''', 1-2'''' , 5s.			
 Grupo 2''''	1a	<i>Oblea</i>	4', 1a, 6'', 3c, 5''', 2'''' , 5s	<i>Oblea baculifera</i>	
		<i>Niea</i>	4', 1a, 6'', 3c, 5''', 2'''' , 5s	<i>Niea chinensis</i>	
	2a	<i>Dissodium</i>	3', 2a, 6'', 3c, 5''', 2'''' , 5s	<i>Dissodium parvum</i>	
		<i>Diplopelta</i>	3', 2a, 6'', 3c, 5''', 2'''' , 5s Matsuoka	<i>Diplopelta bomba</i>	
			4', 1a, 6'', 3c, 5''', 2'''' , 5s Steidinger		
		<i>Gotoius</i>	3', 2a, 6'', 3c, 5''', 2'''' , 5s Matsuoka	<i>Gotoius abei</i>	
			4', 1a, 6'', 3c, 5''', 2'''' , 5s Steidinger		
	<i>Diplopsalopsis</i>	3', 2a, 7'', 3c, 5''', 2'''' , 5s Matsuoka	<i>Diplopsalopsis orbicularis</i>		
		4', 1a, 7'', 3c, 5''', 2'''' , 5s Steidinger			

Anexo II. Microcopía de luz (ML), microscopía de epiplourescencia (ME), microscopía electrónica de barrido (MEB).

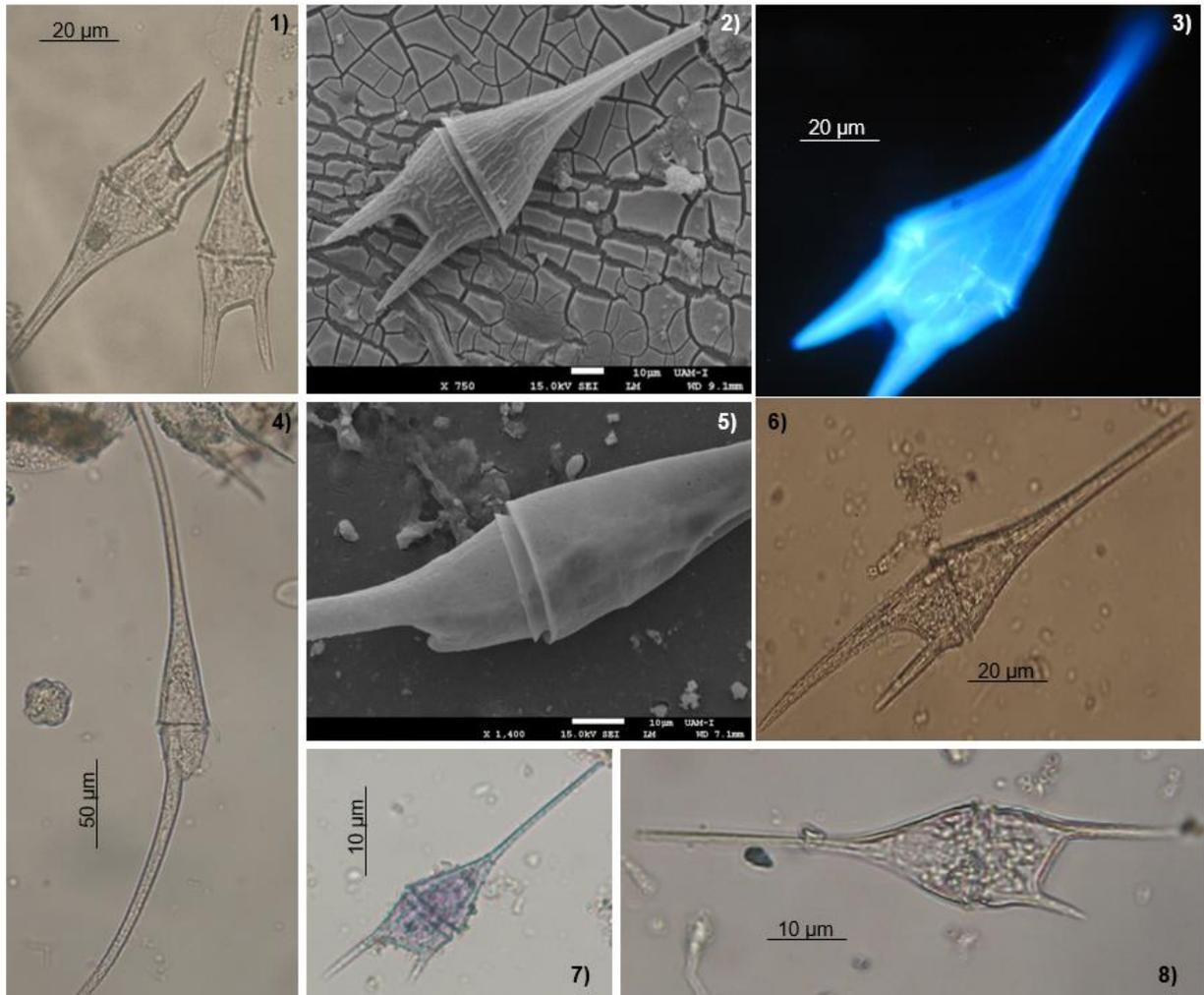


Figura A. 1) *Tripes hircus* vista dorsal (ML); 2), *Tripes hircus* vista dorsal (MEB); 3) *Tripes hircus* vista ventral (ME); 4) *Tripes fusus* vista dorsal (ML), 5) *Tripes fusus* vista dorsal y presencia de poros en placas (MEB), 6) *Tripes furca* var. *furca* vista dorsal (ML); 7) - 8) *Tripes kofoidii* vista dorsal (ML).

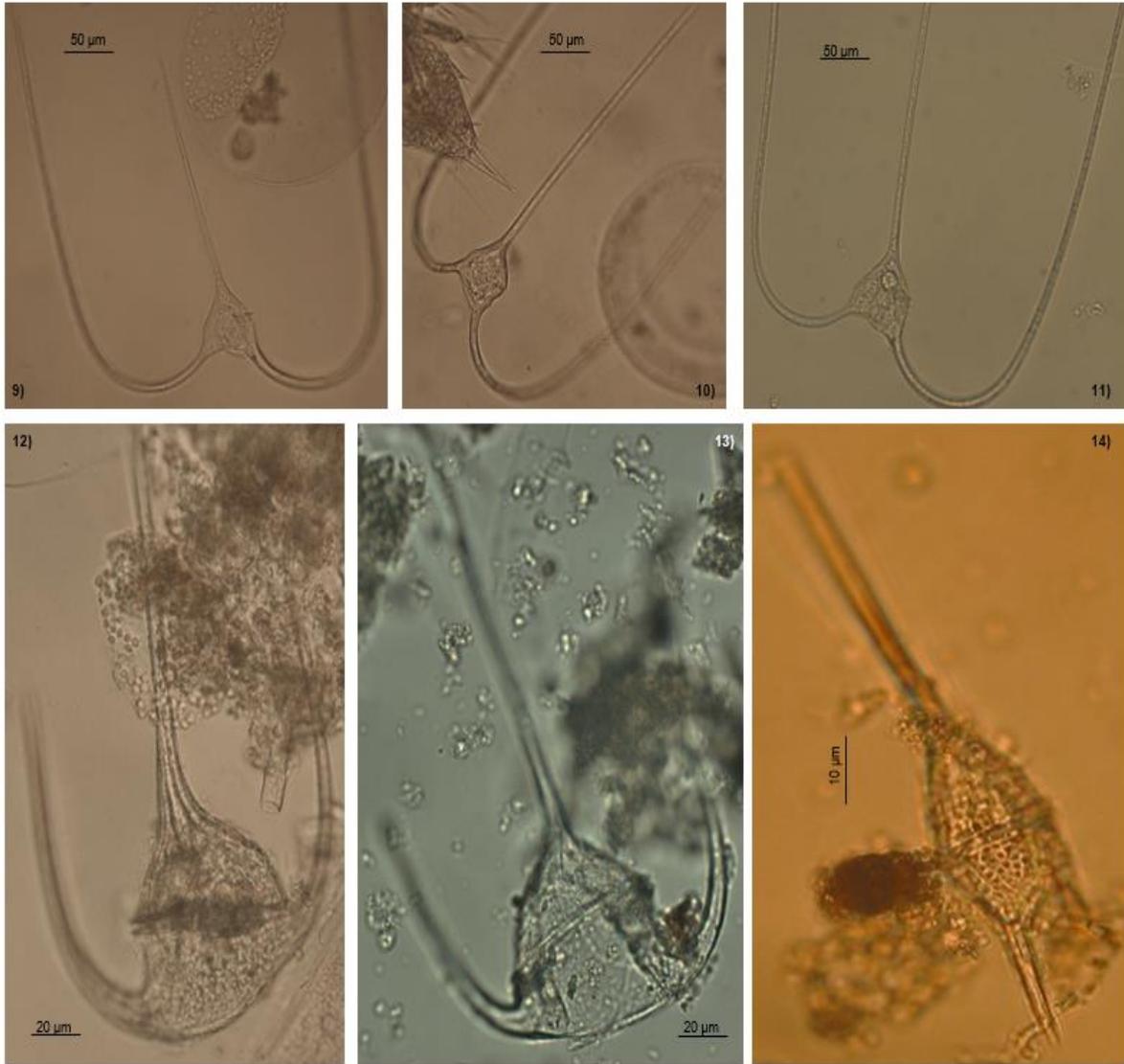


Figura B. 9) *Tripes trichoceros* vista dorsal (ML); 10) *Tripes macroceros* vista dorsal (ML); 11) *Tripes massiliense* vista dorsal (ML); 12) *Tripes muelleri* vista dorsal (ML); 13) *Tripes brevis* vista ventral (ML); 14) *Tripes lineatus* vista lateral (ML).

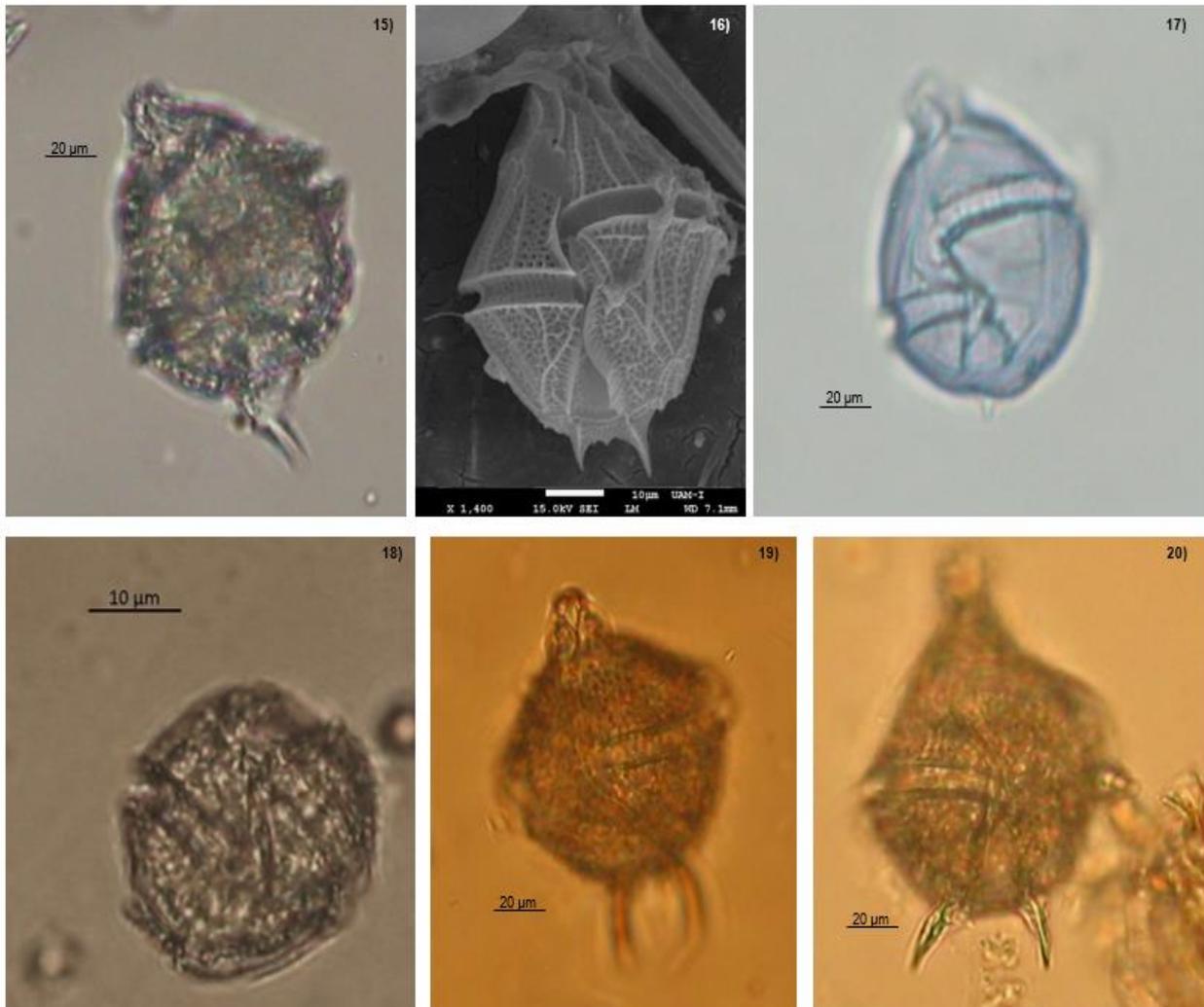


Figura C. 15)-16) *Gonyaulax spinifera* vista ventral (ML) / (MEB); 17) *Gonyaulax turbynei* vista ventral (ML); 18) *Gonyaulax scrippsae* vista ventral (ML); 19) - 20) *Gonyaulax digitale* vista ventral (ML).

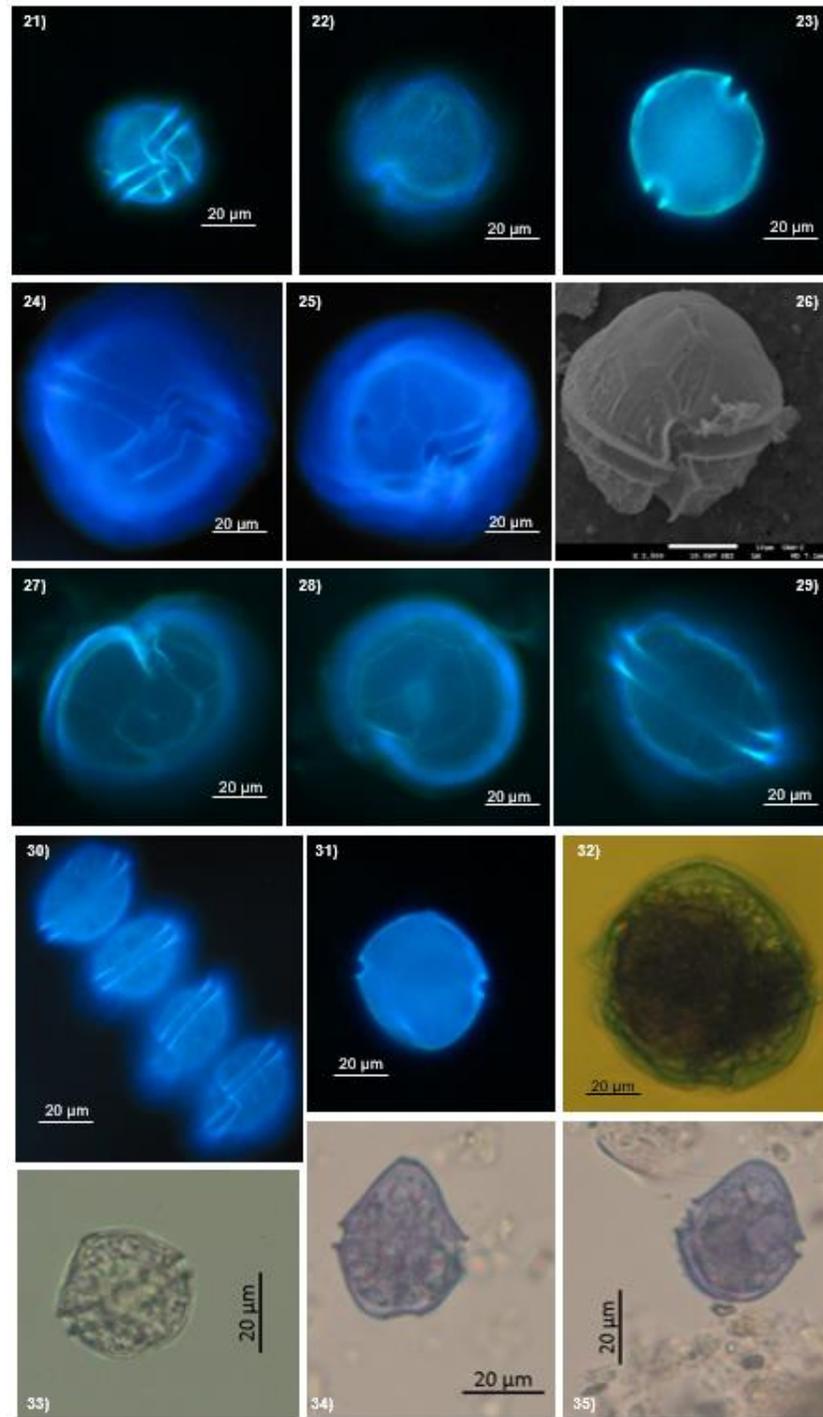


Figura D. 21) – 23) *Alexandrium minutum* vista ventral (ME), vista apical (ME) vista dorsal (ME); 24) *Alexandrium tamarense* vista ventral (ME), vista ventral, se puede observar la placa 1' (ME), vista ventral, se observa la placa 1', el poro de la placa 1' y el poro apical (MEB); 27) – 30) *Alexandrium monilatum* vista antapical, se observa la placa y el poro antapical (ME), vista apical, se observan las placas y el poro apical (ME), se observa una cadena de cuatro células (ME); 31) – 33) *Alexandrium catenella* vista dorsal (ME), vista ventral (ML), vista dorsal (ML); 34) - 35) *Alexandrium cf. balechii* vista dorsal (ML).

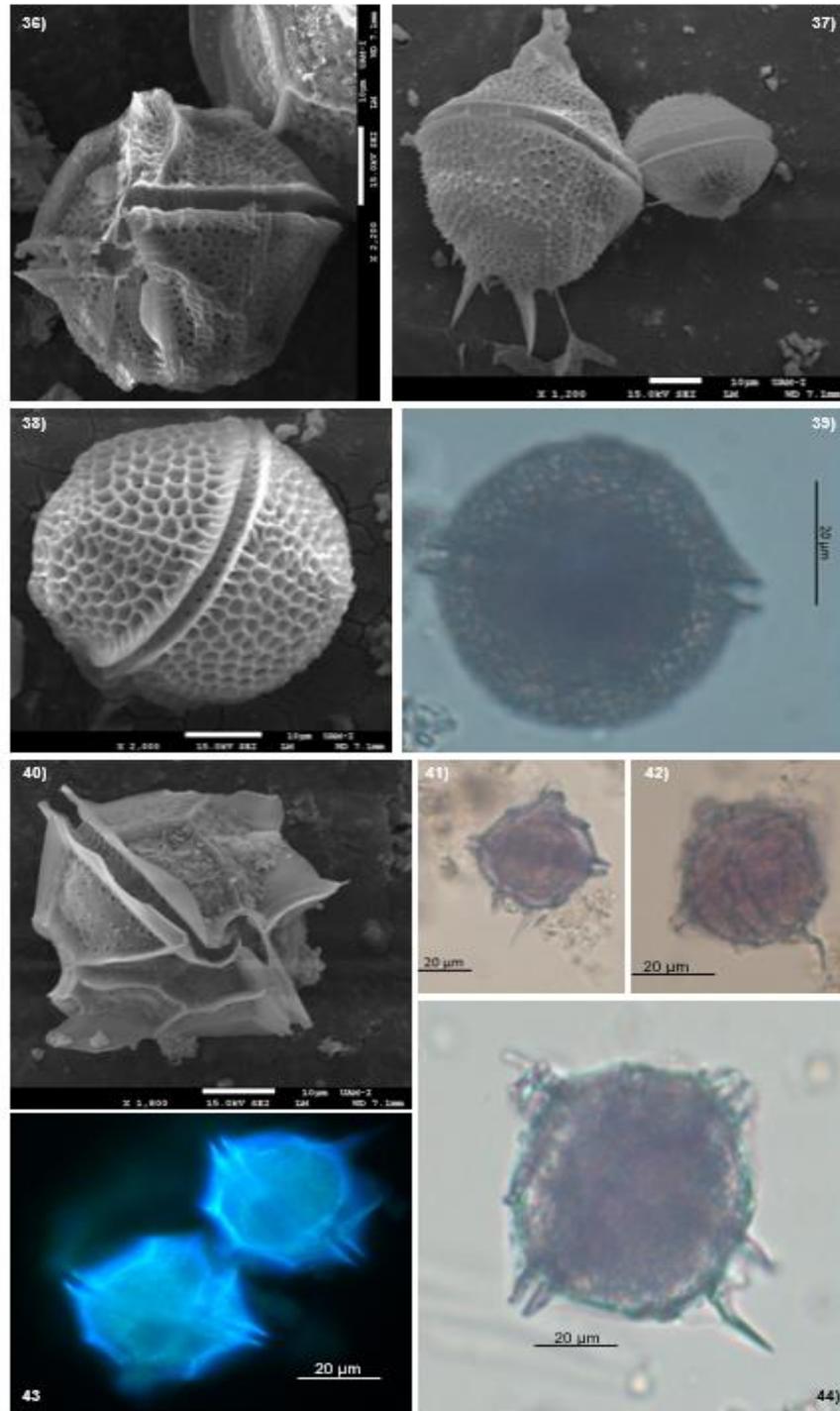


Figura E. 36) *Lyngulodinium polyedra* vista lateral izquierda (MEB); 37) cf. *Sourniaea diacantha* vista dorsal (MEB); 38) *Protoceratium reticulatum* vista dorsal (MEB); 39) *Pentaplacodinium* sp. vista dorsal (ML); 40) – 44) *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense* vista ventral (MEB), vista dorsal, vista ventral, se observa el sulcus (ML), cadena de dos células (ME), se observan la espina del poro apical y de la hipoteca (ML).

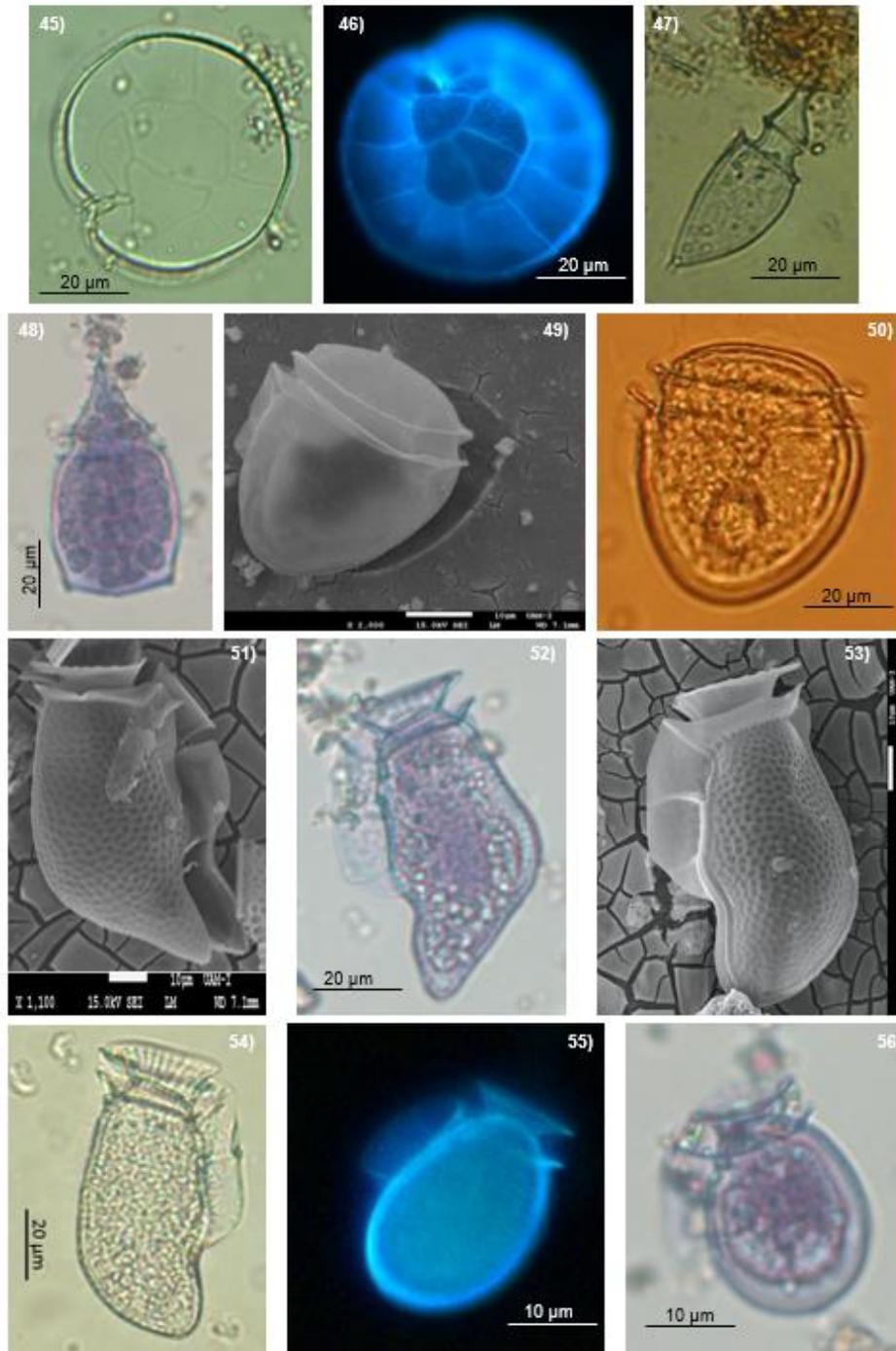


Figura F. 45) *Phalacroma horologium* vista antapical (ML); 46) *Phalacroma steinii* vista antapical (ME); 47) - 48) *Phalacroma oxytoxoides* vista lateral izquierda (ML); 49) - 50) *Phalacroma equalanti* vista lateral izquierda (MEB) / (ML); 51) - 53) *Dinophysis caudata* vista lateral derecha (MEB), vista lateral izquierda (ML); 53) - 54) *Dinophysis siankanensis* vista lateral izquierda (MEB), vista lateral derecha (ML); 55) - 56) *Dinophysis acuminata* vista izquierda (ME) / ((ML).

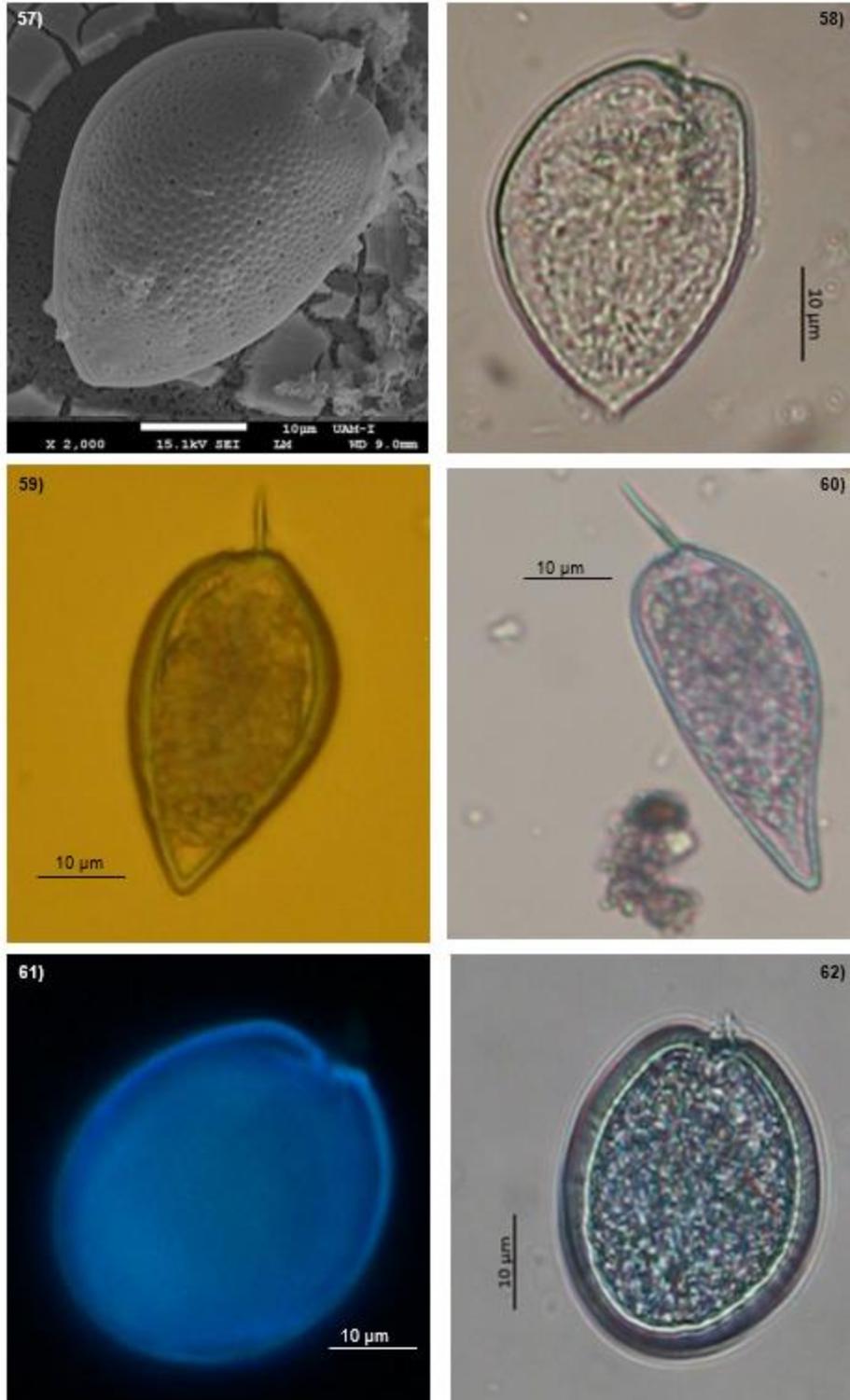


Figura G. 57) - 58) *Prorocentrum koreanum* vista lateral izquierda (MEB) / (ML); 59) *Prorocentrum micans* vista lateral derecha (ML); 60) *Prorocentrum gracile* vista lateral derecha (ML); 61) - 62) *Prorocentrum compressum* vista lateral derecha (ME) / (ML).

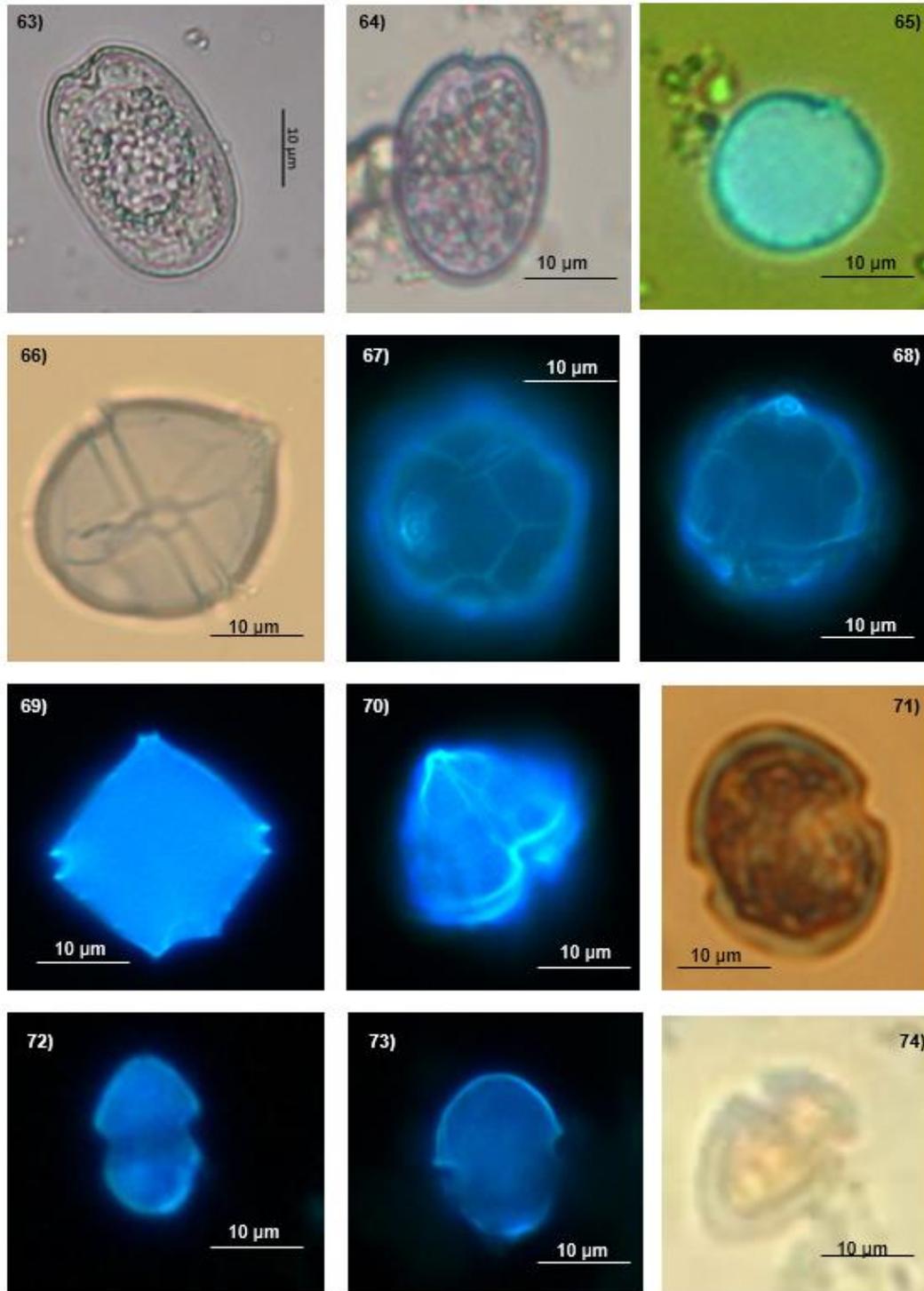


Figura H. 63) *Prorocentrum lima* vista valvar (ML); 64) *Prorocentrum rathymum* vista valvar (ML); 65) *Prorocentrum cordatum* vista valvar (ML); 66) *Enciculifera mexicana* vista ventral (ML); 67) - 68) *Matsuokaea* cf. *loeblichii* vista apical, se observa el poro apical; 69) - 70) cf. *Pentapharsodinium* sp. vista dorsal y vista apical, se observa la placa 1'; 71) *Heterocapsa* sp. 1 vista dorsal (ML), 72) *Heterocapsa* sp. 2 vista dorsal (ME); 73) *Heterocapsa* cf. *rotundata* vista dorsal (ME); 74) *Ooxytoxum laticeps* (ML).

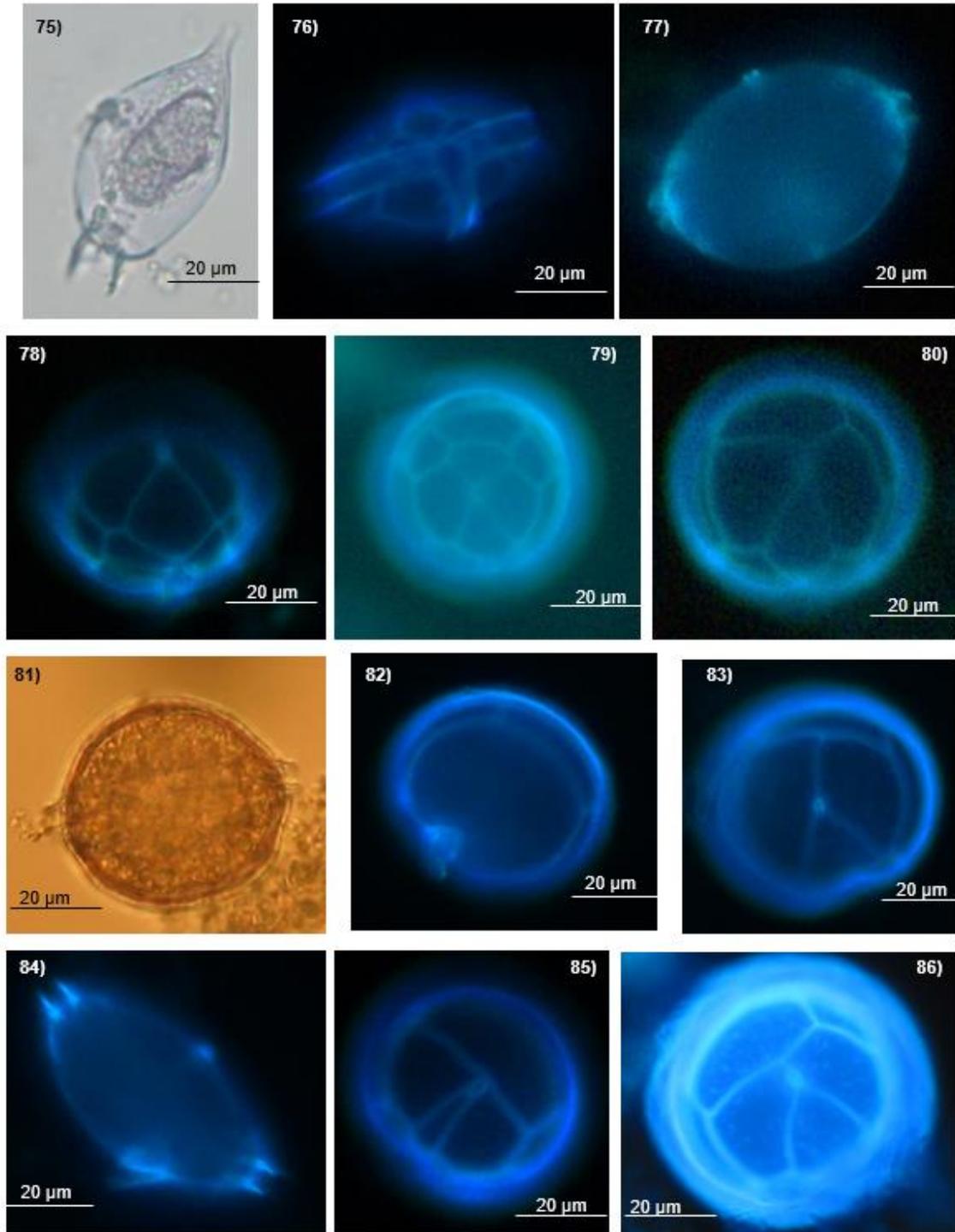


Figura 1. 75) *Podolampas palmipes* vista ventral (ML); 76) cf. *Boreadinium breve* vista ventral (ME); 77)-78) *Diplopelta asymmetrica* vista ventral y apical (ME); 79) *Diplopelta parva* vista apical (ME); 80) *Diplopelta* cf. *steinii* vista apical (ME); 81) *Diplopelta* cf. *bomba* vista dorsal (ML); 82) *Diplopsalis* sp. vista antapical, se observa las tecas postcingulares y la teca antapical (ME); 83) - 84) *Diplopsalis lenticula* vista apical y dorsal (ME); 85) *Diplopsalis sphaerica* vista apical (ME); 86) *Diplopsalopsis orbicularis* vista apical (ME).

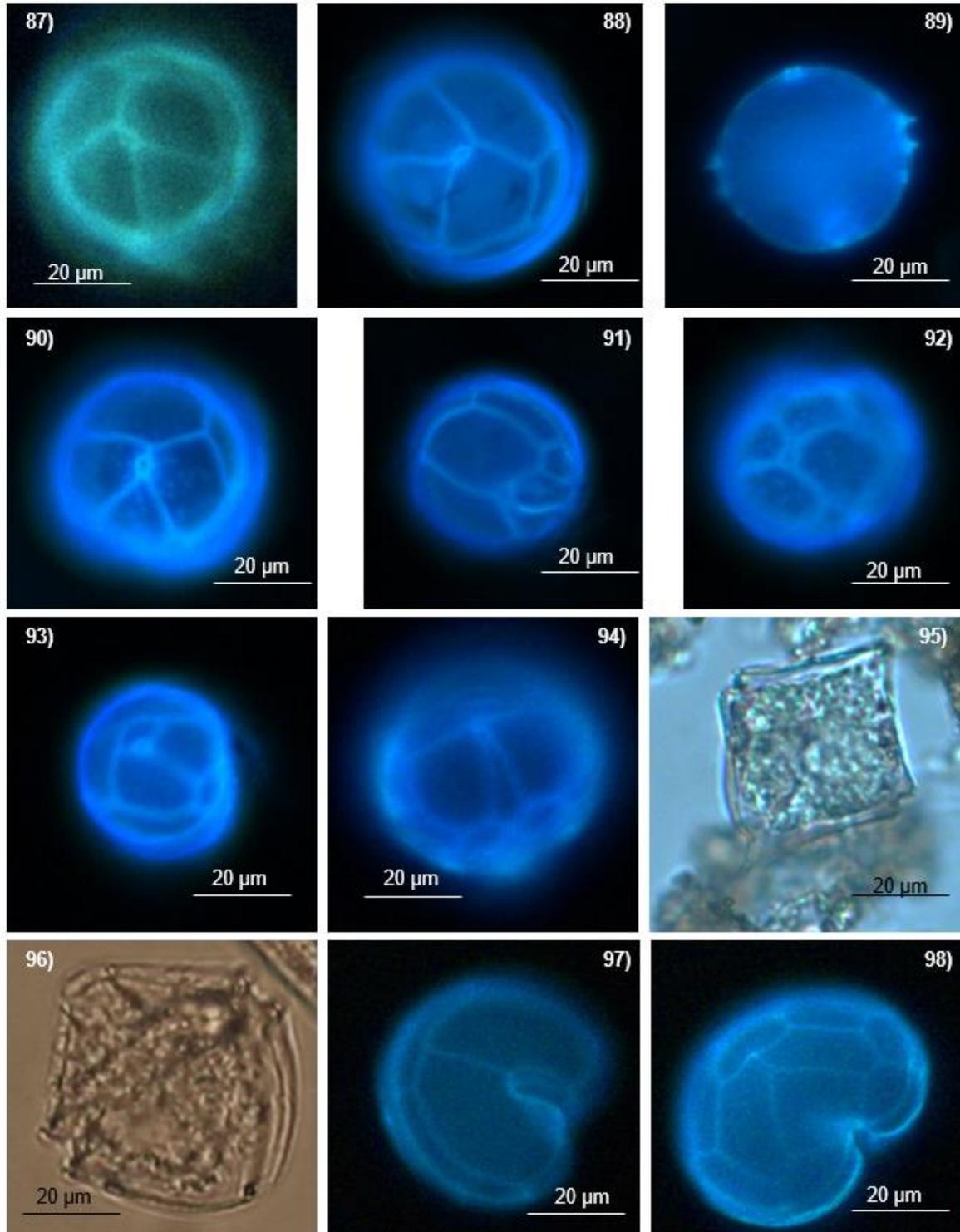


Figura J. 87) *Diplopsalopsis ovata* vista apical (ME); 88) *Gotoius abei* vista apical (ME); 89) – 90) *Niea acanthocysta* vista dorsal y vista apical (ME); 91) – 92) *Niea torta* vista antapical y apical (ME); 93) *Oblea rotunda* vista apical (ME); 94) *Peridinium meunieri* vista apical (ME); 95) *Protoperidinium abei* vista dorsal (ML); 96) *Protoperidinium* cf. *argentinense* vista dorsal (ML); 97) – 98) *Protoperidinium* cf. *avellana* vista antapical y vista apical (ME).

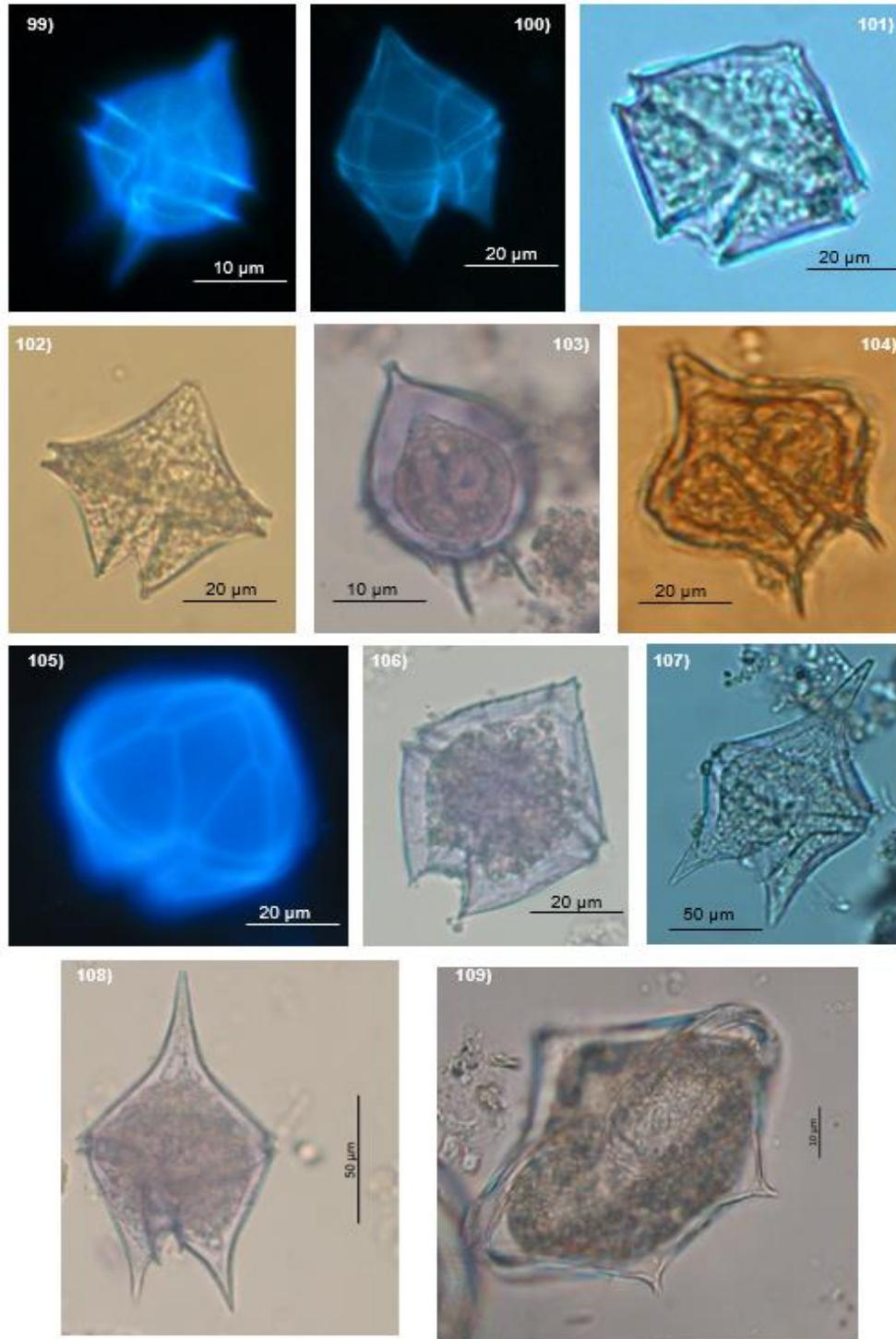


Figura K. 99) *Protoperidinium cassum* vista ventral (ME); 100) *Protoperidinium claudicans* vista apical (ME); 101) *Protoperidinium subinermis* vista ventral (ML); 102) *Protoperidinium conicum* vista ventral (ML); 103) *Protoperidinium oviforme* vista dorsal (ML); 104) *Protoperidinium* cf. *pallidum* vista ventral (ML); 105) - 106) *Protoperidinium obtusum* vista ventral, se pueden observar las placas apicales y vista dorsal (ME) / (ML); 107) *Protoperidinium concinnum* vista ventral (ML); 108) *Protoperidinium oceanicum* vista ventral (ML); 109) *Protoperidinium pentagonum* vista ventral (ML).

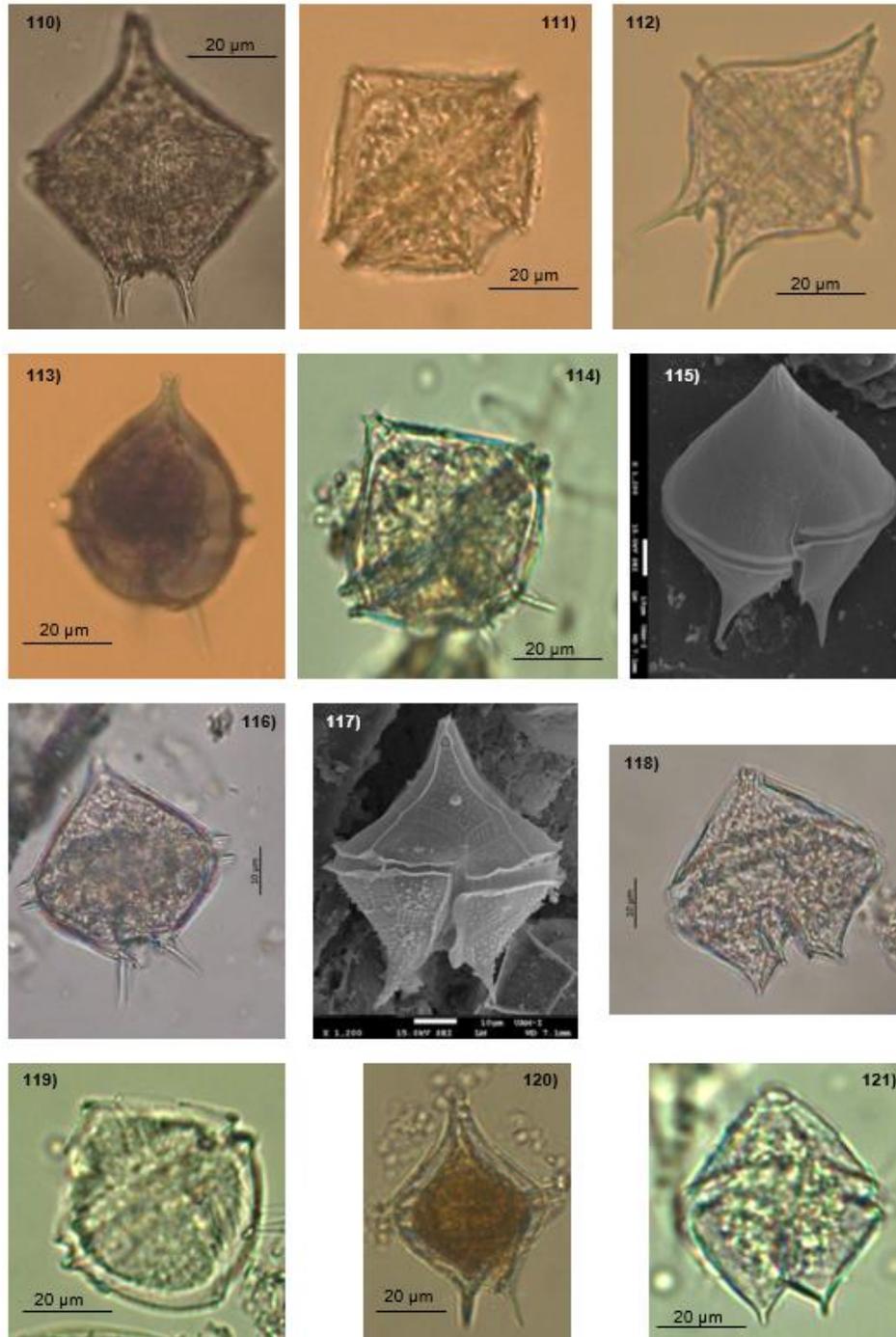


Figura L. 110) *Protoperidinium* cf. *pellucidum* vista ventral (ML); 111) *Protoperidinium punctulatum* vista ventral (ML); 112) *Protoperidinium divergens* vista ventral (ML); 113) *Protoperidinium pyriforme* vista ventral (ML); 114) *Protoperidinium parapyriforme* vista ventral (ML); 115) *Protoperidinium oblongum* vista ventral (MEB); 116) -117) *Protoperidinium* cf. *hirobis* vista ventral (ML) / (MEB); 118) *Protoperidinium divaricatum* vista dorsal (ML); 119) *Protoperidinium thorianum* vista ventral (ML); 120) *Protoperidinium* cf. *spirale* vista ventral (ML); 121) *Protoperidinium* cf. *decollatum* vista ventral (ML).

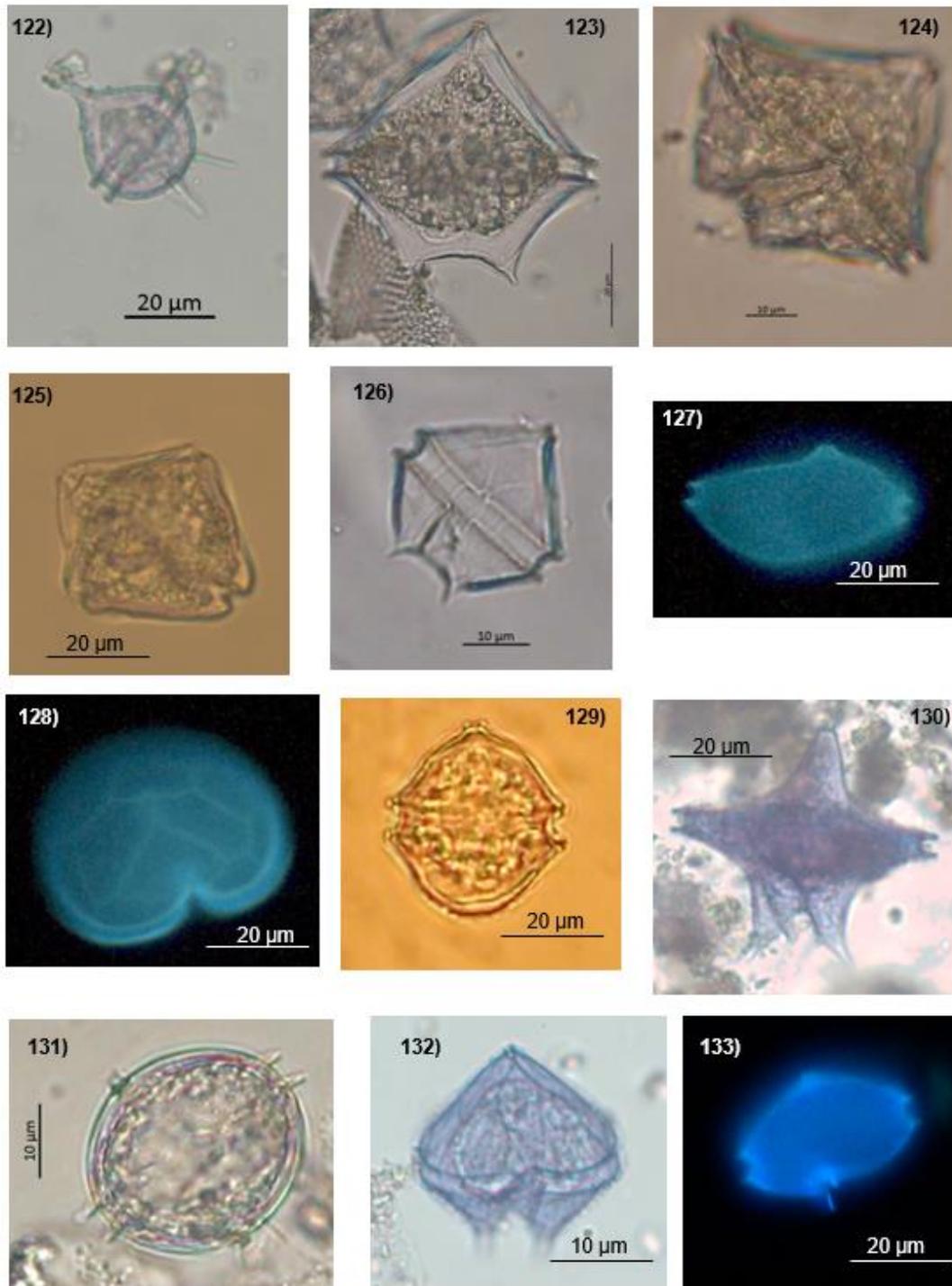


Figura M. 122) *Protoperidinium rectum* vista dorsal (ML); 123) *Protoperidinium latissimum* vista ventral (ML); 124) *Protoperidinium thulesense* vista ventral (ML); 125) *Protoperidinium* cf. *elongatum* vista ventral (ML); 126) *Protoperidinium conicoides* vista ventral (ML); 127)-128) *Protoperidinium excentricum* vista dorsal y vista apical (ME); 129) *Protoperidinium* cf. *nudum* vista dorsal (ML); 130) *Protoperidinium crassipes* vista dorsal (ML); 131) *Protoperidinium quarnerense* vista ventral (ML); 132) *Protoperidinium leonis* vista ventral (ML); 133) *Kolkwitzziella* sp. vista ventral (ME).

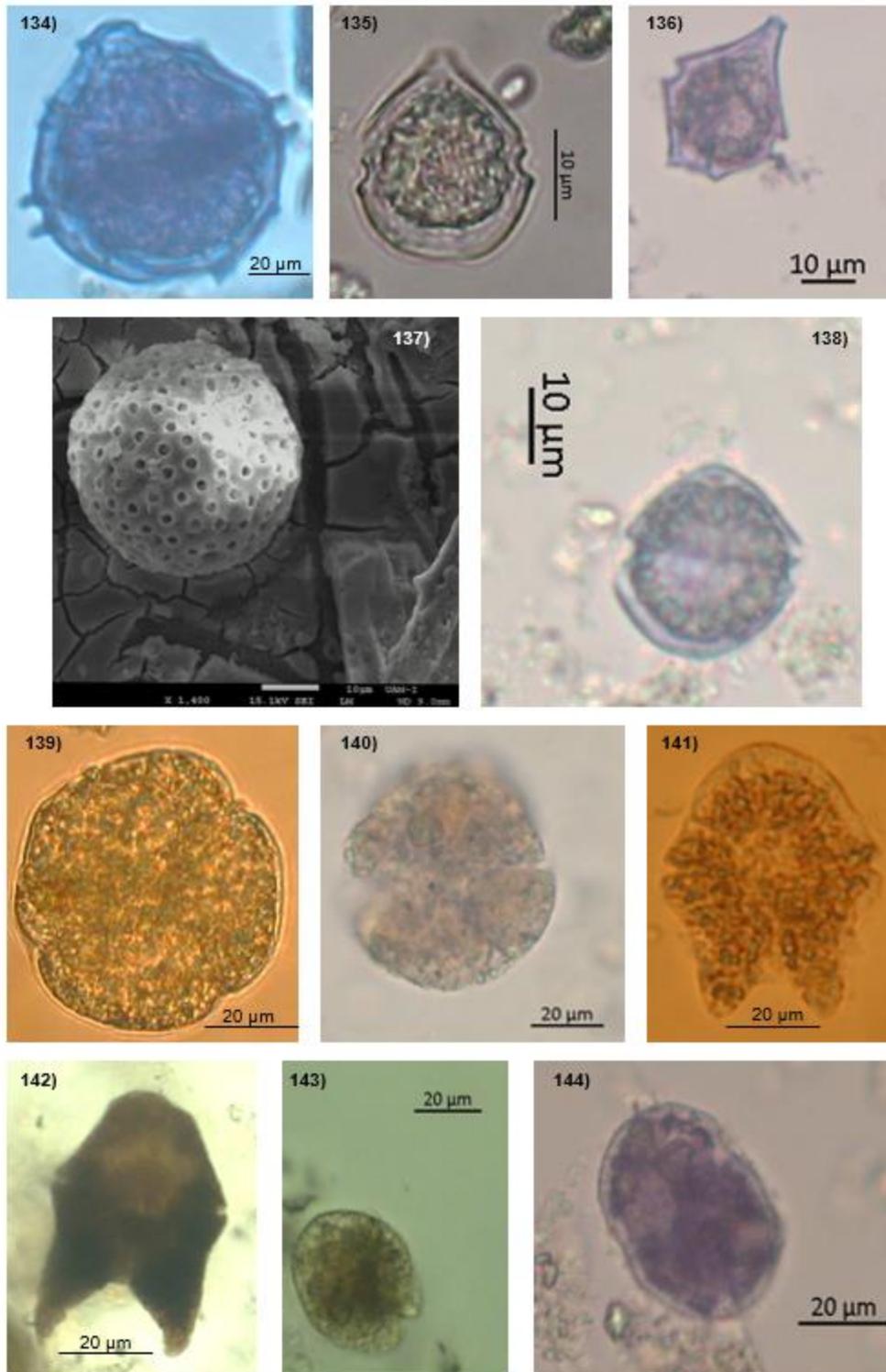


Figura N. 134) *Parvodinium* sp. vista dorsal (ML); 135) *Scrippsiella acuminata* vista ventral (ML); 136) *Scrippsiella spinifera* vista ventral (ML); 137) *Thoracosphaera heimii* (MEB); 138) *Karlodinium* sp. vista dorsal (ML); 139) *Karenia* sp. (ML); 140) *Karenia* cf. *mikimotoi* (ML); 141) - 143) *Akashiwo sanguinea* vista ventral (ML); 144) *Gymnodinium* sp. (ML).

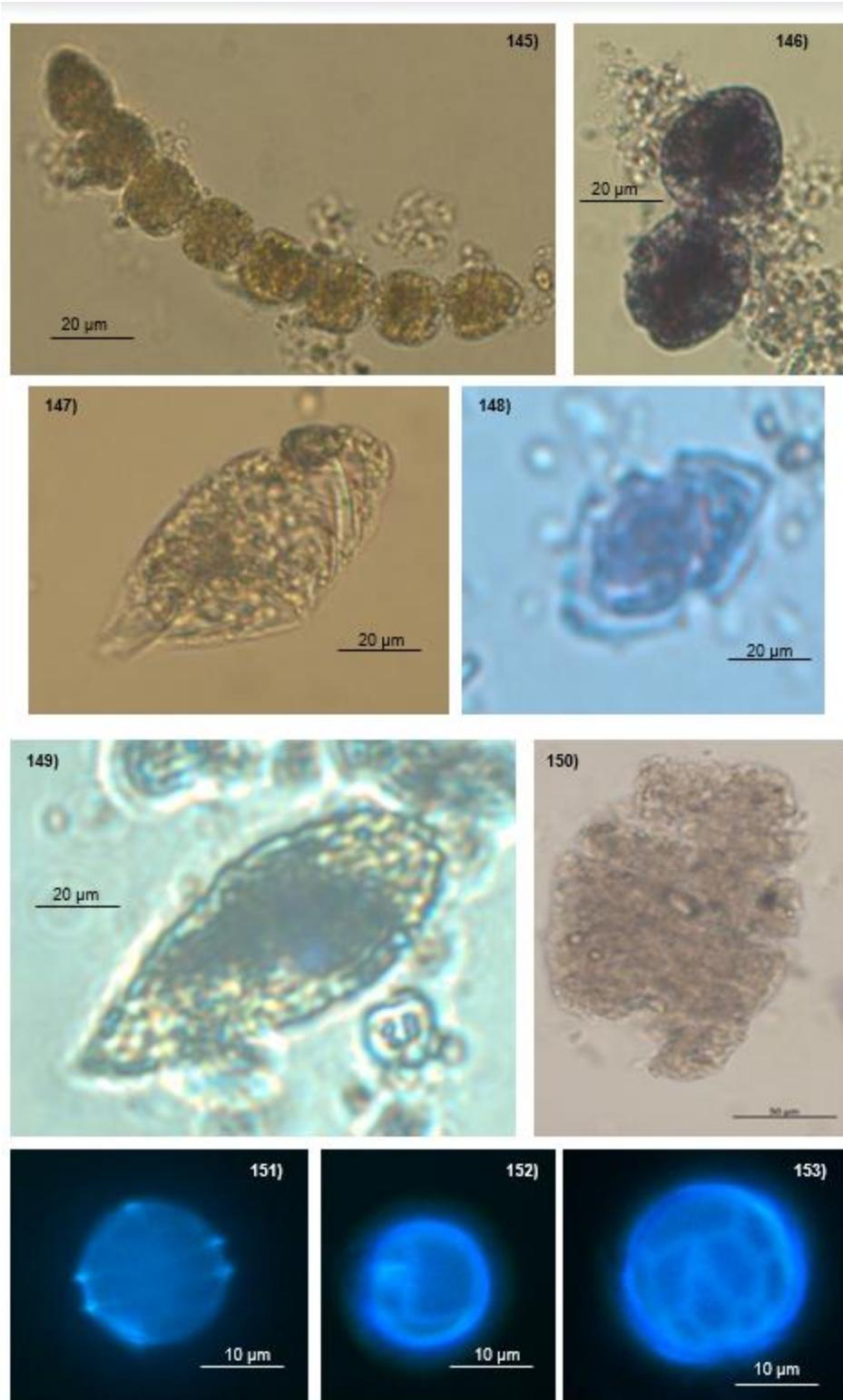


Figura N.º 145) – 146) *Gymnodinium* cf. *catenatum* cadena de 8 células y cadena de 2 células (ML); 147) *Warnowia* cf. *polyphemus* (ML); 148) *Gyrodinium* sp. (ML); 149) *Gyrodinium* cf. *spirale* (ML); 150) *Polykrikos* sp. (ML); 151) – 153) *Qia lebouraia* vista dorsal, vista antapical y vista apical (ME).



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00221

Matricula: 2202800844

Dinoflagelados (Dinophyta) presentes en la zona de influencia marina de Laguna de Términos, Campeche, México.

En la Ciudad de México, se presentaron a las 11:00 horas del día 15 del mes de junio del año 2023 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

M. EN C. MARIA EUGENIA ZAMUDIO RESENDIZ
DRA. MARIA LUISA NUÑEZ RESENDIZ
DR. CARLOS FRANCISCO RODRIGUEZ GOMEZ
DR. ABEL SENTIES GRANADOS

Bajo la Presidencia de la primera y con carácter de Secretario el último, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN BIOLOGÍA

DE: ANA KAREN BALBOA CALVILLO

y de acuerdo con el artículo 76 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

APROBAR

Acto continuo, la presidenta del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.



ANA KAREN BALBOA CALVILLO
ALUMNA

REVISÓ

MTRA. ROSALIA SERRANO DE LA PAZ
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISION DE CBS

DR. JOSE LUIS GOMEZ OLIVARES

PRESIDENTA

M. EN C. MARIA EUGENIA ZAMUDIO
RESENDIZ

VOCAL

DRA. MARIA LUISA NUÑEZ RESENDIZ

VOCAL

DR. CARLOS FRANCISCO RODRIGUEZ
GOMEZ

SECRETARIO

DR. ABEL SENTIES GRANADOS