



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**RELACIÓN DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA Y LOS  
FACTORES ABIÓTICOS DEL LAGO CANTEMUAL EN TABASCO**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRA EN CIENCIAS**  
(LIMNOLOGÍA)

PRESENTA:

**CLAUDIA ITZEL PEDRAZA ACEVEDO**

**TUTOR PRINCIPAL:**

DR. EBERTO NOVELO MALDONADO  
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

**COMITÉ TUTOR:**

DRA. GABRIELA VÁZQUEZ HURTADO  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C., INECOL

DR. ALFONSO LUGO VÁZQUEZ  
FES IZTACALA, UNAM

DRA. ELIZABETH ORTEGA MAYAGOITIA  
FES IZTACALA, UNAM

DR. MARTÍN LÓPEZ HERNÁNDEZ  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA, UNAM

**CD . MX., SEPTIEMBRE, 2020**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



## **RELACIÓN DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA Y LOS FACTORES ABIÓTICOS DEL LAGO CANTEMUAL EN TABASCO**

### **TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
**MAESTRA EN CIENCIAS**  
(LIMNOLOGÍA)

PRESENTA:  
**CLAUDIA ITZEL PEDRAZA ACEVEDO**

**TUTOR PRINCIPAL:**  
DR. EBERTO NOVELO MALDONADO  
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

**COMITÉ TUTOR:**  
DRA. GABRIELA VÁZQUEZ HURTADO  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C., INECOL  
DR. ALFONSO LUGO VÁZQUEZ  
FES IZTACALA, UNAM  
DRA. ELIZABETH ORTEGA MAYAGOITIA  
FES IZTACALA, UNAM  
DR. MARTÍN LÓPEZ HERNÁNDEZ  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA, UNAM

**MÉXICO, CD. MX., SEPTIEMBRE, 2020**

# Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de aprender y crecer tanto.

Al Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM por darme la oportunidad y el apoyo para continuar mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca número (CVU) 830077 otorgada durante la realización de mis estudios de Maestría en el programa de Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

A mi tutor principal el Dr. Eberto Novelo Maldonado y a los miembros del Comité Tutor, la Dra. Gabriela Vázquez Hurtado, el Dr. Alfonso Lugo Vázquez, la Dra. Elizabeth Ortega Mayagoitia, y el Dr. Martín López Hernández, por sus enseñanzas, sus observaciones, sus correcciones, la asesoría en los análisis estadístico e interpretación de los datos ambientales de este trabajo.



# Agradecimientos personales

Agradezco a el Dr. Eberto Novelo por confiar en mí y por alentarme a continuar con mi formación académica. Gracias por sus enseñanzas, porque gracias a él, conocí el maravilloso mundo microscópico de las algas. Gracias, por todas aquellas pláticas sobre estos seres vivos tan pequeñitos, verdes e increíbles y sobre la biología en general. Además, de una que otra duda existencial sobre la vida; porque siempre nos ha motivado a cuestionarnos y a reflexionar sobre todo.

A la Dra. Rosa Luz Tavera por su apoyo en campo y en laboratorio. Además, agradezco enormemente sus sugerencias, comentarios y observaciones en el anteproyecto, así como su asesoría inicial del análisis estadístico.

A la M. en C. Guadalupe Vidal Gaona por su amistad y su inmenso apoyo en el laboratorio.

A mis compañeras y compañeros del Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía, de la Facultad de Ciencias, UNAM, Alejandra, Aline, Horacio, Eleonor, Roxana, Carlos, Beatriz, Angélica, Marisela, Oscar y Eva por compartir su pasión y todo su conocimiento sobre las algas y la biología.

Finalmente, agradezco profundamente a mis padres y a mi hermano, porque siempre han sido ese motorcito para que continúe superándome. ¡Gracias por el gran amor y el invaluable apoyo que me dan!

# Índice general

Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción .....	8
1.1. Lagos someros.....	8
1.2. Variables fisicoquímicas de los lagos someros.....	9
1.3. Comunidades fitoplanctónicas en lagos someros.....	10
Antecedentes.....	11
Objetivos.....	13
Área de estudio .....	14
Metodología .....	16
5.1. Determinación de nutrientes e iones mayores.....	16
5.2. Composición iónica .....	17
5.3. Coeficiente de atenuación (Kd).....	17
5.4. Índice del estado trófico (IET).....	17
5.5. Preparaciones semipermanentes y permanentes .....	18
5.6. Taxonomía y ecología de las especies.....	18
5.7. Cuantificación de las especies.....	19
5.8. Índices de biodiversidad .....	19
5.9. Análisis estadísticos.....	20
Resultados.....	22
6.1. Variables ambientales del lago Cantemual.....	22
6.2. Descripciones de las especies.....	26
6.3. Abundancia de las especies.....	108
6.4. Diversidad y dominancia de las especies.....	111
6.5. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC).....	115
Discusión.....	119
7.1. Sobre las características ambientales del lago Cantemual.....	119
7.2. Sobre la descripción y abundancia de las especies fitoplanctónicas .....	121
7.3. La relación de la comunidad fitoplanctónica y las variables ambientales .....	124
Conclusiones.....	130
Literatura citada .....	131

## Resumen

En este trabajo se exploró la relación entre la composición fitoplanctónica y las variables ambientales del lago Cantemual en Tabasco, en los años 2016 durante la temporada de lluvias (noviembre) y 2017 temporada de secas (febrero) a través de un Análisis de correspondencia canónica (ACC). Se identificaron 148 especies fitoplanctónicas propias de ambientes eutróficos, los grupos dominantes fueron Bacillariophyta (36 %), Chlorophyta (27 %) y Euglenophyta (19 %). *Kansodinium amibiguum*, *Cocconeis placentula* and *Phacotus lenticularis* fueron las especies más abundantes y frecuentes y se encuentran alejadas del centro del ACC. Los primeros dos ejes del ACC explicaron un 54.7 % de la correlación entre las especies y las variables ambientales, donde se visualizó la separación entre la temporada de lluvias y la temporada de secas. La temporada de secas se relacionó más con la conductividad (CON), la concentración del fósforo total (PTOT), el coeficiente de atenuación (KD), mientras que la temporada de lluvias se relacionó más con el nitrógeno inorgánico disuelto (NID), el SiO<sub>2</sub> y la saturación del oxígeno (OD%). De acuerdo con los resultados, la mitad de las especies fitoplanctónicas tienen preferencias ecológicas entre temporadas. Además, el resultado del Análisis de similitud (ANOSIM, por sus siglas en inglés) indicó que la composición de las especies fitoplanctónicas fue diferente entre las temporadas, mientras que el Análisis de varianza multivariado permutacional (PERMANOVA) mostró que no hay diferencias significativas entre las variables ambientales en ambas temporadas. De hecho, se registraron en su mayoría especies eutróficas, alcalófilas y con tolerancia alta al fósforo.

**Palabras clave:** fitoplancton, lago tropical, análisis de correspondencia canónica (ACC), nutrientes, diversidad.

## Abstract

Relation between phytoplankton composition and environmental variables was explored in Cantemual lake in Tabasco, during rainy season in November 2016 and dry season in February 2017, using canonical correspondence analyses (CCA). The number of phytoplankton species increased during the rainy season. The dominant groups were Bacillariophyta (36 %), Chlorophyta (27 %) and Euglenophyta (19 %). *Kansodinium amibiguum*, *Cocconeis placentula* and *Phacotus lenticularis* were the most abundant and frequent found taxa which were farthest to the center of CCA. The first two axes of CCA explained 57.4 % of the correlation between species and environmental variables. Explanatory factors such as pH, dissolved oxygen (OD%), total phosphorous (PTOT) played a significant role in the distribution of species. According to the results of Analysis of similarities (ANOSIM), phytoplankton species had different composition between seasons; whilst Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) showed no significant differences between seasons. Usually recorded phytoplankton taxa with eutrophic characteristics had a relatively high tolerance to alkalinity and high concentrations of phosphorus.

**Key words:** phytoplankton, tropical lake, canonical correspondence analysis (CCA), nutrients, diversity.

# Introducción

Históricamente, los lagos someros han recibido poca atención científica en comparación con los lagos profundos de regiones templadas, a pesar de su prevalencia numérica y su gran diversidad biológica (Søndergaard *et al.*, 2005). En el caso particular de México, existen 92 lagos y 611 reservorios (lagos, lagunas y presas), la mayoría se encuentran en los estados de Chihuahua y Tabasco con un 39 y 42.4 %, respectivamente (Alcocer y Bernal-Brooks, 2010; Alcocer, 2007). De manera que, Tabasco posee una red hidrológica compleja e importante en nuestro país, ya que cuenta con 200 cuerpos de agua (Rodríguez, 2002), de los cuales 16 son considerados de los más grandes en extensión en todo el país y el lago Cantemual es uno de ellos (Alcocer y Bernal-Brooks, 2010).

Aunque la investigación sobre los lagos tabasqueños se ha incrementando en los últimos años, aún quedan varios por explorar; conocer su situación es ineludible, porque los lagos son un recurso natural con múltiples características: son el hábitat de una gran cantidad de especies, son la fuente de recursos para las poblaciones humanas ribereñas, donde la pesca forma parte de una actividad económica importante de la región; además, cumplen con funciones ecológicas, como la regulación de microclimas, la mitigación de inundaciones y la diversificación de entramados tróficos, entre otras (Bellinger y Sigee, 2010).

## **Lagos someros**

Los lagos someros son abundantes en el mundo, su origen puede estar relacionado con fenómenos geológicos, movimientos de glaciares u otros procesos que generan depresiones y muchos otros han sido formados por humanos, generalmente este tipo de lagos se encuentran en regiones tropicales con relieves suaves (Meerhoff y Jeppesen, 2009). Los lagos someros pueden ser definidos como cuerpos de agua más o menos permanentes en el tiempo y espacio; grandes en extensión con profundidades menores a los 5 m, permitiendo que la luz penetre hasta el sedimento; la mayoría son considerados polimícticos, es decir, presentan una mezcla completa y la columna de agua tiene una mezcla varias veces al año o de forma continua (Meerhoff y Jeppesen, 2009; Talling, 2001; Wetzel, 2001).

Los ecosistemas acuáticos pueden ser colonizados completamente o en secciones extensas por plantas acuáticas vasculares (Meerhoff y Jeppesen, 2009). Además, al ser poco profundos sufren mayor impacto de las fluctuaciones temporales de sequías e inundaciones, estas últimas comúnmente son causadas por las lluvias, las descargas de ríos, la mezcla vertical o el viento (Meerhoff y Jeppesen, 2009; Löffler, 2007; Melack, 1979). En estos lagos, los cambios físicos y químicos podrían ser críticos debido a ubicación, generalmente se encuentran en las regiones bajas más fértiles, por lo tanto, son más sensibles a las actividades humanas, lo que podría favorecer el incremento de la turbidez, cambios en concentración de nutrientes y variaciones en sus tasas de descargas, por lo que paulatinamente o súbitamente podrían causar la eutrofización esos ecosistemas (Meerhoff y Jeppesen, 2009; Frey, 1990; Melack, 1979).

### **Variables fisicoquímicas de los lagos someros**

Las variables físicas y químicas como la radiación solar, la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto, la concentración de iones mayores y de los nutrientes, proveen información valiosa sobre las reacciones biológicas, biogeoquímicas, bioquímicas y ecológicas en el agua; también pueden reflejarse en la dinámica, la distribución, el comportamiento, el crecimiento y la fisiología de los organismos (Zhen-Gang, 2008; Wetzel y Likens, 1991).

La radiación solar y la temperatura controlan casi todo el metabolismo de un lago (Wetzel y Likens, 1991) pues regulan principalmente los procesos de fotosíntesis y respiración, así como el crecimiento, el desarrollo y la distribución de los organismos, la distribución de los gases disueltos y el reciclamiento de nutrientes en los ecosistemas acuáticos (Zhen-Gang, 2008; Wetzel y Likens, 1991). Mientras que los procesos de fotosíntesis y respiración influyen en el pH de la columna de agua a lo largo del día (Lampert y Sommer, 2007), cuando la fotosíntesis está más activa, la saturación del oxígeno disuelto aumenta, por lo que puede ser una medida de la capacidad del agua de recibir materia orgánica; en el caso de las regiones tropicales la temperatura elevada es un factor que afecta con mayor intensidad la disolución del oxígeno disuelto en el agua, además de la altitud y la cantidad de iones disueltos (Wetzel y Likens, 1991).

Existen ocho iones mayores, son los más abundantes y de gran importancia en las funciones biológicas, biogeoquímicas y ecológicas que influyen en los ecosistemas acuáticos, los

conservativos ( $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ) porque presentan ligeros cambios en el tiempo y espacio, los no conservativos ( $Ca^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ) que debido a que intervienen en muchas actividades biológicas, son muy dinámicos (Wetzel y Likens, 1991).

Numerosos lagos someros de las regiones tropicales presentan un enriquecimiento de nutrientes (eutrofización) y son considerados como muy productivos, eficientes en el reciclamiento de nutrientes y la disponibilidad de estos para ser consumidos (Erikson, 1999; Meerhoff y Jeppesen, 2009). Las especies fitoplanctónicas requieren al menos de 14 nutrientes esenciales para su crecimiento y la cantidad de cada uno dependerá de su disponibilidad y su demanda (Aldstadt *et al.*, 2009). Los principales nutrientes requeridos por los organismos para su desarrollo son C, N, P y Si (Aldstadt III *et al.*, 2009; Pal y Choudhury, 2014). Sin embargo, el P, N, Si suelen ser los nutrientes limitantes y dinámicos porque se incorporan, se almacenan, se transforman y se eliminan rápidamente y repetidamente por los organismos acuáticos (Wetzel y Likens, 1991).

## **Comunidades fitoplanctónicas en lagos someros**

El fitoplancton juega un papel importante dentro de los lagos someros, es uno de los productores primarios que sustentan la base de la circulación de la materia y flujo de energía, cuyo crecimiento es limitado por más de un recurso, donde las comunidades fitoplanctónicas forman parte del balance ecológico de estos ecosistemas (Çelekli *et al.*, 2014).

Formalmente definimos una comunidad fitoplanctónica como un conjunto de microorganismos fotosintéticos que pasan una parte o todo su ciclo de vida en suspensión en la zona fótica<sup>1</sup>, donde ocurre la fotosíntesis. Las especies fitoplanctónicas tienen movimientos pasivos a través de las corrientes de agua y otras poseen estructuras que permiten su desplazamiento en la columna de agua (Pal y Choudhury, 2014). Las comunidades fitoplanctónicas están constituidas principalmente por especies de procariontes y eucariontes. En ellas están presentes especies de Cyanoprokaryota, Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Euglenophyta y Heterokontophyta (Pal y Choudhury, 2014).

---

<sup>1</sup> La profundidad en la que la intensidad de la luz queda reducida a un 1 % en la columna de agua (Zhen-Gang, 2008)

## Antecedentes

La deforestación, la expansión ganadera extensiva, la intensificación agrícola, la urbanización y la explotación petrolera condujeron, en las últimas décadas, a modificaciones en la mayoría de los ecosistemas de Tabasco (Bueno *et al.*, 2005). Entre estas modificaciones ambientales sobresalen las del sistema hidrológico que afectan el volumen y calidad del agua, y, por tanto, la dinámica de la llanura pluvial; esto propicia variaciones en la intensidad, extensión, duración y amplitud de los ciclos de inundación (Bueno *et al.*, 2005). La alteración ambiental de los 200 cuerpos de agua en Tabasco (Rodríguez, 2002) es la más notoria, pues incrementa la contaminación del suelo y agua, las cuales podrían presentar situaciones de desequilibrio drásticas e irreversibles en el funcionamiento de los cuerpos de agua (Bueno *et al.*, 2005).

A pesar de la importancia de los sistemas acuáticos en Tabasco, solo existen dos publicaciones formales sobre las algas dulceacuícolas del estado (Esqueda-Lara *et al.*, 2016; Moreno-Ruiz, 2005); una publicación con el inventario y descripción de las lagunas de Tabasco (Rodríguez, 2002) y dos tesis de licenciatura (Osorio y López, 2005; Agredano, 2019).

La publicación de Moreno-Ruiz (2005) presentó por primera vez un listado florístico de algas microscópicas de Tabasco que consta de 283 taxa, dentro de ese listado aparece la localidad Horizonte con 115 especies; este sitio geográficamente corresponde al lago Cantemual, pero entre los pobladores de la zona a este cuerpo de agua lo conocen por lo menos por cinco nombres diferentes.

Moreno-Ruiz (2005) registró clorofitas, cianoprocariontas, bacilariofitas, criptofitas, euglenofitas, crisofitas y dinofitas; el mayor número de especies que reportó se concentra en el género *Scenedesmus*, seguido por *Nitzschia*. En cuanto a sus características fisicoquímicas, Moreno-Ruiz (2005) señaló que los cuerpos de agua de la región continental de Tabasco se caracterizan por exhibir un pH de 6-8, baja salinidad y el tipo de agua es medio con dióxido de carbono y bicarbonato; la alta temperatura de los cuerpos de agua con presencia de vientos bajos produce pequeñas pérdidas de calor y los sedimentos del fondo funcionan como un reservorio de calor (Moreno-Ruiz, 2005).



La situación sobre el estudio de las algas de agua dulce para el 2019 en México, es la siguiente: más de 4,121 especies de algas de agua dulce registradas en México, de las cuales aproximadamente 2,501 especies son fitoplanctónicas, más 320 taxa registrados para Tabasco, más de 260 son nombres válidos, no sinónimos y de ese número 257 son planctónicas (BDLACET, 2019). Los resultados de esa publicación indican que la flora de algas de Tabasco aún falta por ser conocida como la de otros estados como Michoacán o la Ciudad de México que son los que tienen el mayor número de especies registradas (Moreno-Ruiz, 2005; Novelo y Tavera, 2011).

Por lo anterior, se considera que, hasta este momento, los estudios de los cuerpos de agua dulce en el estado de Tabasco son pocos, considerando que este estado tiene el mayor número de cuerpos de agua en el país (Rodríguez 2002; Alcocer y Bernal-Brooks, 2010). De tal manera, que este trabajo aportará información taxonómica y ecológica más detallada del lago Cantemual, donde el objetivo principal fue analizar qué tipo de relaciones hay entre la comunidad fitoplanctónica y las variables ambientales mediante un Análisis de Correspondencia Canónica, y así poder observar si existen patrones de diversidad durante la temporada de lluvias y secas.

# Objetivos

## Objetivo general

- Analizar las relaciones entre la comunidad fitoplanctónica y las variables ambientales del lago Cantemual en Tabasco.

## Objetivos particulares

- Registrar las variables fisicoquímicas del lugar.
- Describir las especies fitoplanctónicas del lago Cantemual.
- Determinar la densidad de las especies de cada grupo fitoplanctónico.
- Analizar las relaciones entre la comunidad fitoplanctónica y las variables ambientales mediante un Análisis de Correspondencia Canónica.
- Explicar las posibles respuestas del fitoplancton a los patrones espacio-temporales de los componentes físico-químicos.

## Área de estudio

El lago Cantemual también es conocido como Cantemoc, Horizonte, Puncté u Horizonte-Puncte, está ubicado en el ejido de El Espino, municipio de Nacajuca, Tabasco. Es un lago de origen fluvial de forma irregular y semi-dendrítica, polimíctico; se encuentra en las coordenadas de 18° 14' 47.5" N, 92° 51' 00.7" O (Figura 1) 13 m snm, ocupa una extensión de 7.3 km<sup>2</sup>, tiene una línea de costa equivalente a 32.6 km, 3.23 km de longitud máxima, 1.62 km de anchura máxima y una proporción largo/ancho de 1.99 km, profundidad máxima 2.22 m (Gutiérrez-Aguirre y Suárez-Morales 2001; Rodríguez, 2002; Bueno *et al.*, 2005; INEGI, 2005).



**Figura 1.** Sitios de recolecta del lago Cantemual, Tabasco (Modificado de Google Earth NASA, 2019).

El lago Cantemual es uno de los 28 cuerpos epicontinentales del municipio de Nacajuca, este municipio colinda al norte con Centla y Centro, al este con Centro, al sur con Centro y Cunduacán y al oeste con Jalpa de Méndez; ocupa el 2.16 % de la superficie del estado de Tabasco; cuenta con 71 localidades y una población total de 86,105 habitantes (INEGI, 2005).

El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (100 %), presenta intervalos de temperatura entre los 26-28 °C, con precipitaciones de 1500-2500 mm (INEGI, 2005). Las lluvias se presentan durante todo el año, siendo más intensas de junio a septiembre, llueve casi siempre por las tardes y por las noches con altas temperaturas y por las mañanas con una buena insolación (INEGI, 2005). En los meses de octubre a enero las precipitaciones disminuyen moderadamente; en los meses de febrero-mayo la lluvia sufre un descenso drástico, no deja de llover, pero se

presentan lluvias aisladas que abarcan zonas reducidas (INEGI, 2005). Al igual que otros lagos de la cuenca baja del río González, el lago Cantemual mantiene el nivel de agua muy bajo, sobre todo en época de menor lluvia (“secas”).

El lago Cantemual presenta comunicación hidrológica con el Río González y comunidades hidrófitas como vegetación aledaña (Bueno *et al.*, 2007), donde la comunidad de plantas acuáticas se distribuye a lo largo de la llanura, con una dominancia de tres especies: *Vallisneria americana*, *Ceratophyllum demersum* y *Eichhornia crassipes* (Figura 2); esto podría representar un gran problema, debido a la abundancia de la vegetación que impide el acceso en algunas áreas del lago.



**Figura 2.** Vegetación acuática del lago Cantemual, Tabasco (noviembre, 2016).

La cuenca principal del municipio de Nacajuca es el Río Grijalva, donde predomina la roca sedimentaria en los suelos: palustre (67.09 %), aluvial (24.01 %) y lacustre (1.74 %) (INEGI, 2005). Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos del Cuaternario, en llanura aluvial costera inundable; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados por vertisol, fluvisol y gleysol. Los terrenos previamente cubiertos por selva ahora son ocupados por pastizales (54.08 %) y dedicados a la agricultura (3.98 %), el uso potencial de la tierra es la agricultura mecanizada continua, el pecuario y el aprovechamiento de la vegetación de pastizal (INEGI, 2005).

## Metodología

Se realizaron dos muestreos: el primero el 28 de noviembre de 2016 y el segundo 27 de febrero de 2017. Primero se establecieron cuatro sitios de muestreo con un profundímetro (West Marine, NorCross Marine), la zona más profunda, se determinó como sitio 1 de recolección “central”, y tres sitios más a partir de ese sitio. En los dos muestreos se midieron in situ las siguientes variables: temperatura, pH, saturación del oxígeno disuelto (OD %), conductividad y concentración de clorofila a con una sonda multiparamétrica HydroLab DS5 calibrada según el manual de uso del aparato (OTT, 2006). La irradianza solar se midió entre las 10 am y 12 pm con los sensores de luz HOBO Pendant Couple<sup>MR</sup>, uno se sumergió en la superficie del lago y el otro a una profundidad de 0.3 m, los datos obtenidos en unidades luxes que provienen de la luz solar, se convirtieron en unidades de  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , se utilizó el factor de conversión 0.0185, basado en el número de Avogadro, donde se multiplicó cada valor en unidades luxes para obtener los valores en  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , después con esos valores se calculó el coeficiente de atenuación vertical (Kd) de cada sitio.

En las recolectas se tomaron muestras superficiales y en caso de tener profundidad mayor a 1 m se recolectó con una botella van Dorn de 3 L. En el primer muestreo se filtraron 20 L y en el segundo muestreo se filtraron 30 L con una red de plancton de 10  $\mu\text{m}$  de apertura de malla, concentrados en un frasco de 250 mL y se obtuvieron 2 submuestras de 20 mL, uno para el herbario, y otro para la limpieza de diatomeas por cada sitio y cada profundidad, ambas submuestras fueron fijadas con formol al 2 %.

### **Determinación de nutrientes e iones mayores**

Para la determinación de nutrientes (nitrógeno, fósforo y sílice) se tomó 1 L de agua y se analizaron el mismo día de la recolecta, a través de métodos espectrofotométricos con el espectrofotómetro Hach<sup>TM</sup> DR/2010, los cuales fueron: nitrato (concentración baja con el método de reducción de cadmio), fósforo total (concentración baja mediante el método de digestión ácida), amonio (concentración baja con el método del salicilato), sílice (concentración alta con el método del silicomolibdato). Estos métodos están aprobados por la USEPA (2010) para reportes científicos del análisis de aguas naturales.

Además, se recolectó 1.5 L de agua que se acidificaron agregando HNO<sub>3</sub> y 1.5 L de agua sin acidificar para el análisis de iones mayores que se realizó posteriormente en el Instituto de Geofísica de la UNAM, a cargo de la Dra. María Aurora Armienta. Las determinaciones se realizaron mediante diferentes técnicas: el HCO<sub>3</sub><sup>3-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> por volumetría y titulación con HCL; el Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> por volumetría y titulación con EDTA; el Cl<sup>-</sup> por potenciometría con electrodo selectivo; Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> por espectrofotometría de emisión y el SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> por turbidimetría.

## **Composición Iónica**

Con los valores de los iones mayores se realizaron diagramas de Maucha (Maucha, 1932) con Excel Versión 16.16.7, mediante los cuales se graficaron las concentraciones relativas de los aniones y cationes para mostrar la composición química básica del agua del lago Cantemual.

## **Coefficiente de atenuación (Kd)**

El coeficiente de atenuación está en función de la cantidad de las partículas suspendidas y de los componentes disueltos que absorben la luz (Dodds, 2002), este coeficiente se calculó a partir de los datos obtenidos de la radiación solar subacuática.

$$K_d = \frac{\ln E_d(0) - \ln E_d(z)}{z}$$

Donde:

Kd= coeficiente de atenuación vertical

E<sub>d</sub>0=intensidad luminosa en la superficie

E<sub>d</sub>z=intensidad luminosa en cualquier profundidad

Z= profundidad

## **Índice del estado trófico (IET)**

Una manera de aproximarnos al estado de producción en el que se encuentra el lago Cantemual es a través del cálculo del índice del estado trófico con lo datos obtenidos de profundidad de visibilidad del disco de Secchi, y las concentraciones de la clorofila y el fósforo total (Carlson, 1977).

$$IET(\text{Disco de Secchi}) = 10 \left( 6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

$$IET(\text{Clorofila}) = 10 \left( 6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln \text{Clorofila}}{\ln 2} \right)$$

$$IET(\text{fóforo total}) = 10 \left( 6 - \frac{\ln \frac{48}{PT}}{\ln 2} \right)$$

## Preparaciones semipermanentes y permanentes

Las preparaciones semipermanentes se realizaron con gelatina glicerinada a partir de la submuestra del Herbario para observar los grupos de Chlorophyta, Charophyta, Euglenophyta y Heterokontophyta; mientras que para observar especies del grupo de Bacillariophyta se realizaron preparaciones permanentes; la limpieza de diatomeas se realizó por digestión ácida (Johansen *et al.*, 1983), se colocaron las muestras en matraces de 100 mL se añadió 20 mL de agua destilada y 20 mL de ácido nítrico, se calentaron lentamente y se dejó hervir hasta que el líquido disminuyó a 20 mL; después se añadió un poco de dicromato de potasio y se hirvió 5 minutos más, luego se dejó enfriar a temperatura ambiente. Las muestras se colocaron en 12 tubos de centrifuga hasta los 14 mL cada vez por 10 minutos a 500 rpm. Las muestras se centrifugaron y decantaron 6 veces y después de la última se llenó a 10 mL en vez de 14.

En las preparaciones permanentes se colocó Naphrax en portaobjetos y se calentó hasta que hirvió de 3 a 10 segundos, inmediatamente después de remover el portaobjetos del calor se colocó un cubreobjetos con las diatomeas en la resina caliente. El Naphrax hirvió un poco más y se colocó nuevamente el portaobjetos en la parrilla para que la resina hirviera nuevamente, después se removió. Finalmente se eliminaron las burbujas dejando caer muy suave la goma de un lápiz y repetidamente en el cubreobjetos.

Las muestras y las preparaciones permanentes se depositaron en el Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) en la colección de Algas Continentales-Tabasco (en curación en el Laboratorio de Algas Continentales, Facultad de Ciencias, UNAM).

## Taxonomía y ecología de las especies

Las preparaciones semipermanentes y las preparaciones con Naphrax fueron observadas en microscopios fotónicos (Nikon Eclipse 80i y Nikon Optiphot), con la finalidad de hacer la

determinación taxonómica de las especies. El registro fotográfico se hizo con la cámara fotográfica ProgRes CT3, Jenoptik y el software ProgRes Capture Pro 2.8.8, Jenoptik. Para la identificación y descripción de las variaciones morfológicas se utilizó la siguiente bibliografía: para **Cyanoprokaryota**: Komárek y Anagnostidis (1998), Komárek y Anagnostidis (2005).; para **Bacillariophyta**: Krammer (1997a, 1997b), Krammer y Lange-Bertalot (1985, 1986, 1988, 1991a, 1991b), Novelo (2012), Novelo *et al.* (2007); para **Chlorophyta**: Ettl (1983), Komárek y Fott (1983); para Charophyta: Prescott *et al.* (1982), Prescott *et al.* (1989); para **Euglenophyta**: Godjics (1953), Huber-Pestalozzi (1955), Pochman (1942), Tell y Conforti (1986), Wolowski (1998), Zakryś *et al.* (2013); para **Heterokontophyta**: Ettl (1978); y para **Dinophyta**: Carty (2014), Carty y Cox (1986). Las descripciones se complementaron con información de distribución, ambientes y formas de vida disponibles en la base de datos bdLACET (Novelo y Tavera, 2019) y AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2019).

## Cuantificación de las especies

La cuantificación de las especies se hizo a partir de 1 mL de la submuestra de 20 mL de Herbario que se colocó en la cámara de Sedgewick-Rafter y se observó al microscopio a un aumento de 20X (Barsanti y Gualtieri, 2006), después para calcular el número de células por litro se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Número de células} * \text{mL}^{-1} = \frac{C * 1000 \text{ mm}^3}{A * D * F}$$

Donde:

C= número de organismos contados

D= Profundidad del campo en mm<sup>2</sup>

A= área de campo en mm<sup>2</sup>

F= Número de campos contados

## Índices de biodiversidad<sup>2</sup>

El índice de Shannon-Wiener (**H'**) estimó la diversidad de la comunidad fitoplanctónica. Este índice toma en cuenta la abundancia de cada especie y asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Moreno, 2001).

---

<sup>2</sup> Todos los índices de biodiversidad se calcularon y se gráfcaron con Excel Versión 16.16.7.



$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$p_i$ = Proporción de la especie  $i$  sobre el número total de individuos

El índice de Simpson ( $D'$ ) se estimó con la siguiente fórmula:

$$D = 1 - \left( \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)} \right)$$

Donde:

$n$ = Número especies

$N$ = Número de especies en total

La equitatividad fue calculada a través del Índice de Pielou ( $J'$ ), que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 que corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno *et al.*, 2011).

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

Dónde:

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

$n$ = Número de especies

## **Análisis estadísticos**

Se crearon tres matrices con diferentes tipos de datos. La primera con los valores de las nueve variables ambientales: la temperatura, pH, conductividad, coeficiente de atenuación, clorofila, saturación del oxígeno disuelto, nitrógeno inorgánico disuelto, fósforo total y sílice por cada sitio de la temporada de lluvias y la temporada de secas; la segunda con los datos de abundancia absoluta de 131 especies (células/L) por cada sitio de ambas temporadas; la tercera con los valores de las nueve variables ambientales de cada sitio y la abundancia de las 131 especies (células/L) de ambas temporadas.

Los datos ambientales fueron transformados con raíz cuadrada, excepto el pH, con la finalidad de eliminar las diferencias entre las diversas unidades que tienen los valores. Cada matriz fue utilizada de manera particular para cada análisis ejecutado con el paquete estadístico PAST 3.20 (Hammer *et al.*, 2001).

Para el análisis de Cluster se utilizó la matriz de abundancia absoluta, eligiendo el índice de similitud de Bray-Curtis como medida de la similitud y con el algoritmo UPGMA para el agrupamiento, el cual se basa en la distancia promedio entre todas las estaciones de casa temporada (lluvias y secas). Se llevaron a cabo dos análisis de comparación de valores: un ANOSIM (Analysis of Similarities) y un PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance) usando el índice de Bray-Curtis para determinar si hubo diferencias significativas entre las temporadas; para el ANOSIM se utilizó la matriz con la abundancia absoluta de cada especie y empleando el índice de similitud de comunidades de Bray-Curtis. Para el PERMANOVA se utilizó la matriz con los datos físicos y químicos de las dos temporadas y se usó la distancia Euclidiana como índice de similitud

Finalmente, se utilizó una técnica multivariante, el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que describió la relación entre las variables dependientes (abundancia absoluta) e independiente (variables ambientales) en la temporada de lluvias y secas.

# Resultados

## VARIABLES AMBIENTALES DEL LAGO CANTEMUAL

El lago Cantemual es un lago somero en el que durante la temporada de lluvias existen sitios que pueden llegar a tener una profundidad de hasta 2 m; en cambio, en la temporada de secas, el lago disminuye su volumen y se encuentra casi totalmente por debajo de 1 m. En el Cuadro 1 se muestran los valores de profundidad, temperatura, pH, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto y conductividad, obtenidos de los muestreos realizados en la temporada de lluvias de noviembre 2016 y en la temporada de secas de febrero 2017.

**Cuadro 1.** Datos de profundidad, temperatura, pH, saturación del oxígeno disuelto y conductividad de los cuatro sitios en temporada de lluvias y secas.

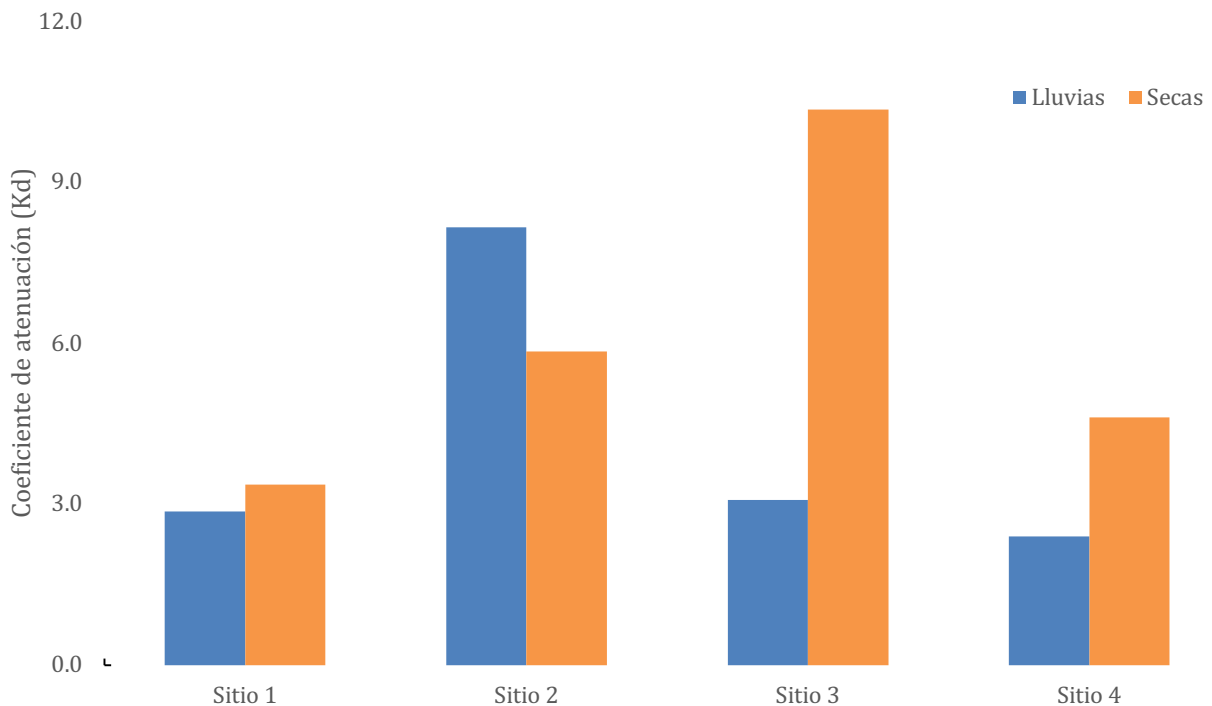
	Sitios		Profundidad (m)	Temp (°C)	pH	% OD	Cond (µS/cm)
Lluvias	S1	A	0	26.1	7.4	83.6	352
		B	0.5	26.2	7.6	93.6	348
	S2	A	0	27.0	8.4	149.1	333
		B	0.5	26.5	8.4	152.2	335
	S3	A	0	27.0	8.3	132	399
		B	0.5	27.1	8.3	131.8	398
	S4	A	0	27.2	8.5	134.1	376
		B	0.5	27.2	8.4	139.0	376
		C	1.0	27.2	7.6	97.9	375
		D	1.5	27.2	7.6	94.0	375
E		2.0	26.3	7.1	57.0	395	
Secas	S1	A	0	26.5	7.9	82.6	426
	S2	A	0	26.9	8.4	109.4	425
	S3	A	0	27.8	9.1	142.3	401
	S4	A	0	28.3	8.1	135.0	401
		B	0.5	28.4	8.2	140.1	401

Se observó que en el lago Cantemual el agua es clara con tonalidades cafés con visibilidad hasta el sedimento. Para conocer el grado en el que la intensidad luminosa disminuye a través de la columna de agua, se calculó el coeficiente de atenuación ( $K_d$ ) de la luz del lago (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Los valores del coeficiente de atenuación (Kd) del lago Cantemual en la temporada de lluvias y secas.

	Sitios	Sup ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Prof 0.30 m ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Kd
Lluvias	S1	560.7	237.3	2.8
	S2	3,619.4	312.2	8.1
	S3	92.3	36.6	3.0
	S4	117.8	57.3	2.4
Secas	S1	1,121.5	407.8	3.3
	S2	2,650.8	458.8	5.8
	S3	5,709.5	254.8	10.3
	S4	3,466.5	866.6	4.6

Los valores de ambas temporadas son  $> 2.4$ , durante la temporada de secas se presentaron los valores más altos de Kd, mientras que los valores más bajos se presentaron durante la temporada de lluvias; no obstante, el sitio 2 de esta temporada, presentó un valor alto, al igual que el sitio 3 de la temporada de secas (Figura 3).



**Figura 3.** Coeficiente de atenuación (Kd) en temporada de lluvias y secas.

Se obtuvieron los intervalos de las concentraciones de nutrientes: el fósforo total va de los 0.32-0.93 mg/L en temporada de lluvias y de 0.56-1.21 mg/L en temporada de secas; el nitrógeno inorgánico disuelto de 0.05 a 0.09 mg/L en lluvias y de 0.03-0.6 en secas; SiO<sub>2</sub> de 6.9-11.9 mg/L en lluvias y de 3.9-9.5 mg/L en secas; por otro lado, la clorofila de 21.2-89.2  $\mu\text{g/L}$  en lluvias y de 36-167.4  $\mu\text{g/L}$  (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Concentración de nutrientes y clorofila del Lago Cantemual de los sitios superficiales durante el muestreo de temporada de lluvias y temporada de secas.

	Sitios	NID (mg/L)	P tot (mg/L)	SiO <sub>2</sub> (mg/L)	Clorofila (µg/L)
Lluvias	S1	0.05	0.93	11.9	21.2
	S2	0.09	0.43	11.6	41.6
	S3	0.07	0.70	12.4	66.9
	S4	0.05	0.32	6.9	89.2
Secas	S1	0.06	1.21	9.5	97.0
	S2	0.06	0.64	3.9	167.4
	S3	0.04	0.88	4.1	98.0
	S4	0.03	0.56	9.5	36.0

Otra manera de aproximarse a conocer el estado trófico del lago es a partir del cálculo del IET con los valores obtenidos del fósforo total, clorofila y los valores de disco de Secchi, los valores obtenidos en los sitios fueron > 60, excepto el sitio S4 en la temporada de lluvias (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Índice del estado trófico (IET) del lago Cantemual en la temporada de lluvias y secas.

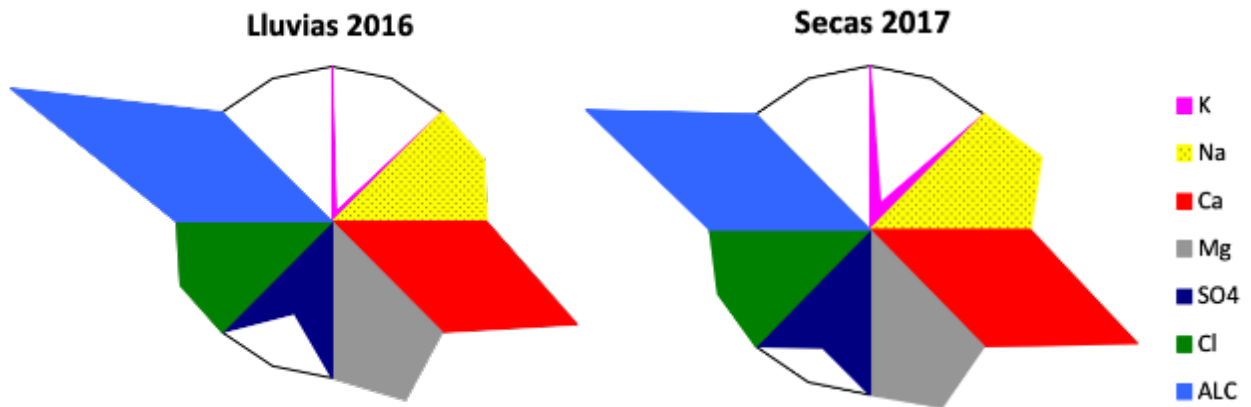
	Sitios	Traspacidad (m)	Disco de Secchi	Clorofila a	Fósforo total
Lluvias	S1	0.5	70.0	60.5	102.8
	S2	0.5	70.0	67.1	91.6
	S3	0.6	67.3	71.8	98.7
	S4	1.6	53.2	74.6	87.4
Secas	S1	0.7	65.1	75.4	106.6
	S2	0.4	73.2	80.8	97.4
	S3	0.4	73.2	75.5	102.0
	S4	0.7	65.1	65.7	95.4

La composición iónica del lago indicó que los aniones dominantes en ambas épocas fueron CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (mg/L) y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/L), no obstante, durante la temporada de secas la mayoría de las concentraciones aumentaron, excepto el CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> y el HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, los cuales se comportaron de forma inversa (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Concentraciones de iones mayores del lago Cantemual en la temporada de lluvias y secas.

iones mayoyes	Lluvias	Secas
Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	34.5	39.1
Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	15.1	15.4
Na <sup>+</sup> (mg/L)	24.5	28.7
K <sup>+</sup> (mg/L)	2.8	7.3
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	8.6	6.5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	120.4	113.0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	30.8	40.2
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	37.8	39.3
Balance	1.69	1.43

Para visualizar las diferencias y similitudes de los iones entre ambas temporadas se realizaron diagramas de Maucha (Figura 4). Se observó que la composición no presentó variaciones en ambas temporadas. El orden de la concentración de los iones es el siguiente (meq/L):  $\text{HCO}_3^-$  ( $+\text{CO}_3^-$ )  $>$   $\text{Ca}^{++}$   $>$   $\text{Na}^+$   $>$   $\text{Mg}^{++}$   $>$   $\text{Cl}^-$   $>$   $\text{SO}_4^{=}$   $>$   $\text{K}^+$ , por lo que el lago se clasificó con una dominancia de bicarbonatos-cálcicos tanto en la temporada de lluvias como en la de secas. Aunque la composición no presentó variaciones en su orden, se detectó un aumento en casi todos los iones para la temporada de secas, excepto la alcalinidad ( $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$ ) que disminuyó para esa época.

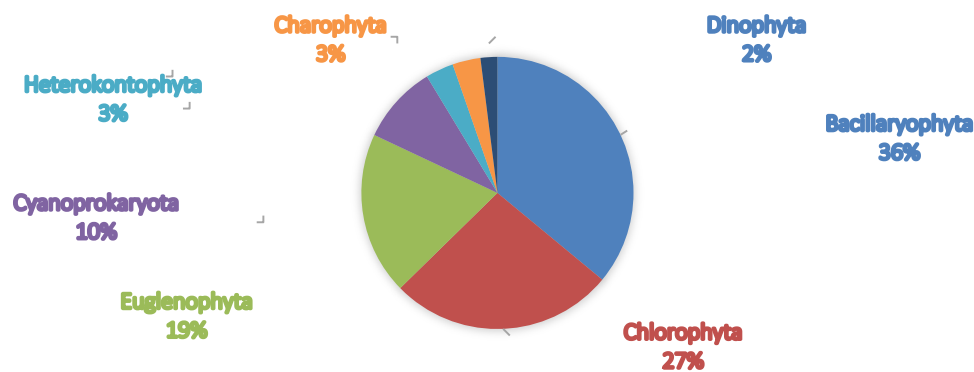


**Figura 4.** Diagramas de Maucha de la temporada de lluvias 2016 y secas 2017 del lago Cantemual en Tabasco. La dominancia iónica (% sobre meq/L) del lago es  $\text{HCO}_3^-$  ( $+\text{CO}_3^-$ )  $>$   $\text{Ca}^{++}$   $>$   $\text{Mg}^{++}$   $>$   $\text{Na}^+$   $>$   $\text{Cl}^-$   $>$   $\text{SO}_4^{=}$   $>$   $\text{K}^+$ ; la alcalinidad (ALC) es la suma de  $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$ .

## Descripciones de las especies

Se describieron 148 especies fitoplanctónicas (Figura 5), las cuales correspondieron a 85 géneros y 43 familias. Del total, 92 especies no se habían registrado para Tabasco y 40 especies se describen por primera vez para México. Entre ambas temporadas hay 76 especies en común, 42 especies se observaron sólo en la temporada de lluvias y 30 especies sólo en la temporada de secas (Cuadro 6).

Las Divisiones Bacillariophyta y Chlorophyta representaron el 63 % de la comunidad fitoplanctónica del lago Cantemual. Sin embargo, Bacillariophyta constituyó el porcentaje más alto con un 36 %, con una riqueza total de 53 especies, de las que se observó que hay 33 especies en común entre ambas temporadas, se distinguieron 4 especies solo en la temporada de lluvias y 16 especies en solo en temporada de secas. Las Euglenophyta representaron un 19 % y es el siguiente grupo taxonómico con mayor proporción, su riqueza fue de 29 especies, de las cuales, 12 se observaron solo durante la temporada de lluvias y 4 especies solo en la temporada de secas y 13 especies en común.



**Figura 5.** Porcentaje de la riqueza de especies por grupo taxonómico.

Una de las Divisiones menos representada fue la de las Cyanoprokaryota con un 10 %, tuvo una riqueza total de 14 especies, 7 especies solo en temporada de lluvias y 7 especies se observaron en ambas temporadas. Por otro lado, Charophyta, Heterokontophyta y Dinophyta representaron el 8 %. Dentro de la División Charophyta, se observaron 3 especies únicamente en la temporada de lluvias y 1 especie solo en la temporada de secas y sólo 1 especie se comparte en ambas temporadas. A diferencia de las otras Divisiones, las 4 especies de Heterokontophyta sólo se observaron durante la temporada de lluvias y las 3 especies de Dinophyta se presentaron en ambas temporadas.

**Cuadro 6.** Presencia de las especies en temporada de lluvias, secas y en ambas temporadas.

División	Especies	Lluvias	Secas
Cyanoprokaryota	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	+	+
	<i>Coelomoron pusillum</i>	+	
	<i>Coelomoron tropicale</i>	+	
	<i>Eucapsis parallelepipedon</i>	+	+
	<i>Eucapsis starmachii</i>	+	+
	<i>Merismopedia tenuissima</i>	+	
	<i>Phormidium formosum</i>	+	
	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	+	
	<i>Planktolyngbya regularis</i>	+	+
	<i>Pseudanabaena catenata</i>	+	+
	<i>Pseudanabaena galeata</i>	+	+
	<i>Rhabdogloea lineare</i>	+	
	<i>Snowella atomus</i>	+	
	<i>Spirulina subsalsa</i>	+	+
Bacillariophyta	<i>Achnantheidium exiguum</i>	+	+
	<i>Aulacoseira granulata</i>	+	+
	<i>Bacillaria paxillifera</i>	+	+
	<i>Cocconeis placentula</i>	+	+
	<i>Craticula ambigua</i>	+	+
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+
	<i>Cymbella aspera</i>		+
	<i>Diadsmis confervacea</i>	+	
	<i>Diploneis ovalis</i>	+	+
	<i>Diploneis separanda</i>		+
	<i>Discostella stelligera</i>		+
	<i>Encyonema mesianum</i>	+	+
	<i>Encyonema mexicanum</i>	+	+
	<i>Epithemia turgida</i>	+	+
	<i>Fallacia pygmaea</i>		+
	<i>Gomphonema affine</i>	+	
	<i>Gomphonema gandhii</i>		+
	<i>Gomphonema gracile</i>	+	+
	<i>Gomphonema pygmaeum</i>		+
	<i>Gomphonema vibrio</i>		+
	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	+	+
	<i>Gyrosigma fasciola</i>	+	+
	<i>Gyrosigma obscurum</i>	+	+
	<i>Iconella guatimalensis</i>		+
	<i>Mastogloia elliptica</i>	+	+
	<i>Mastogloia lacustris</i>	+	+
	<i>Navicula caroliniae</i>		+
<i>Navicula cryptotenella</i>	+	+	
<i>Navicula podzorskii</i>	+		
<i>Navicula praeterita</i>	+	+	
<i>Navicula rostellata</i>	+	+	
<i>Neidium ampliatum</i>	+	+	



	<i>Neidium productum</i>	+	+
	<i>Nitzschia amphibia</i>		+
	<i>Nitzschia filiformis</i>	+	
	<i>Nitzschia palea</i>	+	+
	<i>Nitzschia scalaris</i>		+
	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	+	+
	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i>		+
	<i>Placoneis exigua</i>		+
	<i>Pleurosigma salinarum</i>		+
	<i>Rhopalodia gibba</i>	+	+
	<i>Sellaphora pupula</i>	+	+
	<i>Stausosira construens</i> var. <i>construens</i>	+	+
	<i>Stausosira construens</i> var. <i>venter</i>	+	+
	<i>Stausosirella pinnata</i> var. <i>trigona</i>	+	+
	<i>Surirella tenera</i>	+	+
	<i>Tryblionella calida</i>	+	+
	<i>Tryblionella gracilis</i>	+	+
	<i>Tryblionella hungarica</i>	+	+
	<i>Ulnaria acus</i>		+
	<i>Ulnaria ulna</i>		+
	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	+	+
	<i>Lanceola spatulifera</i>	+	
	<i>Botryococcus braunii</i>		+
	<i>Characium angustum</i>		+
	<i>Coelastrum microporum</i>		+
	<i>Coenochloris pyrenoidosa</i>	+	
	<i>Comasiella arcuata</i> var. <i>platydisca</i>	+	+
	<i>Desmodesmus aculeolatus</i>	+	+
	<i>Desmodesmus armatus</i>	+	+
	<i>Desmodesmus lefevrei</i>	+	
	<i>Desmodesmus magnus</i>	+	+
	<i>Desmodesmus opoliensis</i>	+	+
	<i>Dictyosphaerium chlorelloides</i>	+	+
	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	+	
	<i>Didymocystis inermis</i>	+	
	<i>Gonium formosum</i>	+	+
	<i>Granulocystis helenae</i>	+	
	<i>Hariotina reticulata</i>		+
	<i>Hydrianum viride</i>	+	
	<i>Pseudokirchneriella elongata</i>		+
	<i>Kirchneriella irregularis</i>	+	
	<i>Lagerheimia chodatii</i>	+	+
	<i>Messastrum gracile</i>		+
	<i>Monactinus simplex</i>	+	+
	<i>Monactinus simplex</i> var. <i>sturmii</i>	+	+
	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	+	
	<i>Monoraphidium irregulare</i>	+	
	<i>Nephrochlamys agardhianum</i>		+
	<i>Oocystis marssonii</i>	+	+
	<i>Pandorina morum</i>	+	+
	<i>Pediastrum duplex</i>		+
	<i>Phacotus lenticularis</i>	+	+

Chlorophyta

	<i>Pleodorina californica</i>	+	+
	<i>Pseudodidymocystis fina</i>	+	+
	<i>Scenedesmus ovalternus</i>		+
	<i>Scenedesmus smithii</i>	+	+
	<i>Stauridium tetras</i>	+	+
	<i>Tetraedron minimum</i>	+	+
	<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	+	
	<i>Willea apiculata</i>	+	
Charophyta	<i>Cosmarium regnellii</i> var. <i>pseudoregnellii</i>	+	+
	<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>minutum</i>	+	
	<i>Cosmarium tenue</i>		+
	<i>Cosmarium</i> aff. <i>undulatum</i> var. <i>minutum</i>	+	
	<i>Staurastrum laeve</i>	+	
Euglenophyta	<i>Euglena agilis</i>	+	
	<i>Euglena chlamydophora</i>	+	
	<i>Euglena clavata</i>	+	+
	<i>Euglena gracilis</i>	+	+
	<i>Euglena limnophila</i> var. <i>minor</i>	+	+
	<i>Euglena mesnili</i>		+
	<i>Euglenaria clepsydroides</i>	+	+
	<i>Lepocinclis acus</i>	+	+
	<i>Lepocinclis ovum</i>	+	+
	<i>Lepocinclis oxyuris</i>	+	
	<i>Lepocinclis texta</i> var. <i>richiana</i>	+	
	<i>Monomorphina pyrum</i>	+	+
	<i>Phacus acuminatus</i>	+	+
	<i>Phacus orbicularis</i>	+	+
	<i>Phacus tortus</i>	+	
	<i>Strombomonas fluviatilis</i>	+	
	<i>Strombomonas jaculata</i>	+	
	<i>Strombomonas napiformis</i>	+	+
	<i>Strombomonas ovalis</i>	+	+
	<i>Strombomonas verrucosa</i> var. <i>conspersa</i>		+
	<i>Trachelomonas abrupta</i>		+
	<i>Trachelomonas cylindrica</i> var. <i>decollata</i>	+	+
	<i>Trachelomonas lefevrei</i>	+	
<i>Trachelomonas oblonga</i>	+		
<i>Trachelomonas pulcherrima</i> var. <i>latior</i>	+		
<i>Trachelomonas pulcherrima</i> var. <i>minor</i>	+		
<i>Trachelomonas superba</i>		+	
<i>Trachelomonas verrucosa</i> var. <i>granulosa</i>	+	+	
<i>Trachelomonas volvocina</i> var. <i>punctata</i>	+		
Heterokontophyta	<i>Centritractus belonophorus</i>	+	
	<i>Pseudogoniochloris tripus</i>	+	
	<i>Trachydiscus minutus</i>	+	
	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	+	
Dinophyta	<i>Glochidinium penardiforme</i>	+	+
	<i>Kansodinium ambiguum</i>	+	+
	<i>Peridiniopsis</i> cf. <i>thompsonii</i>	+	+

## Cyanoprokaryota Komárek

Cyanophyceae Schaffner

Synechococcales Hoffmann, Komárek & Kastovsky

Coelosphaeriaceae Elenkin

*Coelomoron* Buell

### ***Coelomoron pusillum* (Van Goor) Komárek 1988 (Figura 6. 1)**

Colonias más o menos esféricas, mucílago incoloro, limite visible y separado del arreglo de la colonia, el centro de las colonias está hueco, a veces es difícil notarlo si la colonia es densa; células ovoides o esféricas. Células 2.9-3.9  $\mu\text{m}$  de largo y 1.9-2.9  $\mu\text{m}$  de ancho, colonias de 7.8-17.5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestras:** TabCan055A, TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Morelos, Michoacán, Tabasco Yucatán; Países Bajos; Rusia; Eslovaquia; Canadá; Argentina; India; Australia; Lituania; Rumania; Bolivia; Reino Unido; República Checa; Alemania; España; Turquía; Cuba.

**Ambiente y forma de vida:** embalses; ríos; lagos; planctónica; perifítica.

### ***Coelomoron tropicale* Senna, Peres & Komárek 1998 (Figura 6. 2)**

Colonias subesféricas, delimitadas por un mucílago fino, incoloro; las células son esféricas, de color verde-azul pálido con un arreglo radial. Células de 1.9  $\mu\text{m}$  de diámetro, colonias de 7.8  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestras:** TabCan056E

**Distribución:** México: Yucatán; Brasil; Cuba; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; metafítica; planctónica.

*Snowella* Elenkin

### ***Snowella atomus* Komárek & Hindák 1988 (Figura 6. 3)**

Colonias esféricas, pequeñas; células esféricas; tallos mucilaginosos, firmes y delgados. Células 1.2  $\mu\text{m}$  de diámetro, longitud de los tallos de 8.7  $\mu\text{m}$ , la colonia mide 17.5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: Tabasco, Veracruz; República Checa; Grecia; Países Bajos; Escandinavia; Eslovaquia; Israel; Rusia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; planctónica.

Leptolyngbyaceae (Anagnostidis & Komárek) Komárek, Kastovsky, Mares & Johansen

*Planktolyngbya* Anagnostidis & Komárek

***Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg 1992** (Figura 6. 4)

Filamentos solitarios, rectos y ligeramente curvados, vaina fina, hialina; tricoma verde azul; células más largas que anchas, cilíndricas; células apicales redondeadas. Filamentos de 141.5 µm de largo; células de 6.8-7.8 µm de largo, 1.9 µm de ancho.

**Muestra:** TabCan053A, TabCan056E

**Distribución:** México: Jalisco, Morelos, Veracruz; Ártico; Reino Unido; Francia; Irlanda; Rumania; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Estados Unidos; Canadá; Argentina; Egipto; Bangladesh; Irán; Irak; Israel; Pakistán; Japón; Nepal; Taiwán; Birmania; Australia; Alemania; Países Bajos; Rusia; República Checa; Georgia; Ucrania; Cuba; Argentina; Brasil; África; Tayikistán; Singapur; Vietnam; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; embalses; lagos; epífita; planctónica.

***Planktolyngbya regularis* Komárkova-Legnerová & Tavera 1996** (Figura 6. 5)

Filamentos en espiral, de 2 giros, vaina visible por los extremos libres de tricomas, incolora y firme; tricomas verde-azul pálido; células más o menos isodiamétricas a ligeramente más largas que anchas, con gránulos en cada lado de los septos y algunos dispersos en la célula, célula apical redondeada. Células 1.0-2.0 µm de largo y 2.0 µm de ancho, largo del filamento de 78 µm.

**Muestras:** TabCan053A, TabCan056D

**Distribución:** México: Tabasco, Yucatán, Veracruz; Cuba; Israel.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; planctónica.

Merismopediaceae Elenkin

*Aphanocapsa* Nägeli

***Aphanocapsa holsatica* (Lemmermann) Cronberg & Komárek 1994** (Figura 6. 6)

Colonias irregulares, esféricas o elongadas, clatradas, mucílago no visible; las células son esféricas de color verde-azul pálido, tienen un arreglo irregular, están separadas por lo menos a la distancia de su diámetro. Las colonias miden hasta 78  $\mu\text{m}$ ; Células 0.9-1.9  $\mu\text{m}$  de diámetro,

**Muestras:** TabCan055A, TabCan056A, TabCan056D, TabCan056E, TabCan082, TabCan083

**Distribución:** México: Hidalgo, Veracruz, Yucatán, Europa Central (Mar Báltico); Países Bajos; Escandinavia; Estados Unidos; Bangladesh; Japón; Australia; Reino Unido; República Checa; Alemania; Grecia; Lituania; Polonia; Rumania; Cuba; Brasil; Israel; Rusia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** embalses; lagos; cenotes; planctónica.

*Eucapsis* Clements & Shantz

***Eucapsis parallelepipedon* (Schmidle) Komárek & Hindák 1989** (Figura 6. 7)

Colonias delicadas, de forma cubica regular, el mucílago de las colonias ligeramente lamelado; células esféricas o ligeramente elongadas, de color verde-azul pálido, vaina individual un poco difusa. Colonias de 29.2  $\mu\text{m}$  de largo, 19.5  $\mu\text{m}$  de ancho; células de 2.4-2.9  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestras:** TabCan083 **Distribución:** México: Veracruz; Países Bajos; Brasil.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; planctónica.

***Eucapsis starmachii* Komárek & Hindák 1989** (Figura 6. 8)

Colonias pequeñas de 4 células, mucílago difluente; células esféricas de color verde azul, distantes unas de las otras. Las colonias miden 10.7  $\mu\text{m}$ , células 1.9-2.4  $\mu\text{m}$  de diámetro, separación entre células de 2.9  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan085A

**Distribución:** México: Puebla; Islas Guadeloupe; República Checa; Eslovaquia; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; lagos; planctónica.

*Merismopedia* Meyen

***Merismopedia tenuissima* Lemmermann 1898** (Figura 6. 9)

Colonias de 32 células, pequeñas, rectangulares, en un plano, envueltas en un mucílago hialino; células hemisféricas a ovaladas, se disponen en hileras, de color verde azules. Células de 2.4 µm de largo, 1.9 µm de ancho, colonias de 12.6 µm de largo, 8.7 µm de ancho.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Colima, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán; África Ecuatorial; Alemania; Antártica; Argentina; Brasil; Canadá; España; Estados Unidos; Hungría; India; Islas Guadeloupe; Suecia; Vietnam; Ártico; Rusia; Reino Unido; Georgia; Grecia; Rumania; Escandinavia; Eslovaquia; Turquía; Ucrania; Islandia; Cuba; Bangladesh; Irak; Israel; China; Japón; Corea; Nepal; Tayikistán; Birmania; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; charcos; humedales; arroyos; estanques; arroyos; cenotes; ríos; embalses; suelos; rocas; canales; estanque de peces; lagos someros; mar; lagos urbanos; oligotrófico; hipertrófico; planctónica; metafítica; aerofítica; epilítica subaérea; perifítica; bentónica; epipélica.

Pseudanabaenaceae Anagnostidis & Komárek

*Pseudanabaena* Lauterborn

***Pseudanabaena catenata* Lauterborn 1915** (Figura 6. 10)

Filamentos solitarios, rectos, ligeramente curvados; células cilíndricas, isodiamétricas, constreñidas en los septos, espacios definidos entre las células, células apicales redondas, más largas que anchas. Células de 0.9-1.9 µm de largo, 0.9 µm de ancho; 68.3 µm del largo del filamento.

**Muestra:** TabCan053A

**Distribución:** México: Guanajuato, Michoacán, San Luis Potos, Tabasco, Querétaro, Veracruz, Yucatán; Reino Unido; Brasil; Argentina; Polonia; Estados Unidos; Alemania; Antártica; Nueva Zelanda; Rusia; República Checa; Grecia; Países Bajos; Lituania; Rumania; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Ucrania; Canadá; Cuba; África; India; Israel; Islas Aldabra; Arabia Saudita; Corea; Nepal; Tayikistán; Birmania; Singapur; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** sublitoral; ríos; pantano; lagos; charcos; puesta de ranas; lago oligotrófico, fitoplancton; manantiales; suelos; cenotes; jales; arroyos; lagos someros; bentos; planctónica; endozoica; subaérea.

***Pseudanabaena galeata* Böcher 1949** (Figura 6. 11)

Filamentos largos, finos, ligeramente curvados; células cilíndricas, constreñidas, no atenuadas, células apicales cilíndricas con uno o dos aerotopos, de color verde azul. Células de 2.9-3.9  $\mu\text{m}$  de largo, 1.0-1.9  $\mu\text{m}$  de ancho. Largo del filamento de 38-190  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan055A, TabCan056E, TabCan083

**Distribución:** Islas Guadalupe; Reino Unido; Rusia; República Checa; Francia; Alemania; Grecia; Países Bajos; Rumania; Eslovaquia; España; Turquía; Estados Unidos; Brasil; Tayikistán; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; charcos; bentónica; planctónica.

Synechococcaceae Komárek & Anagnostidis

*Rhabdogloea* Schröder

***Rhabdogloea lineare* Schmidle & Lauterborn 1900** (Figura 6. 12)

Colonias de 8 células, mucílago no visible; células rectas, alargadas y redondeadas en los polos, son de color verde azules con pequeños gránulos. Células de 4.8-6.8  $\mu\text{m}$  de largo, 2.0  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** Australia; Canadá; Escandinavia; Eslovaquia; Países Bajos; República Checa; Rumania; Rusia.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; epilítica; epífita.

Oscillatoriales Schaffner

Oscillatoriaceae Engler

*Phormidium* Kützing ex Gomont

***Phormidium formosum* (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988** (Figura 6. 13)

Filamentos largos, flexuosos, sin vaina, ligeramente constreñidos; células cilíndricas de color azul pálido, con granulaciones, las células apicales ligeramente atenuadas, obtusas, redondeadas, curvadas. Filamentos de 312.3 µm de largo; células de 1.9-2.9 µm de largo, 3.9 µm de diámetro.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: Puebla, Querétaro, Veracruz, Yucatán; Australia; Ártico; República Checa; Francia; Georgia; Alemania; Lituania; Países Bajos; Rumania; Escandinavia; España; Turquía; Estados Unidos; Cuba; Argentina; India; Irak; Israel; China; Corea; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Singapur; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; canales; ríos; lagos; cenotes; epipélica; planctónica; bentónica.

Spirulinales Komárek, Kastovsky, Mares & Johansen

Spirulinaceae (Gomont) Hoffmann, Komárek & Ka

*Spirulina* Turpin ex Gomont

***Spirulina subsalsa* Oersted ex Gomont 1892** (Figura 6. 14)

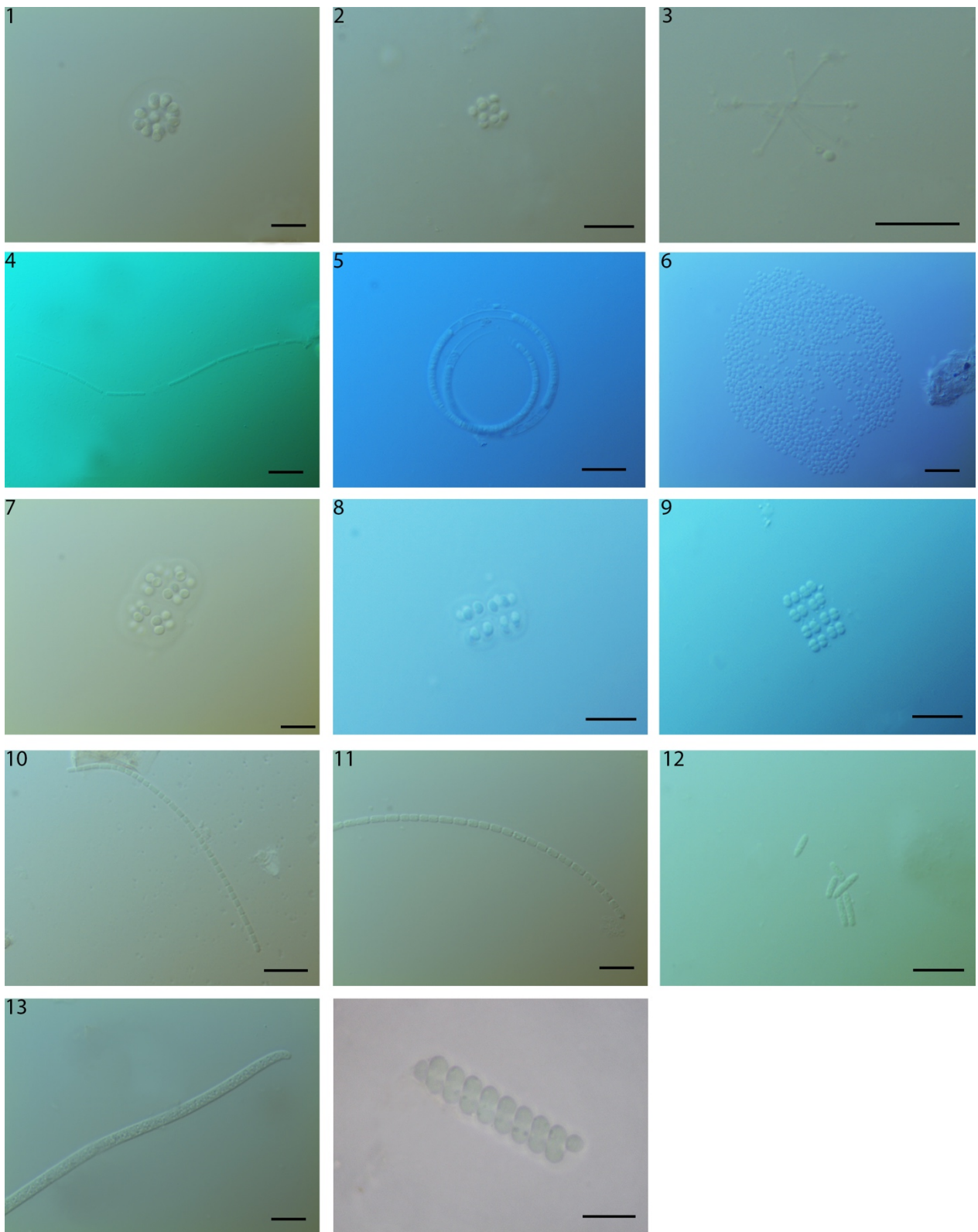
Tricoma helicoidal, corto, de color verde azul; células apicales redondeadas, constricciones no visibles, presencia de aerotopos. Tricoma de 3.3-3.9 µm de ancho, largo de 17.5-31 µm, amplitud entre los giros de 3.3-3.4 µm.

**Muestras:** TabCan053A, TabCan083

**Distribución:** México: Baja California, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Sonora, Tamaulipas, Yucatán; Alemania; Argentina; Brasil; España; Estados Unidos; Francia; Noruega; Perú; Seychelles; Escandinavia; Reino Unido; Francia; Alemania; Grecia; Irlanda; Italia; Países Bajos; Noruega; España; Portugal; Suecia; Turquía; Islas del Atlántico; Estados Unidos; Cuba; Colombia; África; Islas del Océano Índico; India; Irán; Irak; Pakistán; Kuwait; Arabia Saudita; China; Japón; Corea; Nepal; Rusia; Taiwán; Birmania; Singapur; Vietnam; Australia; Islas del Pacífico; Venezuela.

**Ambiente y forma de vida:** sublitoral; ríos, lagos; salinas; manantiales; lagos someros; planctónica; bentónica; perifítica; epipélica; metafítica.





**Figura 6.** 1) *Coelomon pusillum*, 2) *Coelomon tropicale*, 3) *Snowella atomus*, 4) *Planktolyngbya limnetica*, 5) *Planktolyngbya regularis*, 6) *Aphanocapsa holsatica*, 7) *Eucapsis parallelepipedon*, 8) *Eucapsis starmachii*, 9) *Merismopedia tenuissima* 10) *Pseudanabaena catenata*, 11) *Pseudanabaena galeata*, 12) *Rhabdogloea lineare*, 13) *Phormidium formosum*, 14) *Spirulina subsalsa*. Barra = 10  $\mu\text{m}$ .

## Bacillariophyta Karsten

Mediophyceae (Jousé & Proshkina-Lavrenko) Medlin & Kaczmarska

Stephanodiscales Nikolaev & Harwood

Stephanodiscaceae Makarova

*Cyclotella* (Kützing) Brébisson

### ***Cyclotella meneghiniana* Kützing 1844** (Figura 7. 8)

Valvas circulares, ligeramente onduladas tangencialmente; área central con dos fultopórtulas; espinas cortas en la periferia; estrías marginales, radiales, finas, agrupadas en fascículos que se extienden del margen hacia a dentro, abarcan cerca de 1/3 del radio de las valvas. Valvas de 9.7-19.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 13 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan054B, TabCan056A, TabCan056E, TabCan082, TabCan083, TabCan085A

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Colima, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz, Yucatán; África; Alemania; Argentina; Austria; Belice; Brasil; Canadá; Cuba; España; Estados Unidos; Francia; Holanda; India; Irán; Islas Guadeloupe; Jamaica; Nueva Zelanda; Perú; Polonia; Reino Unido; Albania; Crimea; República Checa; Finlandia; Francia; Georgia; Irlanda; Italia; Luxemburgo; Macedonia; Países Bajos; Polonia; Portugal; Rumania; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Ecuador; Chile; Egipto; Bangladesh; Irán; Irak; Israel; China; Japón; Mongolia; Taiwán; Tayikistán; Singapur; Vietnam; Australia; Nueva Zelanda; Tasmania.

**Ambiente y forma de vida.** Marismas; ríos; estanques; lagos; charcos; arroyos; cenotes; indiferente a la corriente, manantiales; presas; puesta de ranas; canales; ambientes mixtos; represas; rápidos; humedales; estuario; bentónica; metafítica; eurioica; litoral; epilítica; planctónica; perifítica; endozoica; epífita; epipsámica; epipélica; edáfica.

*Discostella* Houk & Klee

### ***Discostella stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee 2004** (Figura 7. 9)

Valvas circulares, pequeñas; el área central está bien delimitada, presenta un patrón estrellado, los espacios centrales son alargados; las estrías marginales son radiales y ocupan cerca de la mitad del radio de las valvas. Valvas de 6.8  $\mu\text{m}$  de diámetro, 17 estrías en 6.8  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** México: Estado de México, Tabasco, Veracruz; Ucrania; Estados Unidos; Rusia; Albania; Reino Unido; República Checa; Francia; Alemania; Irlanda; Rumania; Rusia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Macedonia; Canadá; Cuba; Argentina; Brasil; Colombia; África; Bangladesh; Irán; Irak; Israel; China; Corea; Taiwán; Tayikistán; Singapur; Nueva Zelanda; Australia; Islas Subantárticas; Vietnam.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; lagos; epífita; planctónica.

Bacillariophyceae Haeckel

Bacillariales Hendey

Bacillariaceae Ehrenberg

*Bacillaria* Gmelin

***Bacillaria paxillifera* (Müller) Marsson 1901** (Figura 7.3)

Valvas lineares, con ápices ligeramente estrechos; rafe central dentro de la quilla, los puntos de la quilla son rectangulares o cuadrados; estrías gruesas, paralelas y perpendiculares a la quilla. Valvas de 64.4-78.0 µm de largo, 4.8-5.8 µm de ancho, 24 estrías en 10 µm.

**Muestras:** TabCan056E, TabCan083, TabCan085

**Distribución:** México: Baja California Sur, Hidalgo, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán; Estados Unidos; Islas Guadeloupe; Albania; Austria; Francia; Georgia; Alemania; Grecia; Hungría; Macedonia; Países Bajos; Rumania; España; Ucrania; Estados Unidos; Canadá; Cuba; Argentina; Egipto; Gambia; Ghana; Irán; Irak; Kuwait; Líbano; China; Corea; Tayikistán; Taiwán; Singapur; Tailandia; Australia; Bosnia-Herzegovina; Reino Unido; Crimea; Croacia; Dinamarca; Francia; Polonia; Portugal; Turquía; Islas del Atlántico; Brasil; Colombia.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; estuario; arroyos; lagos; presas; oasis; ríos; bentónica; epilítica; planctónica.

*Nitzschia* Hassall

***Nitzschia amphibia* Grunow 1862** (Figura 9. 8)

Valvas lineares a lanceoladas, ápices agudos, redondeados; rafe marginal, con un nódulo central visible; fíbulas anchas, cuneiformes, alargadas hasta un cuarto de la valva, no coinciden con las estrías, entre dos y tres estrías irregularmente distribuidas por fíbula; estrías punteadas, gruesas. Valvas de 27.3  $\mu\text{m}$  de largo, 5.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 15 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan085B

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Colima, Estado de México, Guanajuato, Jalisco; Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán; África; Alemania; Argentina; Austria; Belice; Brasil; Cuba; España; Estados Unidos; Francia; India; Islas Guadeloupe; Reino Unido; Jamaica; Nueva Zelanda; Perú; Polonia; Sudáfrica; Rusia.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; arroyos; charcos; canales; humedales; lagos; suelos; sedimentos fósiles de lago; pantanos litorales de lagos; paredones; cenotes; paredes húmedas; plantas sumergidas; indiferente a la corriente; estanques; manantiales; cascadas; aguas muy duras; jales; rocas húmedas; oasis; fitotelmata; bentónica; perifítica; edáfica; metafítica; epífita; musgos; litoral; epipélica; epilítica; epilítica subaérea; planctónica; subaérea, epipsámica; aerofítica.

***Nitzschia filiformis* (W. Smith) Van Heurck 1896** (Figura 9. 2)

Valvas largas, lineales, lineales-lanceoladas, ápices agudos, polos redondeados; quilla en el margen de la valva, fíbulas de diferente tamaño, relativamente amplias. Valvas de 123.9  $\mu\text{m}$  de largo, 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 29 estrías en 10  $\mu\text{m}$ , 7 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan056A

**Distribución:** México: Estado de México, Baja California Sur, Guanajuato, Morelos; Estados Unidos; Islas Guadeloupe; Perú; Eslovaquia; Albania; Francia; Georgia; Alemania; Irlanda; Macedonia; Países Bajos; Portugal; Rumanía; Escandinavia; España; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Canadá; Irak; Israel; China; Corea; Mongolia; Rusia; Tayikistán; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; manglar; ríos; oasis; suelo en marismas; sedimentos fósiles de lago; bentónica; epilítica.

***Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith 1856** (Figura 9. 9)

Valvas linear-lanceoladas, ligeramente constreñida en el centro de la valva, márgenes paralelos, ápices agudos, polos redondeados; rafe marginal, nódulo central pequeño, evidente; fíbulas cortas, irregularmente dispuestas; estrías finas, punteadas, paralelas, en los polos curvas y en el resto de la valva rectas. Valvas de 20.4 µm de largo, 3.9 µm de ancho, 30 estrías en 10 µm.

**Muestra:** TabCan085A

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Colima, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz; África; Alemania; Antártica; Austria; Brasil; Bulgaria; Cuba; España; Estados Unidos; Francia; India; Irak; Islas Guadeloupe; Japón; Nueva Zelanda; Perú; Polonia; Reino Unido; Rumania; Suecia; Eslovaquia; Ártico; Albania; Bélgica; República Checa; Finlandia; Georgia; Irlanda; Italia; Luxemburgo; Macedonia; Países Bajos; Portugal; Rusia; Escandinavia; Suecia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Canadá; Argentina; Colombia; Paraguay; Irán; Israel; Punjab; Sir Lanka; China; Corea; Mongolia; Taiwán; Tayikistán; Singapur; Tailandia; Australia; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; suelos; charcos; arroyos; lagos; sedimentos de lago; lago calcáreo alcalino; humedales; cenotes; indiferente a la corriente, diatomita; jales; manantiales; lagos alpinos; lagos cráter; puesta de rana; sobre filtros de plantas de tratamiento de aguas; manantiales; ambientes mixtos; canales; presas; represas; estanques; suelos; pozas; oasis; rocas húmedas; bentónica; edáfica; epilítica; planctónica; litoral; epipélica; perifítica; endozoica; epífita; epipsámica; aerofítica; epilítica subaérea; aerofítica; planctónica; metafítica.

***Nitzschia scalaris* (Ehrenberg) W. Smith 1853** (Figura 9. 6)

Valvas muy largas, rectas, sin ápices extendidos, polos ligeramente agudos, redondeados; rafe marginal, fíbulas finas, cortas, tamaño desigual, distribuidas de manera irregular; las estrías coinciden con las fíbulas. Valvas de 499.4 µm de largo, 22.2 µm de diámetro, 10 estrías en 10 µm.

**Muestra:** TabCan085B

**Distribución:** México: Quintana Roo, Veracruz, Yucatán; Alemania; Belice; Brasil; Cuba; Estados Unidos; Guyana; Islas Guadeloupe; Jamaica; Reino Unido; Georgia; Países Bajos; Rumanía; Escandinavia; Suecia; Ucrania; Canadá; Colombia; Egipto; Senegal; Irak; China; Corea; Taiwán; Australia; Nueva Zelanda; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** suelo en marismas; ríos; cenotes; charcos; estuarios; lagos; humedales; bentónica; planctónica; perifítica.

***Nitzschia sigmaidea* (Nitzsch) W. Smith 1853** (Figura 9. 1)

Valvas sigmoides, ápices no alargados, agudos, curvos hacia el mismo lado, márgenes rectos; rafe excéntrico, con una línea marginal visible; estrías finas, paralelas, fíbulas distribuidas irregularmente. Valvas de 197.6  $\mu\text{m}$  de largo, 7.4  $\mu\text{m}$  de ancho, 5 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: Baja California Sur, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Veracruz, Yucatán; Argentina; Austria; Canadá; España; Estados Unidos; Irak; Irán; Islas Guadeloupe; Nueva Zelanda; Perú; Polonia; Reino Unido; Eslovaquia; Albania; República Checa; Dinamarca; Francia; Georgia; Alemania; Irlanda; Italia; Macedonia; Países Bajos; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; Suecia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Canadá; Brasil; Colombia; África; Bangladesh; Irán; Irak; China; Corea; Mongolia; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Singapur; Australia; Nueva Zelanda; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; ríos; indiferente a la corriente, charcos; canales; puesta de rana; lagos; estanques; cenotes; presas; oasis; planctónica; perifítica; endozoica; bentónica; metafítica; epífita; epipélica; edáfica; epilítica.

***Nitzschia sinuata* var. *delognei* (Grunow) Lange-Bertalot 1980** (Figura 9. 7)

Valvas pequeñas, lanceoladas, sin constricción central, ambos márgenes son convexos ápices subrostrados, ligeramente extendidos, la superficie de la valva es ondulada, quilla amplia; rafe marginal, fíbulas distantes, irregulares, ocupan cerca de la mitad del ancho de la valva; las estrías coinciden con las fíbulas, rectas y punteadas. Valvas de 39  $\mu\text{m}$  de largo, 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 15 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** México: Baja California Sur, Estado de México, Guanajuato, Quintana Roo; Reino Unido; República Checa; Alemania; Hungría; Países Bajos; Polonia; Escandinavia; Eslovaquia; Estados Unidos; China; Taiwán.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; oasis; ríos; perifítica; planctónica; epilítica.

*Tryblionella* W. Smith

***Tryblionella calida* (Grunow) D.G. Mann 1990** (Figura 9. 20)

Valvas lineares, linear-lanceoladas, ligeramente cóncavas, ápices ligeramente alargados, polos redondeados; costillas transapicales suaves, separadas de ondulaciones longitudinales; rafe excéntrico; nódulo central pequeño; estrías finas, lineadas, fíbulas cortas. Valvas de 42.9  $\mu\text{m}$  de largo, 10.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 32 estrías en 10  $\mu\text{m}$ , 10 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Puebla; Albania; Reino Unido; República Checa; Francia; Alemania; Italia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Eslovaquia; España; Estados Unidos; África; Mongolia; Irak; Rusia; Escandinavia; Ucrania; China; Japón; Taiwán; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; ríos; manantiales termales; bentónica; planctónica; epilítica.

***Tryblionella gracilis* W. Smith 1853** (Figura 9. 19)

Valvas lineales-lanceoladas, ápices cuneados; costillas transapicales distintas, separadas; rafe excéntrico, ligeramente constreñido en el nódulo central, ondulación longitudinal a lo largo del eje apical de la valva; estrías finas, distribución regular. Valvas de 32.2-61.4  $\mu\text{m}$  de largo, 14.6-16.5  $\mu\text{m}$  de ancho. 32 estrías en 10  $\mu\text{m}$ ; 8 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan053A, TabCan056E

**Distribución:** China; Egipto; Escandinavia; España; Estados Unidos; Finlandia; Francia; Hawái; Israel; Mongolia; Países Bajos; Rusia; Taiwán; Ucrania.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; bentónica; perifítica

***Tryblionella hungarica* (Grunow) Frenguelli 1942** (Figura 9. 21)

Valvas lineales, márgenes paralelos con ápices agudos, cuneados, polos redondeados, la superficie de la valva es bi-ondulada; rafe marginal, fíbulas cortas, distantes, distribuidas irregularmente; nódulo central está presente; estrías lineales, ligeramente onduladas. Valvas de 107.3  $\mu\text{m}$  de largo, 9.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 14 estrías en 10  $\mu\text{m}$ , 10 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan082

**Distribución:** CdMx, Estado de México, Guanajuato, Puebla, Quintana Roo, Tabasco; Perú; Albania; Reino Unido; República Checa; Francia; Alemania; Grecia; Irlanda; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Rusia; Eslovaquia; España; Islandia; Estados Unidos; Ecuador; África; Irán; Irak; China; Corea;

Mongolia; Taiwán; Turquía; Macedonia; Brasil; Colombia; Israel; Tayikistán; Australia; Nueva Zelanda; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; humedales; ríos; charcos; canales; lagos; planctónica; perifítica; metafítica; epífita; edáfica; epipélica; epilítica.

Cocconeidales Cox

Achnanthidiaceae D. G. Mann

*Achnanthidium* Kützing

***Achnanthidium exiguum* (Grunow) Czarnecki 1994** (Figura 7. 12-13)

Valvas lineares-lanceoladas, ápices protuberantes, ligeramente rostrados, subcapitados; rafe recto, terminaciones proximales rectas y cercanas; área central engrosada, rectangular pequeña. Las valvas sin rafe tienen estrías lineadas, paralelas; el área axial está al centro de la valva, recta, lineal, el área central es rectangular con un engrosamiento central. Valvas de 14.6-25.3  $\mu\text{m}$  de largo, 5.8-9.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 21 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan056E, TabCan082, TabCan085A

**Distribución.** México: CdMx, Baja California Sur, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz; Belice; Jamaica; República Checa; Francia; Alemania; Irlanda; Macedonia; Países Bajos; Rumanía; Escandinavia; España; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Estados Unidos; Brasil; Colombia; África; Japón; Mongolia; Rusia; Islas del Pacífico; Australia.

**Ambiente y forma de vida.** humedales; cenotes; arroyos; manantiales; lagos; ríos; arroyos; canales; estanques; lagunas costeras; perifítica; metafítica; planctónica; epilítica.

Cocconeidaceae Kützing

*Cocconeis* Ehrenberg

***Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838** (Figura 7. 4-5)

Valvas elípticas, con ápices ampliamente redondeados; rafe recto, filiforme; el área axilar es estrecho y recto; el área central es pequeña y circular; estrías punteadas finamente, siguen un arreglo de zigzag e interrumpidas en el margen por dos anillos hialinos. En las valvas sin rafe el área axilar es estrecha y recta; las estrías se observan aglomeradas, gruesas y continuas. Valvas de 21.4-32.2  $\mu\text{m}$  de largo, 13.6-22.4  $\mu\text{m}$  de ancho; 24 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .



**Muestras:** TabCan053A, TabCan055B, TabCan055B, TabCan056B, TabCan056D, TabCan056E, TabCan082, TabCan083, TabCan084, TabCan085A, TabCan085B.

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán; África; Alemania; Argentina; Austria; Belice; Brasil; Bolivia; Chile; Colombia; Bulgaria; Canadá; Cuba; España; Estados Unidos; Holanda; India; Irán; Islas Guadeloupe; Jamaica; Birmania; Nueva Zelanda; Perú; Polonia; Reino Unido; Rumania; Suecia; Ártico; Albania; República Checa; Dinamarca; Finlandia; Georgia; Grecia; Hungría; Irlanda; Países Bajos; Portugal; Rumanía; Macedonia; Italia; Escandinavia; Eslovaquia; Suecia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Bangladesh; India; Irán; Irak; Israel; China; Corea; Mongolia; Nepal; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Birmania; Singapur; Tailandia; Australia; Nueva Zelanda; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; lagos; manantiales; arroyos; canales; euritópica; paredones; presas; ríos de tierras bajas; sedimentos fósiles de lago; charcos; pantanos litorales de lagos; diatomita; cenotes; lagos alpinos; estanques; lagos; rápidos, pozas, aguas calcáreas; humedales; estuario; pozas de ríos; litoral; rara en rocas húmedas; epífita; musgos; aguas cálidas (50-60 °C); estanques de peces; oasis; jales; manantiales termales; arroyo de montaña; canales de riego; lagos someros; embalses; bentónica; perifítica; epilítica; metafítica; litoral; planctónica; epipsámica; epipélica; epipélica.

Cymbellales D. G. Mann

Cymbellaceae Kützing

*Cymbella* Agardh

***Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve 1894** (Figura 7. 19)

Valvas asimétricas hacia el eje apical, el margen dorsal arqueado y el margen ventral ligeramente convexo en el centro, polos redondeados; el área axial es amplia y el área central es ovoide; el rafe es central, estrecho hacia los polos, las fisuras proximales son rectas hacia el lado dorsal; las estrías son punteadas, radiales a lo largo de la valva, las estrías son más densas en la parte terminal que en el área central. Valvas de 152.2 µm de largo, 30.2 µm de ancho, 9 estrías en 10 µm, 11 areolas en 10 µm

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** México: CdMx, Chiapas, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Quintana Roo, Tlaxcala, Veracruz; Alemania; Austria; Belice; Estados Unidos; Irak; Perú; Polonia; Eslovaquia; Taiwán; Francia; Rumanía; Ucrania; Irlanda; Mongolia; Albania; Bulgaria; Macedonia; Rusia; Escandinavia; España; Suecia; Ucrania; Islandia; Canadá; Cuba; Argentina; Brasil; Colombia; África; China; Japón; Corea; Mongolia; Nepal; Tayikistán; Turquía; Tailandia; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** en planicies hasta montañas; arroyos; manantiales; lagos; charcos; sedimentos de ríos; ríos; cenotes; humedales; presas; en aguas somera; estanques; litoral; epifítica; aerofila; planctónica; bentónica; perifítica; metafítica; epipélica.

#### Gomphonemataceae Kützing

##### *Encyonema* Kützing

***Encyonema mesianum* (Cholnoky) D. G. Mann 1990** (Figura 7. 21)

Valvas semilanceoladas, ápices no alargados, no sobresalen de la valva, son redondeados, margen dorsal convexo, margen ventral recto y el centro ligeramente convexo; área axial amplia, curvada; el área central redondeada; rafe dorsiventral con las fisuras proximales dorsalmente algo curvadas; estigmoide pequeño; estrías lineoladas, radiadas en la parte dorsal. Valvas de 50.7  $\mu\text{m}$  de largo, 11.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 8 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan056E, TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Michoacán, Puebla, Quintana Roo, Yucatán; Reino Unido; Francia; Alemania; Hungría; Países Bajos; Rumanía; Estados Unidos; África; Corea; Islas del Atlántico; Brasil; Colombia; Turquía; China; Rusia; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; charcos; humedales; lagos; lagos urbanos; canales; estanques; ríos; perifítica; metafítica; planctónica; epilítica; bentónica.

***Encyonema mexicanum* Krammer 1997** (Figura 7. 22)

Valvas asimétricas, hacia el eje apical con márgenes ventrales convexos, ápices agudos, redondeados; el área axial es estrecha y recta; el área central es ligeramente redondeada; el rafe se encuentra en la posición ventral; estrías ligeramente radiadas, paralelas a convergentes hacia los polos. Valvas de 32.2  $\mu\text{m}$  de largo, 7.8-8.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 10 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan082, TabCan085A

**Distribución:** México: Tlaxcala, Quintana Roo.

**Ambiente y forma de vida:** fósil de agua dulce; cenotes; charcos; humedales; perifítica; metafítica; planctónica.

*Gomphonema* Ehrenberg

***Gomphonema affine* Kützing 1844** (Figura 7. 14)

Valvas claviformes, márgenes convexos en toda la valva, ápices redondeados agudos, la base ligeramente más redondeada; rafe lateral, fisuras terminales evidentes; área axial recta y estrecha; área central pequeña y redonda, presencia de estigma y acortamiento de una estría; estrías punteadas, paralelas a ligeramente radiadas y más separadas en el centro de la valva, las estrías terminales son ligeramente radiadas y curvadas. Valvas de 53.6  $\mu\text{m}$  de largo, 10.7  $\mu\text{m}$  de diámetro 10 estrías en 10  $\mu\text{m}$ , 18 areolas en 10  $\mu\text{m}$

**Muestra:** TabCan085A

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz, Yucatán; Argentina; Belice; Brasil; Estados Unidos; Europa Central; Guyana; Jamaica; Reino Unido; República Checa; Francia; Georgia; Alemania; Hungría; Macedonia; Países Bajos; Rumanía; Escandinavia; España; Turquía; Islas del Atlántico; Canadá; Cuba; África; Irak; Israel; China; Japón; Corea; Rusia; Taiwán; Australia; Nueva Zelanda; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; suelo húmedo; charcos; lagos; canales; ambientes mixtos; estanques; cascadas; humedales; cenotes; estanques de peces; oasis; jales; lago cráter; lagos urbanos; litoral; edáfica; epífita; planctónica; epilítica; epipélica; epipsámica; perifítica; bentónica; metafítica; subaérea.

***Gomphonema gandhii* Karthick & Kociolek 2011** (Figura 7. 17)

Valvas lineales, lanceoladas, polos redondeados, ápices agudos, redondeados, la base es acuminada, redondeada; área axial lineal-lanceolada; área central indistinta; rafe lateral, ondulado, fisuras proximales dilatadas; estrías cortas, punteadas, ligeramente radiadas a paralelas, estigma redondo. Valvas de 26.3  $\mu\text{m}$  de largo, 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 11 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** India.

**Ambiente:** ríos; epilítica.

***Gomphonema gracile* Ehrenberg 1838** (Figura 7. 15)

Valvas linear-lanceolada a naviculoides, casi romboidales, ápice y base agudos-redondeados, con polos alargados, agudos-redondeados; área central pequeña, estigma presente; rafe lateral, fisuras terminales evidentes; área axial estrecha; estrías punteadas, paralelas, ligeramente radiales. Valvas de 58.5-70.2  $\mu\text{m}$  de largo, 10.7-11.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 10 estrías en 10  $\mu\text{m}$ , 16 areolas en 10  $\mu\text{m}$  en la parte central, 22 areolas en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan056E

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán; África Oriental; Alemania; Argentina; Brasil; Bulgaria; Cuba; Estados Unidos; Europa Central; Francia; India; Perú; Polonia; Reino Unido; Rumania; Suecia; Albania; República Checa; Georgia; Irlanda; Macedonia; Países Bajos; Portugal; Eslovaquia; Escandinavia; España; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Canadá; Colombia; Ecuador; África; Bangladesh; India; Irak; Israel; China; Corea; Mongolia; Nepal; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Birmania; Singapur; Tailandia; Australia; Nueva Zelanda; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** humedales; ríos; arroyos; lodos; musgos; lagos; lago cráter; riparios; cenotes; paredones; cascadas; charcos; ambientes mixtos; canales; embalses; estanques; cenotes; lagunas costeras; euritópica; oasis; jales; ambientes mixtos; represas; manantiales termales; bentónica; planctónica; metafítica; epífita; epipélica; epilítica; perifítica; aerofítica; epipsámica; edáfica; epífita subaérea.

***Gomphonema pygmaeum* Kociolek & Stoermer 1991** (Figura 7. 18)

Valvas claviformes-lineales, la base es más amplia que la apical, redondeada, el ápice es estrecho y redondeado; el área axial estrecha; un estigma presente; rafe lateral, ligeramente ondulado hacia el centro, fisuras proximales ligeramente redondeadas; estrías paralelas, ligeramente radiadas. Valvas de 19.5-22.4  $\mu\text{m}$  de largo, 3.9-4.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 13 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan082

**Distribución:** Canadá; Estados Unidos.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; bentónica.

***Gomphonema vibrio* Ehrenberg 1843** (Figura 7. 16)

Valvas trionduladas, parte central más ancha, ápices alargados y redondeados, polos agudos-redondeados; rafe lateral, fisuras proximales curvadas del mismo lado que las fisuras terminales; el área axial es estrecha y recta; el área central no se distingue del área axial; estrías punteadas, ligeramente radiadas hacia el centro de la valva y paralelas al final, estigma al centro. Valvas de 59.5-61.4  $\mu\text{m}$  de largo, 7.8 -8.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 12 estrías en 10  $\mu\text{m}$ , 12 areolas en 10  $\mu\text{m}$

Muestras: TabCan082, TabCan083

**Distribución:** México: Puebla, Quintana Roo, Yucatán, San Luis Potosí; Albania; Alemania; Australia; Azores; China; Corea; Escandinavia; Eslovaquia; España; Estados Unidos; Francia; Ghana; Hungría; Irlanda; Islandia; Macedonia; Países Bajos; Polonia; Reino Unido; Rumania; Rusia; Tailandia; Taiwán; Turquía.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; cenotes; lagos; manantiales; ríos; humedales; perifítica; bentónica; metafítica; planctónica.

*Placoneis* Mereschkovsky

***Placoneis exigua* (Gregory) Mereschkovsky 1903** (Figura 9. 10)

Valvas elípticas, lanceoladas, polos obtusos, rostrados, redondeados; área axial delgada, recta; área central circular, sin presencia de estigma; rafe recto, fisuras proximales rectas y las fisuras distales dobladas hacia el mismo lado; estrías radiadas en toda la valva, en el centro hay estrías cortas y largas. Valvas de 25.3-32.2  $\mu\text{m}$  de largo, 9.7-10.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 15 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan082, TabCan085A

**Distribución:** México: CdMx; Eslovaquia; Reino Unido; Estados Unidos; Alemania; Países Bajos; Rusia; Israel; China; Corea; Países Bajos; Escandinavia; Turquía; Islas del Atlántico; Brasil; Mongolia; Tayikistán; Nueva Zelanda; Australia; Islas del Pacífico; Georgia; Irlanda; Ucrania.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; bentónica.

Fragilariales P. C. Silva

Staurosiraceae Medlin

*Staurosira* Ehrenberg

***Staurosira construens* var. *construens* Ehrenberg 1843** (Figura 9. 11-12)

Valvas cruciformes, rómbicas, con ápices alargados, redondeados; área axial recta a lanceolada, estrecha; área central no diferenciada; estrías relativamente anchas, ligeramente radiadas en el centro a paralelas en los ápices. Valvas de 22.4-13.1  $\mu\text{m}$  de largo, 8.7-9.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 14 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan056E, TabCan082, TabCan083, TabCan085A

**Distribución:** México: CdMx, Michoacán, Quintana Roo, Tlaxcala, Estado de México, Puebla, Veracruz; Belice, Jamaica; Ártico; Albania; Reino Unido; Francia; Alemania; Irlanda; Macedonia; Países Bajos; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Estados Unidos; Canadá; Argentina; Brasil; Colombia; Egipto; Israel; Japón; Corea; Rusia; Tayikistán; Vietnam; Australia; Islas del Pacífico; Isla De La Antártida; República Checa; Georgia; Islandia; Portugal; Estados Unidos; Cuba; Birmania; China; Taiwán; Mongolia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; cenotes; charcos; humedales; canales; ríos; sedimentos de lagos; planctónica; bentónica; perifítica; metafítica.

***Staurosira construens* var. *venter* (Ehrenberg) Hamilton 1992** (Figura 9. 13)

Valvas lanceoladas, elípticas, con ápices ampliamente redondeados; área axial estrecha, recta a lanceolada; no se diferencia el área central; estrías alternadas. Valvas de 10.7-12.6  $\mu\text{m}$  de largo, 2.9-3.9  $\mu\text{m}$  de ancho, 13-15 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan0831

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Querétaro, Quintana Roo, Puebla; Ártico; Reino Unido; Finlandia; Francia; Macedonia; Países Bajos; España; Turquía; Estados Unidos; Canadá; Mongolia; Australia; Islas del Pacífico; Antártida; Islas de la Antártida.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; humedales; lagos; charcos; ríos; perifítica; planctónica; metafítica; epilítica; bentónica.

***Staurosirella pinnata* var. *trigona* (Brun & Héribaud-Joseph) Aboal & Silva 2004** (Figura 9. 14)

Valvas triangulares, lados cóncavos, ápices redondeados; estrías perpendiculares al margen de la valva, ligeramente radiadas y cortas; valvas de 9.7 µm de ancho, 13 estrías en 9.7 µm.

**Muestras:** TabCan056E, TabCan085A

**Distribución:** México: Tabasco, Morelos, Veracruz; Alemania; China; Estados Unidos; Georgia; Irlanda; Reno Unido; Turquía.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; lagos; planctónica.

Mastogloiales D.G. Mann

Mastogloiaceae Mereschkowsky

*Mastogloia* Thwaites ex W. Smith

***Mastogloia elliptica* W. Smith 1856** (Figura 8. 5-6)

Valvas elípticas-lanceoladas, ápices rostrados, redondeados; área axial recta; área central pequeña, elíptica; rafe reverso lateral, con ondulaciones marcadas, fisuras terminales curvas en la misma dirección; estrías paralelas a ligeramente radiadas; las partecta del mismo tamaño, con márgenes internos rectos. Valvas de 45.8 µm de largo, 14.6 µm de ancho, 13 estrías en 10 µm, 10 areolas en estrías, 11 partectas en 10 µm.

**Muestras:** TabCan082

**Distribución:** México: Baja California Sur, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Yucatán; África; Arabia Saudita; Belice; Cuba; España; Estados Unidos; Europa Central; Jamaica; Eslovaquia; Reino Unido; Irlanda; Ecuador; Albania; Francia; Alemania; Macedonia; Países Bajos; Escandinavia; Rumanía; Turquía; Canadá; Irak; Israel; China; Rusia; Tayikistán; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; ambientes mixtos; charcos; represas; cenotes; humedales; ríos; presas; canales; lagos; oasis; jales; epífita, edáfica; planctónica; epilítica; perifítica; bentónica; epipélica; metafítica.

***Mastogloia lacustris* (Grunow) Grunow in Van Heurck 1880** (Figura 8. 7-8)

Valvas lineares-lanceoladas, ápices poco alargados, redondeados, márgenes convexos a rectos; área axial recta, angosta; área central rectangular; rafe recto, lateral, con una ligera ondulación en la parte media; estrías punteadas, paralelas, ligeramente radiales; partecta cilíndricas. Valvas de

32.2-39.0  $\mu\text{m}$  de largo, 8.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 19 estrías en 10  $\mu\text{m}$ , 7-8 areolas en estrías del área central, 6-7 partecta en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan028, TabCAN085A

**Distribución:** México: CdMx; Albania; Bulgaria; Alemania; Hungría; Irlanda; Países Bajos; Escandinavia; Turquía; Ucrania; Islandia; Estados Unidos; Irak; Israel; China; Rusia; Taiwán; Birmania; Australia; Bélgica; Macedonia; Polonia; Rumanía; España; Tayikistán; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; lagos; planctónica.

Naviculales Bessey

Diadesmidaceae D.G. Mann

*Diadesmis* Kützing

***Diadesmis confervacea* Kützing 1844** (Figura 7. 7)

Valvas lanceoladas, polos agudo-redondeados, rostrados, márgenes convexos; área axial más amplia en el centro, lanceolada; área central no diferenciada de la axial, nódulo central grueso; rafe recto con fisuras proximales y terminales rectas; estrías punteadas, radiales en toda la valva. Valvas de 15.6  $\mu\text{m}$  de largo, 6.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 21 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Estado de México, Guanajuato, Puebla, Quintana Roo; Islas Guadeloupe; Reino Unido; Francia; Alemania; Italia; Países Bajos; Rumanía; Eslovaquia; España; Estados Unidos; Brasil; Colombia; Chile; África; China; Japón; Rusia; Australia; Islas del Pacífico; Cuba; Irak; Corea; Taiwán; Tailandia; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; humedales; charcos; oasis; lagos; ríos; arroyos; canales; ambientes mixtos; perifítica; planctónica; epilítica; metafítica; epipélica; bentónica.

Diploneidaceae D.G. Mann

*Diploneis* Ehrenberg ex Cleve

***Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve 1891** (Figura 7. 10)

Las valvas son elípticas a ovaladas, con polos redondeados; el conopeo es estrecho, lineal, curvo en el centro de la valva; el área central es amplia, elíptica; las areolas están alineadas longitudinalmente en filas sencillas; toda la valva tiene estrías ligeramente onduladas. Valvas de 27.3  $\mu\text{m}$  de largo, 15.6  $\mu\text{m}$  de ancho; 14 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .



**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Michoacán, Morelos, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí; Alemania; Argentina; Cuba; España; Europa Central; Francia; Islas Guadeloupe; Japón; Perú; Polonia; Reino Unido; Sudáfrica; Eslovaquia; Brasil; Rusia; Albania; Austria; República Checa; Francia; Georgia; Irlanda; Grecia; Hungría; Macedonia; Italia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Suecia; Ucrania; Islas del Atlántico; Estados Unidos; Brasil; Colombia; Bangladesh; China; Corea; Mongolia; Taiwán; Australia; Nueva Zelanda; Malasia Ponte, Birmania; Tailandia.

**Ambiente y forma de vida:** suelos; ríos; manantiales; arroyos; rocas húmedas; turberas; lagos; musgos; charcos; arroyos; estanques; lago calcáreo; humedales; entre plantas sumergidas; bentónica; epipélica; aerofítica; aerófila, epilítica; perifítica; metafítica; planctónica.

***Diploneis separanda* Lange-Bertalot 2004 (Figura 7. 11)**

Valvas pequeñas, lineales y elipsoidales, con polos redondeados; el conopeo es estrecho, lineal, ligeramente amplio en el centro de la valva; el rafe es lineal y amplio hacia los polos; el área axial es estrecha, lineal; el área central es amplia; las areolas alineadas en filas sencillas; las. Valvas de 8.7  $\mu\text{m}$  de largo, 5.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 16 estrías en 8.7  $\mu\text{m}$ , el número de areolas no se distinguen.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: Estado de México; Alemania; China; Francia; Países Bajos; Polonia; Estados Unidos.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; epilítica.

Naviculaceae Kützing

*Gyrosigma* Hassall

***Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst 1853 (Figura 8. 2)**

Valvas moderadamente sigmoides, ápices atenuados, redondeados; área axial linear, estrecha; área central pequeña, elíptica; rafe central, recto, terminaciones distales rectas, las proximales curvadas en direcciones opuestas; estrías finas, longitudinales y trasversales, areolas punteas, en la parte central parecen un poco desalineadas. Valvas de 86.8-187.3  $\mu\text{m}$  de largo, 11.7-17.5  $\mu\text{m}$  de ancho, 18 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan056E, TabCan082

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla,

Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz; Austria; Canadá; España; Estados Unidos; Europa Central; Francia; Nueva Zelanda; Polonia; Reino Unido; Suecia; Rusia; Eslovaquia; Irlanda; Mongolia; Albania; República Checa; Georgia; Alemania; Hungría; Italia; Macedonia; Países Bajos; Portugal; Rumanía; Suecia; Escandinavia; Turquía; Ucrania; Isla del Atlántico; Colombia; Argentina; Corea; Mongolia; Tayikistán; Tailandia; Australia; Islas del Pacífico; Brasil; Bangladesh; Irak; Israel; China; Taiwán.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; arroyos; manantial, charcos; canales; estanques; lagos; presas; ambientes mixtos; pozas de ríos; bentónica; sobre plantas u otros objetos sumergidos, eurioica; perifítica; epilítica; metafítica; epipsámica; epipélica; epífita; planctónica.

***Gyrosigma fasciola* (Ehrenberg) Griffith & Henfrey 1856** (Figura 8. 1)

Valvas pronunciadamente sigmoides, ápices largos, agudos, redondeados, en dirección opuesta hacia el final; rafe recto hacia el centro y curvado hacia los polos siguiendo la forma de los ápices; nódulo central evidente; estrías finas, longitudinales y transversales. Valvas de 120-185.4  $\mu\text{m}$  de largo, 10.8-14.6  $\mu\text{m}$  de ancho, 26-28 estrías en 10  $\mu\text{m}$ ; 25 areolas en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan053A, TabCan056A, TabCan056D, TabCan056E, TabCan082.

**Distribución:** Albania; Argentina; Australia; Canadá; China; Egipto; Escandinavia; España; Estados Unidos; Francia; Irak; Irlanda; Islandia; Corea; México; Nueva Zelanda; Países Bajos; Portugal; Rumania; Rusia; Turquía; Ucrania.

**Ambiente y forma de vida:** mar, lagos; planctónica, epipélica.

***Gyrosigma obscurum* (W. Smith) Griffith & Henfrey 1856** (Figura 8. 3)

Valvas sutilmente sigmoides, lanceoladas, ápices estrechos, polos redondeados; área central pequeña, redondeada; rafe excéntrico, ligeramente sigmoideo con fisuras proximales rectas y fisuras distales curvadas; estrías finas, paralelas trasversales. Valvas de 172.9  $\mu\text{m}$  de largo, 12.3  $\mu\text{m}$  de ancho, 30 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan085A

**Distribución:** México: Quintana Roo, Yucatán; Cuba; Estados Unidos; Reino Unido; Francia; Países Bajos; Portugal; Taiwán; Nueva Zelanda; Antártida; Albania; Escandinavia; Egipto; Irak; China; Rusia; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; charcos; humedales; bentónica; planctónica; perifítica; metafítica.

*Navicula* Bory

***Navicula caroliniae* Bahls 2012** (Figura 8. 10)

Valvas ampliamente lanceoladas, ápices rostrados, polos redondeados; área axial recta, estrecha; área central amplia, redondeada, simétrica; rafe recto, fisuras proximales rectas; estrías centrales cortas, radiales, nódulo central evidente; estrías regulares, al centro son radiadas, en los ápices son ligeramente paralelas. Valvas de 34.1  $\mu\text{m}$  de largo, 9.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 13 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan082

**Distribución:** Canadá.

**Ambiente y forma de vida:** lagos.

***Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot 1985** (Figura 8. 13)

Valvas lanceoladas, ápices gradualmente atenuados, polos redondeados, márgenes convexos, área axial recta y estrecha; área central pequeña, lineal; rafe recto, fisuras proximales y terminales rectas; estrías centrales radiadas, pequeñas y largas, paralelas hacia los polos. Valvas de 21.4 de largo, 5.8 de ancho, 15 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan056E, TabCan083

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tlaxcala, Yucatán; Belice; Cuba; Estados Unidos; Europa Central; Jamaica; Albania; Austria; Bélgica; Reino Unido; República Checa; Francia; Georgia; Alemania; Hungría; Irlanda; Italia; Macedonia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Canadá; África; China; Japón; Corea; Mongolia; Taiwán; Islas del Pacífico; Nueva Zelanda; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; charcos; cenotes; humedales; ríos; lagos; oasis; jales; epilítica; perifítica; bentónica; metafítica; planctónica.

***Navicula podzorskii* Lange-Bertalot 1993** (Figura 8. 9)

Valvas lanceoladas, ápices agudos, polos redondeados, márgenes convexos; área axial estrecha, lineal; área central redonda a romboide, formada por estrías cortas, hay dos estrías más cortas que el resto; rafe recto, filiforme, fisuras proximales en forma de gota, fisuras terminales en forma de

coma, curvadas hacia el mismo lado. Valvas de 68.3  $\mu\text{m}$  de largo, 10.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 10 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan056E

**Distribución:** México: Chiapas, Quintana Roo, Yucatán; Jamaica; Estados Unidos.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; humedales; charcos; cascadas; perifítica; metafítica; planctónica.

***Navicula praeterita* Hustedt 1945** (Figura 8. 11)

Valvas lanceoladas, ápices alargados, alargados a capitados, polos redondeados; área axial recta; área central redondeada, estrecha, nódulo central evidente; rafe recto, fisuras proximales rectas, fisuras distales curvadas hacia un lado; estrías radiadas al centro, paralelas hacia los ápices. Valvas de 31.2-34.1  $\mu\text{m}$  de largo, 7.3-7.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 13 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan056E, TabCan083

**Distribución:** Alemania; Escandinavia; Estados Unidos; Francia; Macedonia; Nueva Zelanda; Países Bajos; Polonia; Rumania; Rusia; Suecia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; perifítica.

***Navicula rostellata* Kützing 1844** (Figura 8. 12)

Valvas lanceoladas, ápices rostrados; área axial recta, amplia; área central elíptica, transversal y ocupa más de  $\frac{1}{2}$  de la valva; rafe recto, fisuras proximales y terminales curvadas hacia el mismo lado; estrías centrales cortas, lineales, radiadas y convergentes ligeramente hacia el ápice. Valvas de 31.4  $\mu\text{m}$  de largo, 8.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 14 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: Baja California Sur, Estado de México, Guanajuato, Quintana Roo; Alemania; Brasil; Estados Unidos; Islas Guadeloupe; Ártico; Reino Unido; Francia; Georgia; Macedonia; Países Bajos; Polonia; Portugal; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Ucrania; Islas del Atlántico; Argentina; Brasil; Colombia; África; Irak; Israel; China; Japón; Corea; Mongolia; Taiwán; Tayikistán; Turquía; Nueva Zelanda; Australia; Canadá; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** corrientes; ríos, cascadas; charcos; cenotes; humedales; lagos; oligohalobia; oasis; perifítica; planctónica; epilítica; bentónica; metafítica.

Neidiaceae Mereschkowsky

*Neidium* Pfitzer

***Neidium ampliatum* (Ehrenberg) Krammer 1985** (Figura 8. 15)

Valvas lanceoladas, ápices y polos redondeados; área axial estrecha, recta; área central amplia y elipsoidal; rafe filiforme, fisuras proximales alargadas, curvadas hacia lados opuestos, las fisuras distales bifurcadas; estrías finas, paralelas, punteadas en toda la valva, son más cortas en el área central. Valvas de 80.0-96.6  $\mu\text{m}$  de largo, 18.5-26.3  $\mu\text{m}$  de diámetro, 19 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan056E, TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Quintana Roo, Tlaxcala, Yucatán; Belice; Europa Central; Jamaica; Estados Unidos; Reino Unido; Eslovaquia; Alemania; Irlanda; Países Bajos; Rumanía; España; Islandia; Argentina; Brasil; África; Irak; China; Corea; Mongolia; Ártico; Albania; Bulgaria República Checa; Francia; Georgia; Irlanda; Macedonia; Polonia; Escandinavia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Canadá; Colombia; África; Israel; China; Japón; Nueva Zelanda; Australia; Rusia.

**Ambiente y forma de vida:** cenotes; charcos; humedales; sedimentos fósiles de lagos; lagos; jales; ríos; epipélica; perifítica; metafítica; planctónica; epilítica; bentónica.

***Neidium productum* (W. Smith) Cleve 1894** (Figura 8. 14)

Valvas lineal-elípticas, ápices ligeramente alargados, capitados, rostrados, redondeados; área axial recta, estrecha; área central elipsoidal; rafe filiforme, fisuras proximales alargadas, curvadas hacia lados opuestos, fisuras distales curvadas; estrías finas, paralelas, más cortas en el área central. Valvas de 51.7  $\mu\text{m}$  de largo, 15.6  $\mu\text{m}$  de ancho, 21 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** Austria; Estados Unidos; Islas de la Sonda; Islas Guadeloupe; Perú; Reino Unido; Sudáfrica; Irlanda; Eslovaquia; República Checa; Francia; Georgia; Alemania; Macedonia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; España; Turquía; Ucrania; Islandia; Brasil; África; Irak; Israel; China; Corea; Mongolia; Rusia; Tayikistán; Singapur; Tailandia; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; cenotes; estanques; lagos; arroyos; charcos; bentos; epipélica; metafítica; forma litoral; epilítica; planctónica; epífita.

Pleurosigmataceae Mereschowsky

*Pleurosigma* W. Smith

***Pleurosigma salinarum* (Grunow) Grunow 1880** (Figura 8. 4)

Valvas ligeramente sigmoides, lanceoladas, ápices atenuados, polos redondeados; área axial sigmoidea; área central pequeña, redondeada a elíptica; rafe sigmoideo, ligeramente excéntrico hacia los polos; estrías transversales, ligeramente más gruesas y evidentes que las diagonales. Valvas de 87.8 µm de largo, 11.7 µm de ancho.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: Puebla, Quintana Roo, Veracruz, Yucatán; Albania; República Checa; Alemania; Países Bajos; Rumanía; Escandinavia; España; Turquía; Ucrania; Cuba; Egipto; Sudán; Irak; Israel; China; Corea; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Singapur; Australia; Nueva Zelanda; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** marismas; arroyos; cenotes; ríos; bentos; perifítica.

Sellaphoraceae Mereschowsky

*Fallacia* Stickle & D. G. Mann

***Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & D. G. Mann 1990** (Figura 7. 6)

Valvas lanceoladas, ápices amplios, redondeados, con márgenes convexos; área axial estrecha; área central amplia, rectangular; rafe recto, filiforme, fisuras proximales y terminales rectas; estrías radiadas, punteadas y al centro de la valva las estrías son cortas por una zona hialina en forma de H. Valvas de 28.3 µm de largo, 12.6 µm de ancho, 27 estrías en 10 µm.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Estado de México, Guanajuato, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán; Belice; Guyana; Jamaica; Austria; Reino Unido; República Checa; Eslovaquia; Francia; Alemania; Irlanda; Italia; Países Bajos; Rumanía; España; Islandia; Estados Unidos; Cuba; Argentina; Brasil; África; Irak; China; Corea; Mongolia; Taiwán; Tailandia; Australia; Rusia; Ártico; Albania; Bosnia-Herzegovina; Georgia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Argentina; Brasil; India; Israel; Japón; Tayikistán; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; cenotes; oasis; charcos; canales; lagos; humedales.

*Sellaphora* Mereschowsky

***Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkovsky 1902** (Figura 9. 15)

Valvas linear-lanceoladas, ápices rostrados, redondeados, polos alargados, presencia de pseudoseptos apicales amplios; área axial recta, estrecha; área central más o menos rectangular casi llega a los márgenes; rafe recto, filiforme, terminaciones distales en las zonas de los pseudoseptos; estrías finas, radiadas, más cortas en el centro. Valvas de 24.4  $\mu\text{m}$  largo, 7.8  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestras:** TabCan056E, TabCan082, TabCan083

**Distribución:** Baja California Sur, CdMx, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala; Belice; Jamaica; Ártico; Reino Unido; República Checa; Francia; Alemania; Irlanda; Italia; Países Bajos; Rumanía; Rusia; Eslovaquia; España; Turquía; Islandia; Estados Unidos; Cuba; Argentina; Brasil; Colombia; Ecuador; África; Bangladesh; Irak; China; Corea; Mongolia; Nepal; Taiwán; Birmania; Tailandia; Nueva Zelanda; Albania; Ucrania; Islas del Atlántico; Canadá; India; Israel; Japón; Tayikistán; Singapur; Australia; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; cenotes; charcos; humedales; ríos; canales; oasis; charcos; lagos cráter; arroyos; represas.

Stauroneidaceae D.G. Mann

*Craticula* Grunow

***Craticula ambigua* (Ehrenberg) D.G. Mann 1990** (Figura 7. 2)

Valvas lanceoladas, grandes, con polos alargados, ápices romos y márgenes convexos; el área axial es recta y estrecha; área central no se distingue; rafe filiforme, fisuras proximales rectas, fisuras distales se encuentran hacia el mismo lado, nódulo central pequeño; estrías lineales, finas. Valvas de 79  $\mu\text{m}$  de largo, 20.4  $\mu\text{m}$  de ancho, 16 estrías en 10  $\mu\text{m}$ , perpendiculares al eje apical y paralelas.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Guanajuato, Tabasco; Alemania; Irlanda; Eslovaquia; Estados Unidos; Brasil; Alemania; Reino Unido; Francia; Países Bajos; Rumanía; España; África; Irak; China; Corea; Taiwán; Birmania; Tailandia; Australia; Albania; Polonia; Escandinavia; Ucrania; Islas del Atlántico; Colombia; India; Israel; Rusia; Tayikistán; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; oasis; lagos; planctónica; epilítica; bentónica.

Fragilariales P. C. Silva in R. A. Lewin

Ulnariaceae Cox

*Ulnaria* (Kützing) Compère

***Ulnaria acus* (Kützing) Aboal 2003** (Figura 9. 4)

Valvas largas, delgadas, aciculares a lanceoladas, ápices alargados, ligeramente rostrados, subcapitados, márgenes rectos; área axial no evidente; área central rectangular a orbicular; estrías ocupan  $\frac{1}{3}$  del ancho de la valva. Valvas de 198.1  $\mu\text{m}$  de largo, 7.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 12 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco; Reino Unido; Alemania; Irlanda; Italia; Países Bajos; Rusia; Portugal; Rusia; Eslovaquia; España; Suecia; Islandia; Estados Unidos; Canadá; Cuba; Argentina; Brasil; África; Bangladesh; Irán; Irak; China; Corea; Mongolia; Taiwán; Nueva Zelanda; Australia; Islas del Pacífico; República Checa; Polonia; Israel; Albania; Francia; Georgia; Rumanía; Turquía; Tayikistán; Luxemburgo; Ucrania; Colombia; Japón; Escandinavia.

**Ambiente y forma de vida:** humedales; cenotes; charcos; lagos; presas; ambientes mixtos; ríos; canales; metafítica; perifítica; planctónica; epipsámica; epífita; epilítica; epipélica.

***Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère 2001** (Figura 10. 3)

Valvas lineal-lanceoladas, ligera constricción en medio, ápice rostrado, polos redondeados, márgenes rectos; área axial delgada; área central rectangular u orbicular, mas larga que ancha; estrías cortas en el margen del área central, paralelas a lo largo de toda la valva. Valvas de 131.7  $\mu\text{m}$  de largo, 7.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 10 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** México: Baja California Sur, CdMx, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz; Eslovaquia; Taiwán; República Checa; Francia; Alemania; Gracia; Irlanda; Países Bajos; Polonia; Portugal; Italia; Rusia; España; Turquía; Suecia; Ucrania; Islas Del Atlántico; Estados Unidos; Cuba; Argentina; Brasil; Chile;



Colombia; Ecuador; Bangladesh; Irán; Irak; Punjab; China; Corea; Mongolia; Taiwán; Tayikistán; Birmania; Tailandia; Nueva Zelanda; Australia; Albania; Rumanía; Canadá; África.

**Ambiente y forma de vida:** humedales; cenotes; charcos; presas; ríos; suelos; oasis; lagos; ambientes mixtos; canales; arroyos; represas; estanques; metafítica; perifítica; planctónica; edáfica; epilítica; epífita; epipsámica; epipélica; bentónica.

Rhopalodiales D.G. Mann

Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs'kyj & Oksiyuk

*Rhopalodia* Müller

***Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Müller 1895** (Figura 9. 16-17)

Frústulas rectas, ligeramente amplias en el centro, polos redondeados en vista conectiva, en vista valvar con forma de corchete; valvas con ápices rectos, curvos, margen dorsal recto y ligeramente convexo, margen ventral recto, zona central ensanchada con una muesca; rafe en el margen dorsal; estrías con una sola fila de areolas, fíbulas gruesas. Célula de 48.8-123.9 µm de largo, 8.7-23.4 µm de ancho; 4 fíbulas en 10 µm, 12 estrías en 10 µm.

**Muestras:** TabCan054B, TabCan056E, TabCan082, TabCan083, TabCan084

**Distribución:** México: Baja California Sur, Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán; África; Alemania; Arabia Saudita; Argentina; Austria; Belice; Canadá; Cuba; España; Estados Unidos; Europa Central; India, Islas Guadeloupe; Jamaica; Nueva Zelanda; Perú; Polonia; Reino Unido; Sudáfrica; Albania; República Checa; Finlandia; Francia; Georgia; Alemania; Irlanda; Italia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; Turquía; Ucrania; Islas Del Atlántico; Colombia; Bangladesh; Islas del Pacífico; Taiwán; Ártico; Albania; Georgia; Suecia; Islas del Atlántico; Irán; Irak; Israel; Pakistán; China; Japón; Corea; Tayikistán; Birmania; Tailandia.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; arroyos; sedimentos de manantiales, musgos; presas; canales; charcos; lagos; suelos; sedimentos de lago; diatomita; paredones; cenotes; superficies expuestas, húmedas; indiferente a la corriente, crenófila; manantiales; lagos alpinos; lagos cráter; ambientes mixtos; estanques; humedales; estuarios; pozas de ríos; cascadas; manglares; oasis; jales; perifítica; litoral; bentónica; epífita; epipélica; epilítica; edáfica; planctónica; epipsámica; aerofítica.

Surirellales D.G. Mann

Surirellaceae Kützing

*Iconella* Jurilj

***Iconella guatemalensis* (Ehrenberg) Ruck & Nakov 2016** (Figura 9. 5)

Valvas grandes, ovaladas, heteropolares; rafe recto, central; área axilar recta y amplia; fíbulas marcadas, estrías no visibles. Valvas de 197.6  $\mu\text{m}$ , 88.9  $\mu\text{m}$  de ancho, 3 fíbulas 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan083, TabCan082, TabCan085A

**Distribución:** Argentina; Brasil; Canadá; Colombia; Estados Unidos; Nueva Zelanda.

*Surirella* Turpin

***Surirella tenera* W. Gregory 1856** (Figura 9. 18)

Valvas heteropolares, un polo redondeado y el otro agudo, la superficie de la valva es plana; área axilar recta y amplia; fíbulas rectas, muy marcadas en la superficie, estrías no visibles. Valvas de 123.5-151.2  $\mu\text{m}$  de largo, 27.1-32.2  $\mu\text{m}$  de ancho, 3 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan056E, TabCan082, TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Veracruz; Albania; Reino Unido; Bulgaria; República Checa; Francia; Georgia; Alemania; Hungría; Irlanda; Países Bajos; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Ucrania; Islandia; Estados Unidos; Cuba; Argentina; Brasil; Colombia; Ecuador; África; Bangladesh; Irak; Israel; China; Japón; Corea; Mongolia; Taiwán; Tayikistán; Australia; Nueva Zelanda; Islas del Pacífico.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; suelos; arroyos; manantiales; charcos; ambientes mixtos; ríos; canales; estanques; humedales; cenotes; estuarios; presas; jales; cascadas; planctónica; edáfica; perifítica; epífita; epipsámica; epipélica; bentónica; metafítica; epilítica.

Rhopalodiales D.G. Mann

Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs'kyj & Oksiyuk

*Epithemia* Kützing

***Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing 1844** (Figura 8. 20)

Valvas curvas, ápices redondeados diferenciados, de la valva, márgenes ventrales rectos a ligeramente cóncavos y márgenes dorsales convexos; rafe anguloso con nódulo central en medio de la valva, cerca del margen dorsal; cuatro costillas intervalvares, de dos o tres filas de aréolas entre ellas. Valvas de 41.9-64.4  $\mu\text{m}$  de largo, 10.7-11.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 10 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan053A, TabCan082, TabCan083, TabCan085A

**Distribución:** Baja California Sur, CdMx, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tlaxcala, Veracruz; Estados Unidos; Canadá; Tayikistán; Eslovaquia; Colombia; Ártico; Albania; Reino Unido; Francia; Georgia; Alemania; Irlanda; Macedonia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Rusia; Escandinavia; España; Suecia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Argentina; Brasil; Egipto; Sudán; Irak; Israel; China; Corea; Mongolia; Tayikistán; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos, sedimentos de manantiales, musgos; charcos; lagos alpinos; cascadas; arroyos; ripario; represas; ríos; cenotes; humedales; estanques; oasis; manantiales termales; planctónica; epífita; perifítica; subaérea epilítica; metafítica; plocónica; epilítica; bentónica.

Coscinodiscophyceae Round & Crawford

Aulacoseirales Crawford

Aulacoseiraceae Crawford

*Aulacoseira* Thwaites

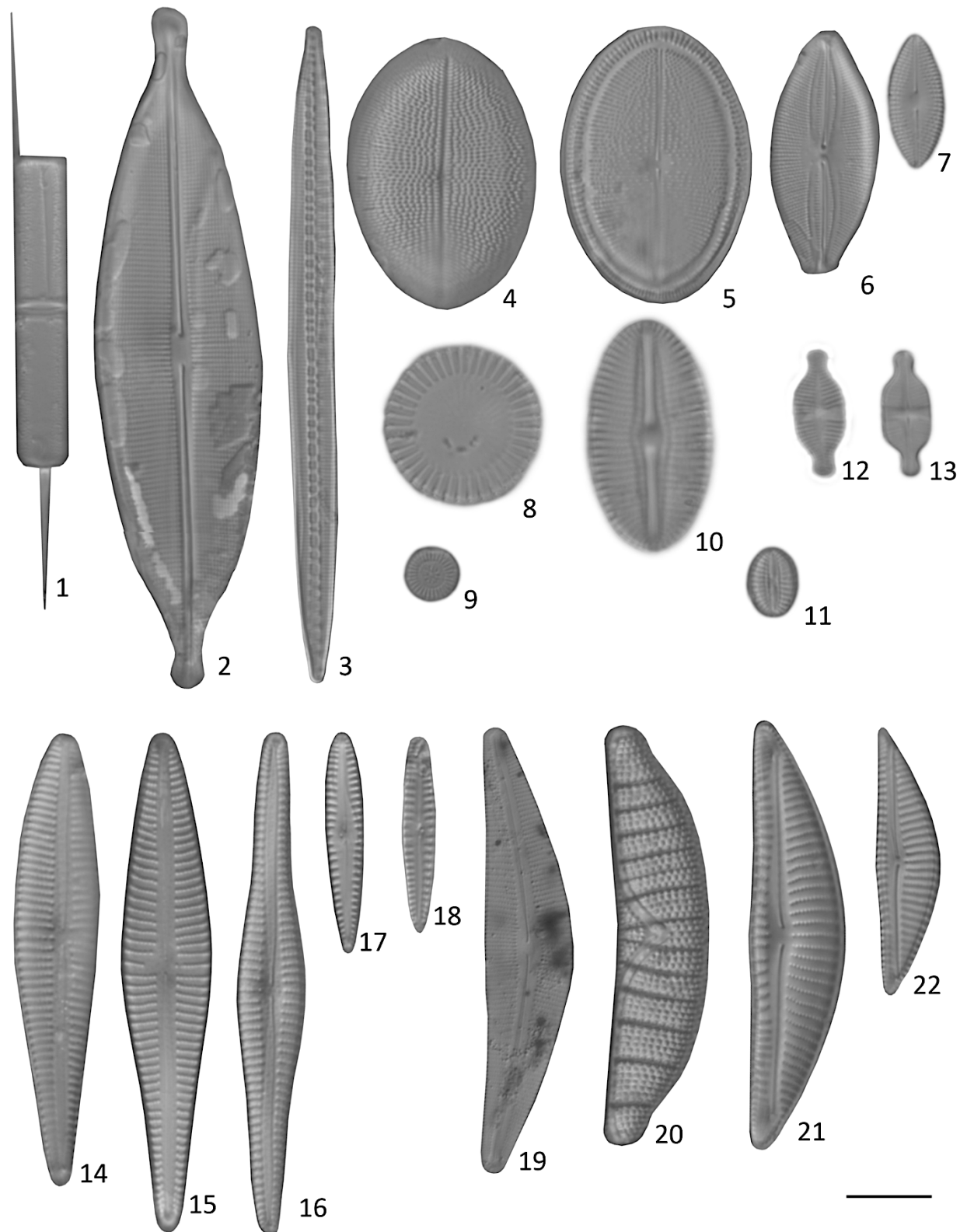
***Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen 1979** (Figura 8. 1)

Frústulas cilíndricas que forman pseudofilamentos rectos o curvos; valvas con espinas largas de conexión, 8 espinas cortas en el margen de la valva; areolas del manto gruesas, rectas, perpendiculares, longitudinales. Valvas de 18.7  $\mu\text{m}$  de largo, 6.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 16 areolas en 10  $\mu\text{m}$ .

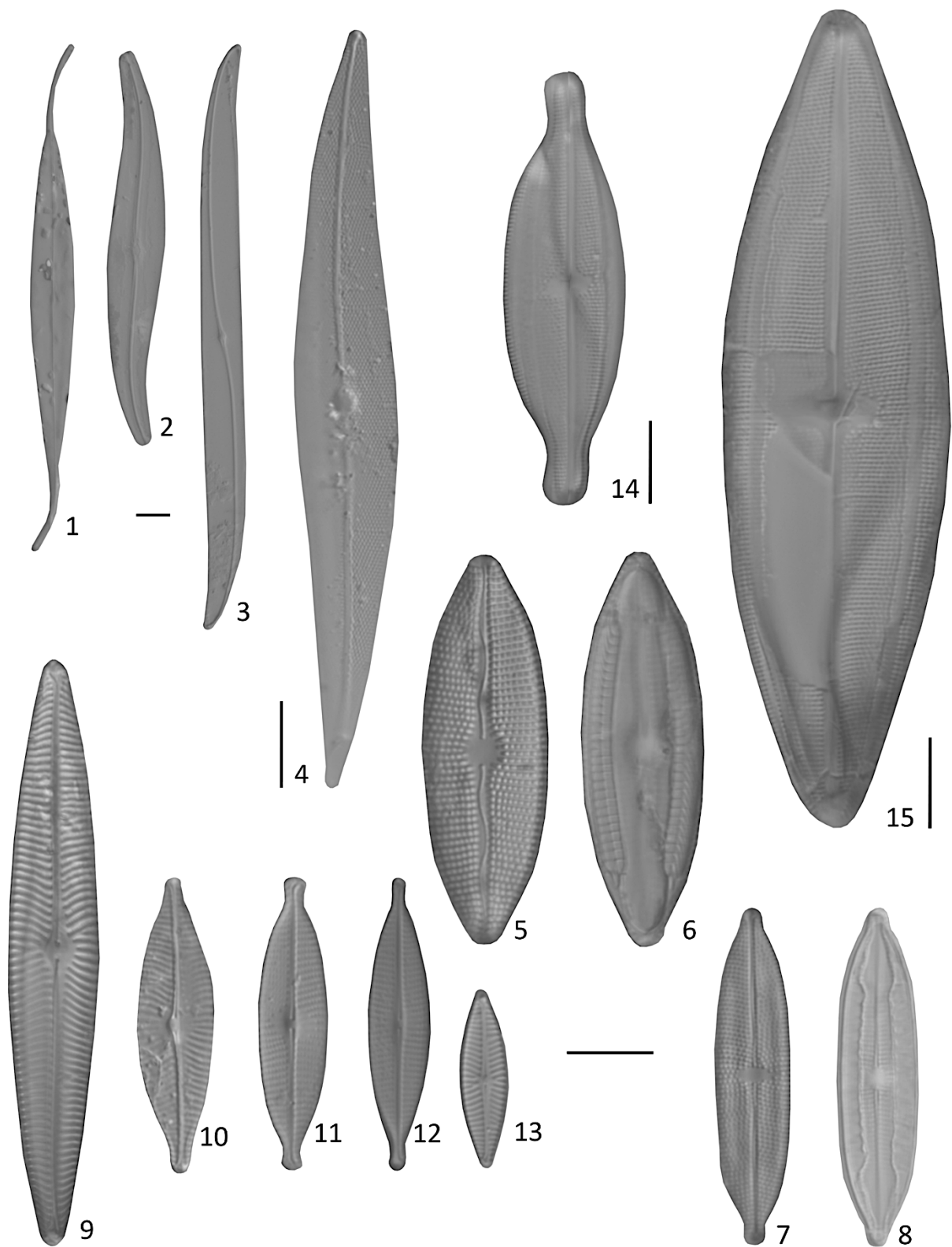
**Muestra:** TabCan085A

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz; Estados Unidos; Francia; Alemania; Irlanda; Países Bajos; Portugal; Eslovaquia; España; Argentina; África; Irak; China; Mongolia; Nepal; Rusia; Taiwán; Australia; Albania; Bosnia-Herzegovina; Reino Unido; República Checa; Georgia; Alemania; Hungría; Irlanda; Macedonia; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Canadá; Cuba; Argentina; Brasil; Colombia; África; Irak; Israel; China; Japón; Corea; Tayikistán; Vietnam; Australia; Islas del Pacífico.

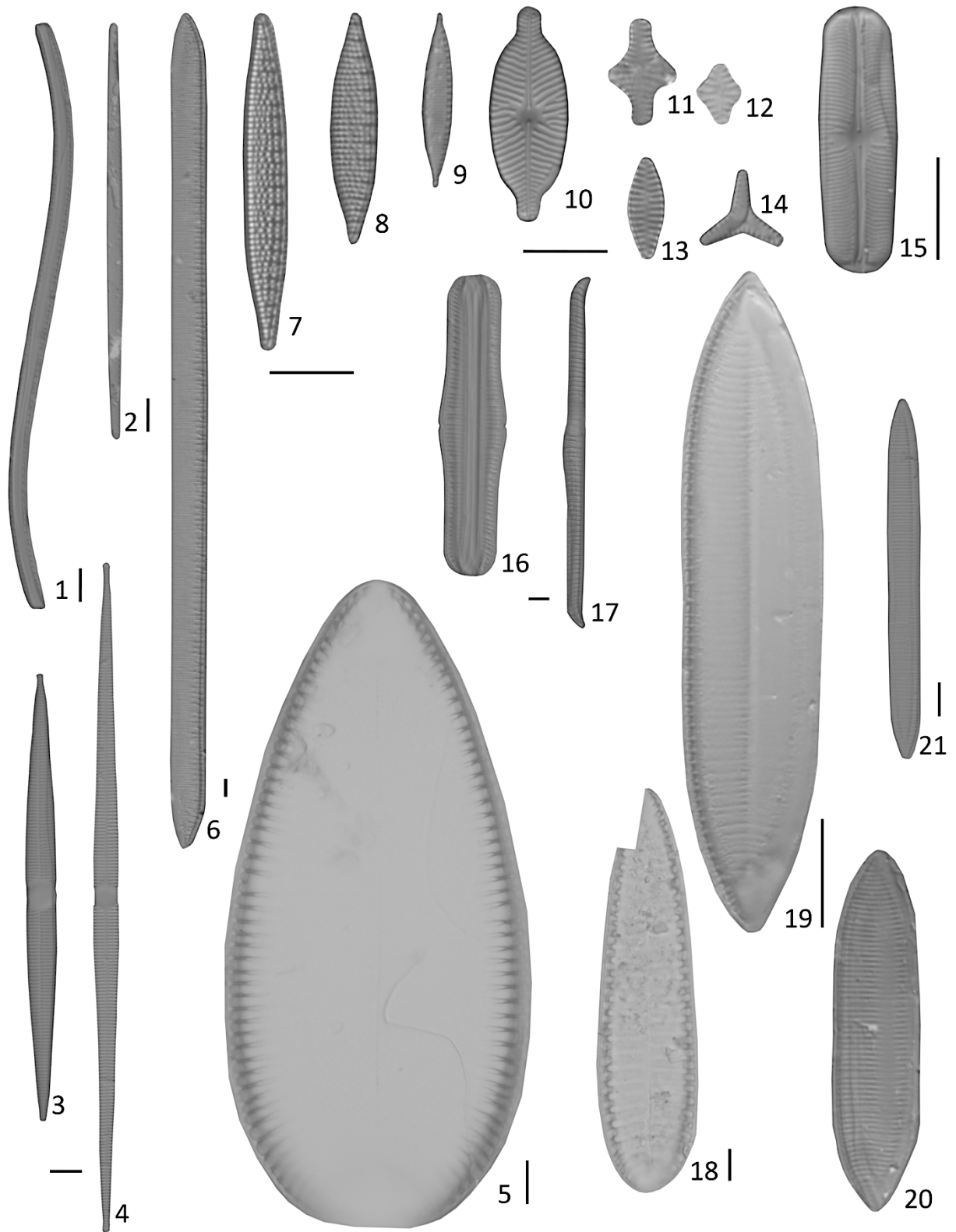
**Ambiente y forma de vida:** ríos; charcos; lagos; canales; lago oligotrófico; lagos eutróficos; aguas eutróficas corrientes; cenotes; humedales; presas jales; planctónica; epipélica; edáfica; epilítica; bentónica; metaáfica; perifítica; plocónica; epífita.



**Figura 7.** 1) *Aulacoseira granulata* 2) *Craticula ambigua*, 3) *Bacillaria paxillifera*, 4-5) *Cocconeis placentula*, 6) *Fallacia pygmaea*, 7) *Diademesis confervacea*, 8) *Cyclotella meneghiniana*, 9) *Discostella stelligera*, 10) *Diploneis ovalis*, 11) *Diploneis separanda*, 12-13) *Achnanthisdium exiguum*, 14) *Gomphonema affine*, 15) *Gomphonema gracile*, 16) *Gomphonema vibrio* 17) *Gomphonema gandhii*, 18) *Gomphonema pygmaeum*, 19) *Cymbella aspera*, 20) *Epithemia turgida*, 21) *Encyonema mesianum*, 22) *Encyonema mexicanum*. Barra = 10  $\mu$ m.



**Figura 8.** 1) *Gyrosigma fasciola* 2) *Gyrosigma acuminatum* 3) *Gyrosigma obscurum*, 4) *Pleurosigma salinarum*, 5-6) *Mastogloia elliptica*, 7-8) *Mastogloia lacustris* 9) *Navicula podzorskii* 10) *Navicula caroliniae* 11) *Navicula praeterita* 12) *Navicula rostellata* 13) *Navicula cryptotenella* 14) *Neidium productum* 15) *Neidium ampliatus*. Barra = 10  $\mu$ m.



**Figura 9.** 1) *Nitzschia sigmoidea*, 2) *Nitzschia filiformis*, 3) *Unlaria ulna*, 4) *Unlaria acus*, 5) *Iconella guatemalensis*, 6) *Nitzschia scalaris*, 7) *Nitzschia sinuata* var. *delognei*, 8) *Nitzschia amphibia*, 9) *Nitzschia palea*, 10) *Placoneis exigua*, 11-12) *Staurosira construens* var. *construens*, 13) *Staurosira construens* var. *venter*, 14) *Staurosirella pinnata* var. *trigona*, 15) *Sellaphora pupula*, 16-17) *Rhopalodia gibba*, 18) *Surirella tenera*, 19) *Tryblionella gracilis*, 20) *Tryblionella calida*, 21) *Tryblionella hungarica*. Barra = 10  $\mu$ m.

Chlorophyta Reichenbach

Chlorophyceae Wille

Chlamydomonadales Fritsch

*Hydrianum* Rabenhorst

***Hydrianum viride* (Scherffrel) Ettl 1978** (Figura 10. 1)

Células cilíndricas, oblongas, ovaladas, alargadas, ápice redondeado; tallo corto, fino, en forma de disco; cloroplastos parietales con un pirenoide. Células de 10.7 µm de largo, 3.9 µm de ancho.

**Muestra:** TabCan055B

**Distribución:** Bulgaria; Rumania; España; Suecia.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; manantiales; sobre filamentos de algas.

Goniaceae (Pascher) Pascher

*Gonium* Müller

***Gonium formosum* Pascher 1927** (Figura 10. 2)

Colonias de 16 células, amplias, planas, cuadradas, con una vaina común; células ovoides un poco irregulares, cubiertas por una vaina mucilaginosa hialina, conectadas unas con otras por procesos de la vaina de cada célula, dos flagelos por célula; cloroplastos en forma de copa con un pirenoide.

Colonias de 26.3 µm, células de 12.6 µm de largo, 11.7 µm de ancho.

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** Argentina; Australia; Bangladesh; Brasil; Canadá; China; Eslovaquia; España; Estados Unidos; Francia; Japón; Países Bajos; Portugal; Taiwán; Turquía; Hungría.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; estanques; plantónica; bentónica.

Phacotaceae Francé

*Phacotus* Perty

***Phacotus lenticularis* (Ehrenberg) Deising 1866** (Figura 10. 3)

Células solitarias, esféricas, pared gruesa, ligeramente estriada, translúcida de color amarillento a café, espesamiento anular formado por cristales simétricos de calcita; cloroplastos en forma de



copa de 1 a 4 pirenoides. Células de 15.6 µm de largo, 10.7-17.5 µm de diámetro; poro de 1.0 µm, grosor de 1.9-3.9 µm.

**Muestras:** TabCan054B, TabCan055A, TabCan056A, TabCan056B, TabCan056C, TabCan056D, TabCan082, TabCan083, TabCan084, TabCan085A, TabCan085B.

**Distribución:** México: Oaxaca, Tabasco, Yucatán; España; Argentina; Hungría Alemania; Estados Unidos; India; República Checa; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Ucrania; Cuba; África; Bangladesh; Irak; China; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; lagos; estanques de peces; ríos; lagos someros; planctónica.

## Volvocaceae Ehrenberg

### *Pandorina* Bory

***Pandorina morum* (Müller) Bory 1824** (Figura 10. 4)

Cenobios elipsoidales, formados por 8-16 células, distribuidas radialmente y rodeadas de una vaina común, hialina y gruesa; células piramidales con arreglo radial, parietal, cloroplastos en forma de copa, dos flagelos de igual longitud. Células de 6.8-13.6 µm de largo y 5.8-16.5 µm de ancho, grosor de 2.9-5.8 µm; colonias de 26-54.6 µm de largo y 21-34.1 µm de ancho.

**Muestras:** TabCan054A, TabCan082, TabCan083, TabCan084

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán; Alemania; Argentina; Austria; Brasil; Canadá; Estados Unidos; Hungría; Islas Guadeloupe; Perú; Reino Unido; Suecia; Taiwán; Ártico; República Checa; Georgia; Irlanda; Países Bajos; Polonia; Portugal; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Turquía; Ucrania; Cuba; Brasil; África; Bangladesh; India; Irak; Israel; China; Japón; Nepal; Rusia; Tayikistán; Singapur; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; manantiales, canales, arrozales; charcos; ríos; estanques; arroyos; lagos alpinos; pantanos fríos; estanques de peces; cenotes; humedales; presas; planctónica; perifítica; metafítica.

*Pleodorina* Shaw 1894

***Pleodorina californica* Shaw 1894** (Figura 10. 5)

Colonias esféricas, de 56 células, con arreglo periférico; células esféricas; las células somáticas son pequeñas con un pirenoide y se ubican en la parte anterior, las células reproductivas con 3-4 pirenoides se ubican en la parte posterior; cloroplastos en forma de copa. Las células somáticas miden 3.0  $\mu\text{m}$ , las células reproductivas miden 6.8  $\mu\text{m}$ ; colonias de 70  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestras:** TabCan054A, TabCan083

**Distribución:** Estado de México, Hidalgo, Michoacán; Argentina; Estados Unidos; Sri Lanka; República Checa; Países Bajos; Portugal; Rumanía; España; Brasil; Irak; Punjab; China; Japón; Rusia; Taiwán; Turquía; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; charcos; arroyos; cenotes; ríos; planctónica; perifítica.

Sphaeropleales Luerssen

Characiaceae (Nägeli) Wittrock

*Lanceola* Hindák

***Lanceola spatulifera* (Korshikov) Hindák 1988** (Figura 11. 6)

Células fusiformes a cilíndricas, rectas o ligeramente curvas en ambos extremos, un extremo está adherido al sustrato; cloroplasto parietal, laminar, con un pirenoide poco visible. Célula de 58.5  $\mu\text{m}$  de largo, 1.9  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** Alemania; Australia; Cuba; Escandinavia; Eslovaquia; España; Países Bajos; Rumania; Rusia; Ucrania; Bulgaria; Francia; Países Bajos.

**Ambiente y forma de vida:** presas; estanques; plantónica.

*Characium* Braun

***Characium angustum* Braun 1855** (Figura 10. 7)

Células elipsoidales, curvadas, en forma de huso, se reducen gradualmente hacia los extremos; pared celular hialina y aguda; cloroplastos parietales con 4 pirenoides. Las células miden 39  $\mu\text{m}$  de largo, 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** Argentina; Austria; Estados Unidos; Reino Unido; Francia; Alemania; Irlanda; Rumanía; Escandinavia; Ucrania; India; China; India; Birmania.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; lagos; epífita; planctónica.

Hydrodictyaceae Dumortier

*Monactinus* Corda

***Monactinus simplex* (Meyen) Corda 1839** (Figura 10. 8)

Cenobios de 15 células, circulares, perforados; células externas triangulares, células internas triangulares con ápices truncados; pared celular granulada; cloroplastos parietales con un pirenoide. Células de 12.6-24.4  $\mu\text{m}$  de largo, 12.6  $\mu\text{m}$  de ancho, células internas de 12.6  $\mu\text{m}$ ; cenobio de 72.2-84.9  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan082, TabCan083

**Distribución:** CdMx, Estado de México, Michoacán, Tabasco, Veracruz; reino Unido; república Checa; Georgia; Alemania; Países Bajos; Portugal; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; España; Turquía; Islas del Atlántico; Estados Unidos; Cuba; Argentina; Brasil; Egipto; Bangladesh; India; Irak; Israel; Pakistán; China; Japón; Corea; Singapur; Australia; Nueva Zelanda; Ucrania; África; Tayikistán.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; presas; planctónica.

***Monactinus simplex* var. *sturmii* (Reinsch) Pérez, Maidana & Comas 2009** (Figura 10. 9)

Cenobio de 8 células, no perforado; células internas y externas ampliamente convexas, las células internas ampliamente ovaladas; pared celular finamente granulada; cloroplastos parietales con un pirenoide. Células externas de 20.4  $\mu\text{m}$  de largo, 7.8  $\mu\text{m}$  de ancho, células internas de 8.7  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** México: Veracruz; Estados Unidos; Irak; Islas Guadeloupe; Alemania; países bajos; Rumanía; España; Bangladesh; China; Corea; Taiwán; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; charcos; lagos; planctónica.

*Pediastrum* Meyen

***Pediastrum duplex* Meyen 1829** (Figura 10. 10)

Cenobio de 16 células, circulares, planos, perforados; células en forma de H, las células marginales con proyecciones largas, hialinas, de igual longitud y con un ligero engrosamiento terminal, entre ambas prolongaciones, las células internas son poligonales con espacios intercelulares marcados; pared lisa; cloroplastos parietales con un pirenoide central. Células marginales de 9.7  $\mu\text{m}$  de largo, 6.8  $\mu\text{m}$  de ancho, células internas de 5.8  $\mu\text{m}$  de largo, 6.8 de ancho; cenobio de 36.1  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan085A

**Distribución:** México: CdMx, Colima, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán; Alemania; Argentina; Brasil; Canadá; Cuba; España; Estados Unidos; Hungría; Jamaica; Java; Nueva Zelanda; Perú; Polonia; Suecia; Uruguay; Zambia; Zimbabue; Andorra; Reino Unido; República Checa; Georgia; Irlanda; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; Suecia; Turquía; Canadá; África; Bangladesh; Irak; China; Corea; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Turquía; Birmania; Singapur; India; Japón; Australia; Islas del Pacífico; Países Bajos; Portugal.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; ríos; estanques; aguas mesosaprobias; charcos; pantanos, fríos; estanques de peces; arroyos; cenotes; arrozales; canales; humedales; lagos someros; lagos urbanos; embalses; planctónica; perifítica.

*Stauridium* Corda

***Stauridium tetras* (Ehrenberg) Hegewald 2005** (Figura 10. 11)

Cenobios circulares de 4-8 células; células poligonales, incisión en forma de V, con proyecciones marginales truncadas, células internas con la incisión más estrecha. Células de 6.8-8.6  $\mu\text{m}$  de largo; 6.8-9.6  $\mu\text{m}$  de ancho; cenobio de 22.4  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan056D, TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Colima, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán; Alemania; Argentina; Austria; Brasil; Cuba; España; Estados Unidos; Hungría; India; Islas Guadeloupe; Jamaica; Japón; Uruguay; Francia; Taiwán; Andorra; República Checa; Irlanda; Polonia; Portugal; Rumanía; Rusia; Escandinavia;

Eslovaquia; Suecia; Turquía; Islas del Atlántico; África; India; Bangladesh; Irak; Israel; China; Nueva Zelanda; Australia; Islas del Pacífico; Georgia; Ucrania; Tayikistán; Singapur.

**Ambiente y forma de vida:** suelos; lagos; riberas de arroyos alcalinos; ríos; charcos; lago turboso; estanques; lagos alpinos; arroyos, zanjas; presas; lagos someros; lagos urbanos; canales; planctónica; epífita; perifítica; epilítica; metafítica.

#### *Tetraedron Kützing*

***Tetraedron minimum* (Braun) Hansgirg 1888** (Figura 10. 12)

Células solitarias, tetraédricas; vértices redondeados con engrosamientos en forma de una papila pequeña; la pared celular es verrugosa; cloroplastos parietales, con un pirenoide central. La célula mide de 10.7-12.6  $\mu\text{m}$  por cada lado.

**Muestras:** TabCan054B, TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Veracruz, Yucatán; Suecia; Estados Unidos; Ucrania; Alemania; República Checa; Argentina; Cuba; Japón; Bolivia; India; Hungría; Brasil; Irlanda; Eslovaquia; Taiwán; India; ártico; reino Unido; Francia; Georgia; países bajos; Portugal; Rumanía; Rusia; Escandinavia; España; Suecia; Turquía; Ucrania; África; Bangladesh; India; Irán; Irak; Israel; China; Tayikistán; Birmania; Singapur; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** lodos; ríos; lagos; charcos; arroyos; tanques, cultivos de suelo; lagunas; estanques; estanques de peces; humedales; lagos someros; lago urbano; lago artificial; embalses; cenotes; edáfica; planctónica; epífita; metafítica, perifítica; bentónica; edáfica.

#### Radiococcaceae Fott ex P. C. Silva

##### *Coenochloris* Korshikov

***Coenochloris pyrenoidosa* Korshikov 1953** (Figura 10. 13)

Colonias de 8 células, envueltas en la pared materna, incolora, amplia; células esféricas, de color verde pálido, coloración amarillenta cerca del pirenoide; cloroplasto en forma de copa con pirenoide. Colonias de 25 x 21  $\mu\text{m}$ , células de 5.2-6.0  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestra:** TabCan053A

**Distribución:** México: Yucatán; Argentina, Hungría, Ucrania; Francia; Alemania; país bajo; Rumanía; Eslovaquia; España; Taiwán; Tayikistán ponte, rociar; Australia Brasil.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; planctónica.

Scenedesmaceae Oltmanns

*Coelastrum* Nägeli

***Coelastrum microporum* Nägeli 1855** (Figura 10. 14)

Cenobio esférico de 16 células, más o menos de forma tetraédrica; células esféricas conectadas unas con otras en la parte basal; cloroplastos parietales, un pirenoide en cada célula. Cenobio de 16.5  $\mu\text{m}$ , células de 5.8  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Tabasco, Veracruz, Yucatán, Zacatecas; Alemania; Argentina; Brasil; Cuba; España; Estados Unidos; Hungría; India; Nueva Zelanda; Perú; Puerto Rico; Suecia; Uruguay; Zambia; Zimbabue; Ártico; Reino Unido; Francia; Georgia; Irlanda; Países Bajos; Portugal; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; Suecia; Turquía; Ucrania; Islas del Atlántico; Canadá; África; China; Japón; Taiwán; Tayikistán; Birmania; Nueva Zelanda; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; charcos; riberas de arroyos; canales; arroyos; cenotes; ríos; estanques; humedales; lagos someros; embalses; planctónica; epífita; perifítica; bentónica; metafítica.

*Comasiella*

Hegewald, Wolf, Keller, Friedl & Krienitz

***Comasiella arcuata* var. *platydisca* (G. M. Smith) Hegewald & Wolf 2010** (Figura 10. 15)

Cenobios de 8 células, organizadas en hileras, rodeados de mucílago; células ovaladas-cilíndricas, alargadas, curvadas y redondeadas, polos redondeados, las células externas ligeramente cóncavas, las células se tocan hacia los polos, con disposición irregular. Cenobio sin mucílago de 18.5  $\mu\text{m}$  de largo, células de 7.8-8.7  $\mu\text{m}$  de largo, 2.9-3.9  $\mu\text{m}$  de ancho, grosor del mucílago de 3.0  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan054A, TabCan083

**Distribución:** México: Tabasco; Argentina; Australia; Bangladesh; Brasil; Francia; Cuba; Escandinavia; Eslovaquia; España; India; Irak; Islas Baleares; Japón; Países Bajos; Tayikistán; Turquía; Ucrania.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; arroyos; charcos; ríos; embalses; estanques; planctónica.

*Desmodesmus* (Chodat) An, Friedl & Hegewald

***Desmodesmus aculeolatus* (Reinsch) Tsarenko 2000** (Figura 11. 1)

Cenobios lineales de 4 células; células internas cilíndricas a ovaladas, células externas oblongas, con margen externo cóncavo, polos ligeramente redondeados, con dientes pequeños; pared celular lisa; cloroplastos parietales con un pirenoide. Cenobio de 13.6  $\mu\text{m}$ , células de 8.7  $\mu\text{m}$  de largo, 2.9-3.9  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan053A

**Distribución:** México: Puebla, Veracruz; Alemania; Australia; Brasil; China; Escandinavia; Eslovaquia; España; Francia; Islas Baleares; Países Bajos; Portugal; Rumania; Ucrania.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; ríos; lagos; planctónica.

***Desmodesmus armatus* (Chodat) Hegewald 2000** (Figura 11. 2)

Cenobios de 4 células, lineales; células elipsoidales, polos redondeados, las células internas elípticas, células externas trapezoides; pared celular ornamentada con costillas longitudinales, espinas largas hacia los polos, espinas pequeñas en la parte lateral de las células; cloroplastos parietales con un pirenoide. Cenobio de 9.6-10.7  $\mu\text{m}$ , células de 5.8-6.8  $\mu\text{m}$  de ancho, 2.9  $\mu\text{m}$  de largo, espinas de 3.9-4-8  $\mu\text{m}$ .

**Maestra:** TabCan056D, TabCan083.

**Distribución:** México: CdMx, Tabasco, Veracruz; Brasil; Países Bajos; Eslovaquia; Estados Unidos; China; Rumanía; España; China; Japón; India; Argentina; Vietnam; Reino Unido; República Checa; Alemania; Escandinavia; Ucrania; Cuba; Israel; Rusia; Singapur.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; lagos; lagos urbanos; planctónica.

***Desmodesmus lefevrei* (Deflandre) An, Friedl & Hegewald 1999** (Figura 11. 3)

Cenobios de 4 células, lineales; células cilíndricas o elipsoidales, polos redondeados, células externas con dos espinas largas, asimétricas en cada polo, las células internas presentan pequeños dientes de manera lineal; cloroplastos parietales con un pirenoide. Cenobio de 18.5 µm, células de 14.6 µm de largo, 5.8 µm de ancho, espinas cortas de 3.9, espinas largas de 13.6 µm.

**Muestra:** TabCan053A

**Distribución:** México: Veracruz; Alemania; Países Bajos; Rumanía; Eslovaquia; España; Estados Unidos; China; Japón; Taiwán; Ucrania.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; planctónica.

***Desmodesmus magnus* (Meyen) Tsarenko 2000** (Figura 11. 4)

Cenobio de 2 células; células cilíndricas, alineadas entre sí, polos cónicos, redondeados; células externas con espinas largas, curvas hacia adentro, de 1-2 dientes apicales, cortos. Cenobio de 6.8 µm, células de 7.8 µm de largo, 2.9 µm de ancho; espinas externas de 3.9-5.8 µm.

**Muestra:** TabCan053A

**Distribución:** México: CdMx, Tabasco; reino Unido; Alemania; países bajos; Rumanía; Eslovaquia; España; Canadá; Brasil; Bangladesh; Taiwán; Tayikistán; Turquía; Singapur; Islas del pacífico; Ucrania; Sudán.

**Ambiente y forma de vida:** lagos urbanos; planctónica.

***Desmodesmus opoliensis* (Richter) Hegewald 2000** (Figura 11. 5)

Cenobio de 4 células, ordenadas linealmente o de forma alterna; células fusiformes, células internas ligeramente oblicuas con un arreglo alternado en la parte media; células externas con una espina larga y curvada en cada extremo; pared celular lisa u ornamentada; cloroplastos parietales con un pirenoide. Cenobio de 20.4 µm, células de 16.5-19.6 µm de ancho, 2.9-5.8 µm de largo, espina de 9.6-19.5 µm

**Muestras:** TabCan056D, TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Michoacán, Tabasco, Veracruz; Reino Unido; República Checa; Francia; Georgia; Alemania; Países Bajos; Portugal; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España;



Turquía; Islas del Atlántico; Estados Unidos; Argentina; Brasil; Bangladesh; India; Irak; China; Japón; Rusia; Taiwán; Singapur; Nueva Zelanda; Australia; Ucrania; Cuba; Israel; Tayikistán; África.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; lagos; ríos; lagos urbanos; planctónica; perifítica.

*Hariotina Dangeard*

***Hariotina reticulata* Dangeard 1889** (Figura 11. 6)

Cenobios esféricos con 8 células unidas entre sí; células esféricas, células vecinas unidas por 1-2 conexiones de la pared celular, espacios intercelulares triangulares; cloroplastos en forma de copa con un pirenoide central. Colonias de 15.6 µm de diámetro, células de 5.8 µm de diámetro.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: Tabasco, Zacatecas; Java; reino Unido; Francia; Georgia; Alemania; países bajos; España; Ucrania; Islas del Atlántico; Cuba; Sudán; Taiwán; Tayikistán; Portugal; Irlanda; Suecia; Turquía; estados Unidos; Cuba; Argentina; Brasil; Bangladesh; India; Irak; China; Japón; Rusia; Birmania; Singapur; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; embalses; lagos; arroyos; ríos; charcos; cenotes; canales; planctónica; metafítica.

*Pseudodidymocystis* Hegewald & Deason 1989

***Pseudodidymocystis fina* (Komárek) Hegewald & Deason 1989** (Figura 11. 7)

Cenobio lineal, formado únicamente por 2 células; células alargadas, oblongas, márgenes externos convexos; pared celular lisa; cloroplastos parietales, pirenoide no visible. Células de 2.4 µm de largo, 5.8 µm de ancho.

**Muestra:** TabCan53A, TabCan056E

**Distribución:** México: Morelos, Michoacán; Cuba; Hungría; Alemania; países bajos; Rumanía; Brasil.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; embalses; lagos; planctónica; perifítica.

*Scenedesmus* Meyen

***Scenedesmus ovalternus* Meyen 1829** (Figura 11. 8)

Cenobios de 8 células; células ovaladas, alargadas, alternadas, tocándose en los polos, vaina individual, hialina; cloroplastos parietales con un pirenoide. Células de 6.8-7.8  $\mu\text{m}$  de largo, 3.9-4.8  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: Veracruz Yucatán; Austria; España; Estados Unidos; Perú; Alemania; Rumanía; Turquía; Irak; Taiwán.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; estanques; plocónica; planctónica.

***Scenedesmus smithii* Chodat 1926** (Figura 11. 9)

Cenobios de 4 células; células alternas, oblongas, ovaladas, células externas trapezoides, convexas, células internas reducidas adentro; dientes pequeños, rectos, curvados en la parte apical y lateral de la célula. Células de 5.8  $\mu\text{m}$  de largo, 9.6  $\mu\text{m}$  de ancho, dientes hasta 2.9  $\mu\text{m}$  de largo, cenobio de 18.5  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: Yucatán; Alemania; Cuba; países bajos; Portugal; Eslovaquia; España; China; estados unidos; Turquía; Argentina Bangladesh.

**Ambiente y forma de vida:** ríos, estanque; planctónica.

*Tetrastrum* Chodat

***Tetrastrum heteracanthum* (Nordstedt) Chodat 1895** (Figura 11. 10)

Cenobio de 4 células con un espacio central rectangular; células trapezoidales con dos espinas, con la parte externa cóncava, pared celular lisa, cloroplasto en forma de copa. Células 3.9  $\mu\text{m}$  de largo y 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho, las espinas largas miden 8.7  $\mu\text{m}$ , las espinas cortas miden de 2.9  $\mu\text{m}$ ; cenobio de 9.7  $\mu\text{m}$  sin espinas, cenobio con espinas 19.3  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan053A

**Distribución:** México: CdMx, Tabasco, Veracruz; Cuba; Estados Unidos; Hungría; Islas Guadeloupe; Jamaica; Vietnam; Eslovaquia; Reino Unido; República Checa; Alemania; Irlanda; Países Bajos;

Rumanía; Escandinavia; Ucrania; Argentina; Brasil; Sudán; India; China; Japón; Rusia; Taiwán; Singapur; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** corrientes; estanques de peces; charcos; lagos; ríos; planctónica.

*Willea* Schmidle

***Willea apiculata* (Lemmermann) John, Wynne & Tsarenko 2014** (Figura 11. 11)

Cenobios de 4 células (con un hueco central) de forma romboide; células ovaladas-reniformes, en forma de S y ligeramente cóncavas hacia el exterior; cloroplastos con un pirenoide. Células 6.8 µm de largo, 2.9 µm de ancho, cenobio de 9.6 µm de largo, 7.8 µm de ancho.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: Veracruz, Yucatán; Alemania; Austria; Cuba; Eslovaquia; Taiwán; Francia; Países Bajos; Estados Unidos; Brasil; India; China; Suecia; Birmania; Reino Unido; Escandinavia; España; Ucrania; Canadá; Argentina; Bangladesh; Israel; Rusia; Tayikistán.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; charcos; estanques; planctónica; perifítica.

Selenastraceae Blackman & Tansley

*Ankistrodesmus* Corda

***Ankistrodesmus spiralis* (Turner) Lemmermann 1908** (Figura 11. 12)

Colonias de 4 a 6 células; las células son delgadas, curvadas en espiral una, alrededor de otra, extremos puntiagudos; cloroplastos parietales, ocupan casi todas las células, sin pirenoide. Las células son de 45.8 µm de largo, 1.9 µm de ancho.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: Colima, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Yucatán; Alemania; Argentina; España; Estados Unidos; Japón; Perú Irlanda; Isla del pacífico; Australia; reino Unido; Georgia; países bajos; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; Suecia; Turquía; Bangladesh; India; Irán; Irak; Nueva Zelanda; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; charcos; ríos; embalses; lagos someros.

*Kirchneriella* Schmidle

***Kirchneriella irregularis* (G. M. Smith) Korshikov 1953** (Figura 11. 13)

Colonias de 4 células o células solitarias; células fusiformes, curvas, margen interno cóncavo en forma de U (a veces casi cerrada), polos agudos y dispuestos en diferentes planos; pared celular lisa; cloroplastos parietales con un pirenoide. Células 4.8-5.8  $\mu\text{m}$  de largo y 2.9  $\mu\text{m}$  de ancho, apertura de 2.9  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan054A, TabCan055A

**Distribución:** México: CdMx, Jalisco, Morelos, Tabasco, Veracruz, Yucatán; Alemania; Cuba; Francia; Países Bajos; Eslovaquia; Rumanía; Escandinavia; Turquía; Ucrania; Canadá; Brasil; Argentina; Bangladesh; China; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; charcos; cenotes; presas; lagos; lagos urbanos; planctónica; perifítica.

*Messastrum* Garcia

***Messastrum gracile* (Reinsch) Garcia 2016** (Figura 11. 14)

Cenobios de 4 a 8 células dispuestas radialmente, con los polos hacia el exterior. Células estrechas, fusiformes con forma semilunar, los extremos son agudos y arqueados; cloroplastos parietales con un pirenoide. Células de 14.6  $\mu\text{m}$  de largo, 1.9  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Jalisco, Oaxaca, Tabasco, Veracruz; Alemania; Argentina; Brasil; Cuba; Estados Unidos; Japón; Nueva Zelanda; Suecia; Reino Unido; República Checa; Georgia; Irlanda; Rumanía; Rusia; Eslovaquia; España; Turquía; África; India; Irak; China; Taiwán; Singapur; Australia; Nueva Zelanda; Bangladesh; Japón.

**Ambiente y forma de vida:** arenas; ríos; lagos; charcos; estanques; arroyos; presas; planctónica; perifítica.

*Monoraphidium* Komárková-Legnerová

***Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák 1970** (Figura 11. 15)

Células individuales, fusiformes, elongadas, arqueadas, extremos gradualmente atenuados, agudos; pared lisa; cloroplastos parietales sin pirenoide. Células 1.0-1.9  $\mu\text{m}$  de ancho, 8.7-19.5  $\mu\text{m}$  de largo, 5.8-14.6  $\mu\text{m}$  de altura.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Colima, Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán; Alemania; Argentina; Cuba; Egipto; Eslovaquia; República Checa; Reino Unido; Francia; Georgia; Países Bajos; Rumanía; Rusia; Escandinavia; España; Ucrania; Canadá; Brasil; Bangladesh; India; Israel; China; Tayikistán; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; charcos; estanques; lagos; embalses; lagos urbanos.

***Monoraphidium irregulare* (G. M. Smith) Komárková-Legnerová 1969** (Figura 12. 1)

Células individuales, alargadas, helicoidales o sigmoidales, extremos estrechos, aciculares; cloroplastos parietales sin pirenoide. Célula de 1.0 µm de ancho, 12.6 µm de largo.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Michoacán, Oaxaca, Tabasco, Yucatán; Alemania; Argentina; Cuba; España; Jamaica; Lituania; Países Bajos; Rumanía; Eslovaquia; Canadá; China; Taiwán; Nueva Zelanda; Reino Unido; Escandinavia; Turquía; Ucrania; Estados Unidos; Brasil; Israel; Rusia; Tayikistán.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; arroyos; lagos; charcos; canales; lago artificial; lagos urbanos.

*Pseudokirchneriella* Hindák

***Pseudokirchneriella elongata* (G.M. Smith) Hindák 1990** (Figura 12. 2)

Cenobios de 4 células, distribuidas de forma irregular dentro de una envoltura mucilaginosa; células alargadas, torcidas, ápices redondeados. Células de 19.8-22.8 µm de largo, 2.1 µm de ancho.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** Argentina; Bangladesh; Brasil; Escandinavia; Estados Unidos; Nueva Zelanda; Países Bajos; Pakistán; Rumania; Turquía.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; estanques; ríos; planctónica; perifítica.

Trebouxiophyceae Friedl  
Chlorellales Bold & Wynne  
Chlorellaceae Brunthaler  
*Dictyosphaerium* Nägeli

***Dictyosphaerium chlorelloides* (Nauman) Komárek & Perman 1978** (Figura 12. 3)

Colonias de 16 células reunidas por tractos mucilaginosos en grupos de 4, con una vaina mucilaginosa, fina, hialina; células esféricas con vaina individual; cloroplastos en forma de copa con un pirenoide. Colonias de 29.2  $\mu\text{m}$ , células de 4.8-5.8  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestras:** TabCan054A, TabCan083

**Distribución:** México: Tabasco, Zacatecas; Alemania; Islas Guadeloupe; Países Bajos; Eslovaquia; Reino Unido; Dinamarca; Francia; Rumanía; Rusia; Ucrania; Islandia; Argentina; Brasil; Antártida; Escandinavia.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; charcos; embalses; planctónica.

***Dictyosphaerium ehrenbergianum* Nägeli 1849** (Figura 12. 4)

Colonias de 8 células reunidas en grupos de 4 por tractos mucilaginosos, esféricas a ovoides; células ovaladas, elipsoidales, cerca de ser esféricas; cloroplasto en forma de copa con un pirenoide. Colonias de 29.2  $\mu\text{m}$  x 16.5  $\mu\text{m}$ , células de 4.8-3.9  $\mu\text{m}$  de largo, 3.9  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestras:** TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Jalisco, Morelos, Tabasco, Veracruz, Zacatecas; Alemania; Argentina; Brasil; Estados Unidos; Hungría; Java; Nueva Zelanda; Suecia; Reino Unido; Francia; Georgia; Irlanda; Italia; Países Bajos; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Ucrania; Canadá; Cuba; África; Bangladesh; India; Irak; China; Japón; Corea; Rusia; Taiwán; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; ríos; estanques; charcos; humedales; embalses; estanques de peces; lagos turbosos; lagos someros.

Oocystaceae Bohlin

*Didymocystis* Korshikov

***Didymocystis inermis* (Fott) Fott 1973** (Figura 12. 5)

Cenobios de 2 células envueltas en una vaina mucilaginosa; células elipsoidales u ovoides; pared celular con gránulos irregulares; cloroplastos parietales con un pirenoide. Células de 4.8-9.6  $\mu\text{m}$  de ancho, 2.4-11.7  $\mu\text{m}$  de largo.

**Muestras:** TabCan056E

**Distribución:** México: Yucatán; Alemania; Eslovaquia; Países Bajos; Reino Unido; Bulgaria; República Checa; Francia; Rumanía; España; Ucrania; Brasil; China; Taiwán.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; planctónica.

*Granulocystis* Hindák

***Granulocystis helenae* Hindák 1977** (Figura 12. 6)

Células elipsoidales, polos puntiagudos, redondeados; pared celular hialina, cubierta de verrugas en forma de arco, distribuidas uniformemente; cloroplasto parietal, con tres huecos. Célula de 9.6  $\mu\text{m}$  de largo, 7.8  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: Tabasco; Alemania; Eslovaquia; Países Bajos; República Checa; Rumanía; Taiwán; Ucrania.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; metafítica.

*Lagerheimia* Chodat

***Lagerheimia chodatii* Bernard 1908** (Figura 12. 7)

Células esféricas, solitarias; pared gruesa, con cuatro espinas en un arreglo en forma de cruz en un plano; cloroplasto parietal con un pirenoide. Célula de 5.8-6.6  $\mu\text{m}$  de diámetro; espinas de 7.8-11.2  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan053B, TabCan054A

**Distribución:** Estados Unidos; Java; Países Bajos; Taiwán; Reino Unido; Francia; Alemania; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; India; China; Rusia; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; ríos; planctónica.

*Nephrocytium Nägeli*

***Nephrocytium agardhianum* Nägeli 1849** (Figura 12. 8)

Colonias de 6 células con una envoltura mucilaginoso; células elipsoidales, alargadas; cloroplastos parietales con un pirenoide. Células de 14.6 µm de largo, 5.8 µm de ancho, colonias de 52.7 µm.

**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán; Alemania; Argentina; Estados Unidos; Islas Guadeloupe; Java; Nueva Zelanda; Irlanda; Andorra; República Checa; Reino Unido; Países Bajos; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Turquía; Ucrania; África; Bangladesh; India; China; Japón; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Birmania; Singapur; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; estanques; charcos; zanjas; arroyos; estanques; arrozales; ríos; planctónica.

*Oocystis Nägeli* ex Braun

***Oocystis marssonii* Lemmermann 1898** (Figura 12. 9)

Colonias de 4 a 16 células, reunidas en grupos de 4 por una vaina. Células solitarias, ovaladas, con los extremos redondeados, usualmente engrosados; pared lisa; dos cloroplastos cada uno con un pirenoide. Célula de 9.7-12.6 µm de largo, 8.7 µm de ancho; célula con vaina de 15.6 µm de diámetro.

**Muestras:** TabCan054A, TabCan055B, TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Morelos, Tabasco Veracruz, Zacatecas; Alemania; Argentina; Cuba; Estados Unidos; Reino Unido; Francia; Irlanda; Países Bajos; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Turquía; Ucrania; Brasil; China; Rusia; Taiwán; Nueva Zelanda; Australia; Irak; República Checa.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; estanques; arroyos; ríos; embalses; planctónica; metafítica.



Trebouxiales Friedl  
Botryococcaceae Wille  
Botryococcus Kützing

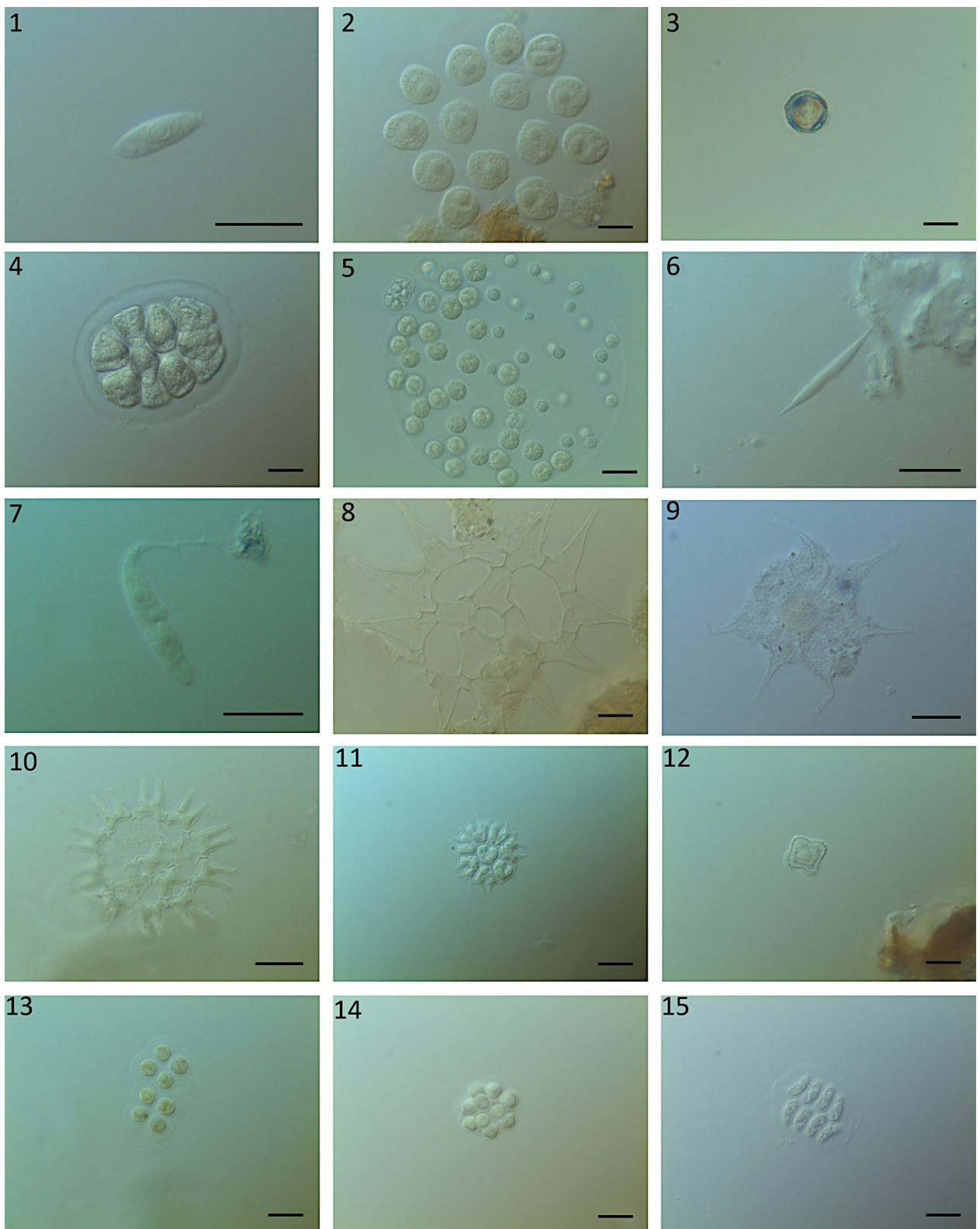
***Botryococcus braunii* Kützing 1849** (Figura 12. 10)

Colonias densas, radiadas, irregulares, formadas por subcolonias conectadas por un mucílago firme de color amarillento; células ovaladas, embebidas en vainas individuales, cloroplastos parietales con un pirenoide. Colonias de 66.3 µm de diámetro, células de 7.8-9.7 µm de largo, 4.8-5.8 µm de ancho.

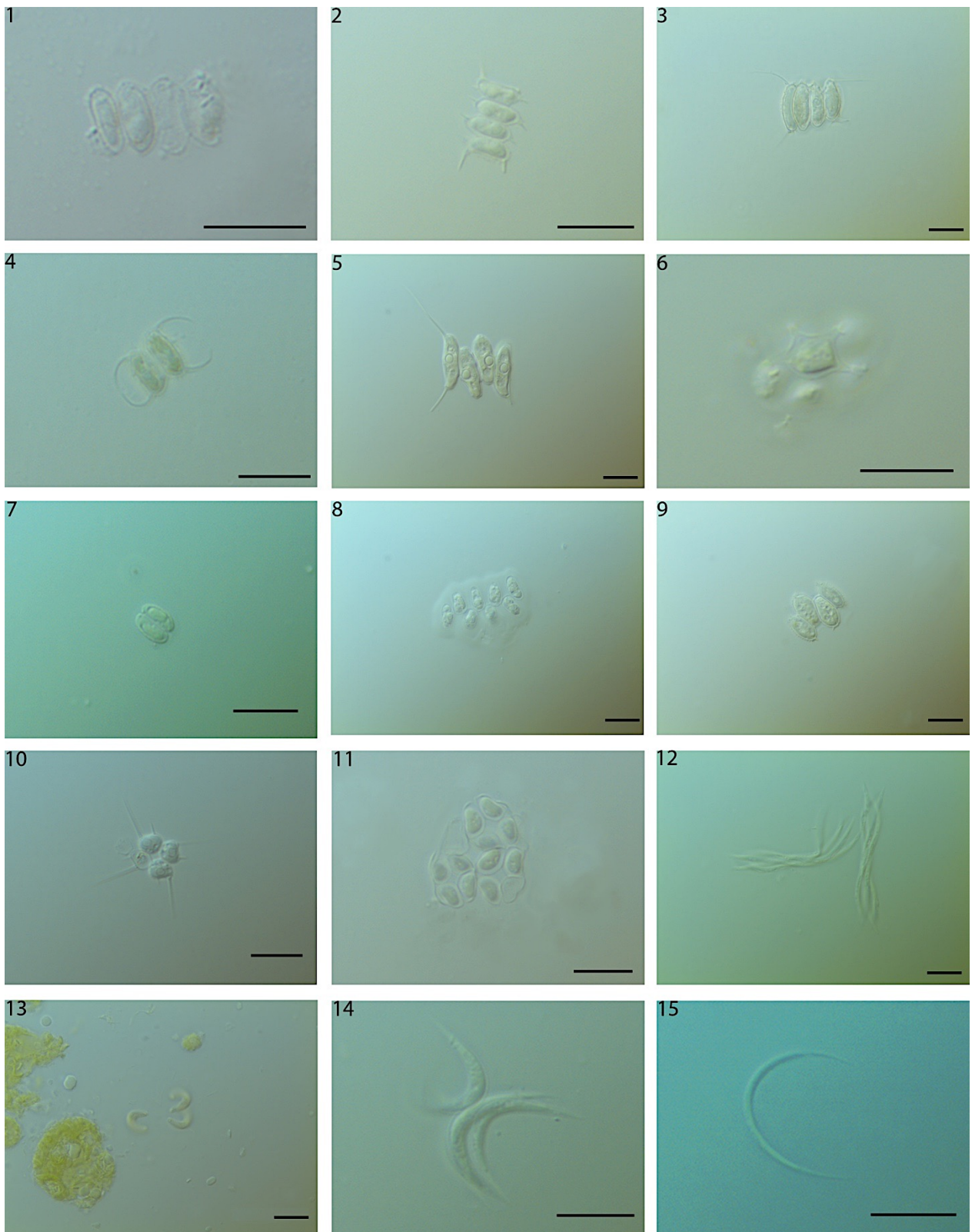
**Muestra:** TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Veracruz, Yucatán, Zacatecas; Alemania; Argentina; Austria; Brasil; Estados Unidos; Nueva Zelanda; Perú; Suecia; Zambia; Zimbabue; Reino Unido; República Checa; Georgia; Irlanda; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Rusia; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Canadá; Bolivia; Brasil; África; Bangladesh; India; Irak; Israel; Turquía; China; Japón; Corea; Taiwán; Tayikistán; Birmania; Singapur; Tailandia; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; ríos; lagos turbosos; estanques; presas; charcos; arroyos; presas; canales; cenotes; lagos someros; embalses; planctónica; perifítica marginal.

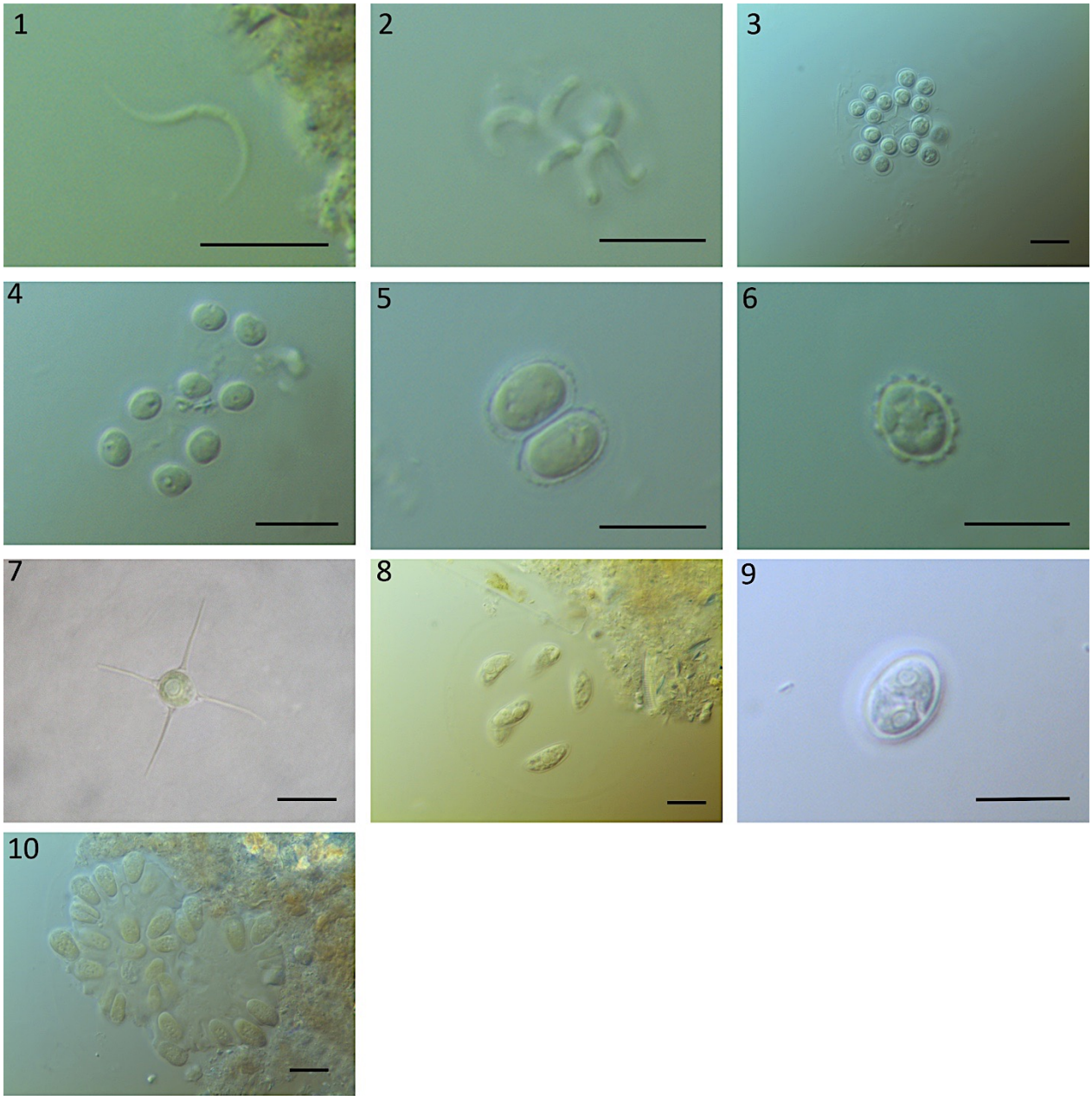


**Figura 10.** 1) *Hydrianum viride*, 2) *Gonium formosum*, 3) *Phacotus lenticularis*, 4) *Pandorina morum*, 5) *Pleodorina californica*, 6) *Lanceola spatulifera*, 7) *Characium angustum*, 8) *Monactinus simplex*, 9) *Monactinus simplex* var. *sturmii*, 10) *Pediastrum duplex*, 11) *Stauridium tetras*, 12) *Tetraedron minimum*, 13) *Coenochloris pyrenoidosa*, 14) *Coelastrum microporum*, 15) *Comasiella arcuata* var. *platydisca*. Barra 10  $\mu$ m.



**Figura 11.** 1) *Desmodesmus aculeolatus*, 2) *Desmodesmus armatus*, 3) *Desmodesmus lefevrei*, 4) *Desmodesmus magnus*, 5) *Desmodesmus opoliensis*, 6) *Hariotina reticulata*, 7) *Pseudodidymocystis fina*, 8) *Scenedesmus ovalternus*, 9) *Scenedesmus smithii*, 10) *Tetrastrum heteracanthum*, 11) *Willea apiculata*, 12) *Ankistrodesmus spiralis*, 13) *Kirchneriella irregularis*, 14) *Messastrum gracile*, 15) *Monoraphidium arcuatum*. Barra = 10  $\mu$ m.





**Figura 12.** 1) *Monoraphidium irregulare*, 2) *Pseudokirchneriella elongata*, 3) *Dictyosphaerium chlorelloides*, 4) *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, 5) *Didymocystis inermis*, 6) *Granulocystis helenae* 7) *Lagerheimia chodatii*, 8) *Nephrochlamys agardhianum*, 9) *Oocystis marssonii*, 10) *Botryococcus braunii*. Barra = 10  $\mu$ m.

Charophyta Migula

Conjugatophyceae Engler

Desmidiaceae Bessey

Desmidiaceae Ralfs

*Cosmarium* Corda ex Ralfs

***Cosmarium regnellii* var. *pseudoregnellii* (Messikommer) Krieger 1944** (Figura 14. 1)

Células trapezoides-hexagonales, constricción media profunda, sinus cerrado lineal, istmo estrecho, las hemicelulas tienen márgenes ligeramente divergentes, células más largas que anchas. Células de 15.6 µm de largo 14.4 µm de ancho, hemicélulas de 7.8 µm de largo, istmo de 3.9 µm.

**Muestra:** TabCan085A

**Distribución:** Alemania; Andorra; Argentina; Austria; Bangladesh; Brasil; Canadá; España; Francia; Países Bajos; Portugal; Serbia; Tailandia; Ucrania.

**Ambiente y forma de vida:** cauces; canales; planctónica

***Cosmarium subtumidum* var. *minutum* (Krieger) Krieger & Gerloff 1965** (Figura 14. 2)

Células pequeñas, más largas que anchas, constricción profunda, sinus cerrado, hemicelulas redondeadas, istmo bien marcado. Célula de 16.5 µm de largo 12.6 µm de ancho, istmo de 4.8 µm.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: Quintana Roo; Canadá; Argentina; Brasil; Francia; Irlanda; Italia; Japón.

**Ambiente y forma de vida:** humedales; planctónica

***Cosmarium tenue* Archer 1868** (Figura 14. 3)

Células muy pequeñas, más anchas que largas, sinus estrecho, hemicelulas elipsoidales. Células de 8.7 µm de largo, 9.6 µm de ancho, istmo de 2.9 µm.

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** México: Oaxaca, Tabasco; Argentina; Canadá; Estados Unidos; Java; Reino Unido; Austria; República Checa; Francia; Georgia; Alemania; Irlanda; Italia; Latvia; Países Bajos; Rumania; Serbia; Eslovaquia; Eslovenia; España; Ucrania; India; Pakistán; China; Japón; Rusia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; charcos; arrozales; ríos; planctónica.

***Cosmarium aff. undulatum var. minutum Wittrock 1869*** (Figura 14. 4)

Células pequeñas, más largas que anchas, pared celular punteada, constricción profunda; hemicélulas en forma semicircular ligeramente trapezoide con ondulaciones. Células de 15.6 µm de largo, 12.6 µm de ancho; istmo de 3.9 µm.

**Muestra:** TabCan054A

**Distribución:** Alemania; Argentina; Austria; Bangladesh; Brasil; Canadá; Eslovaquia; Eslovenia; España; Francia; Georgia; Hungría; India; Irak; Irlanda; Islas Baleares; Italia; Japón; Portugal; Rumania; Rusia; Serbia; Tailandia; Tayikistán; Ucrania; Zaire.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; estanques de presas; ríos; turberas; epifítica; planctónica.

*Staurastrum* Meyen ex Ralfs

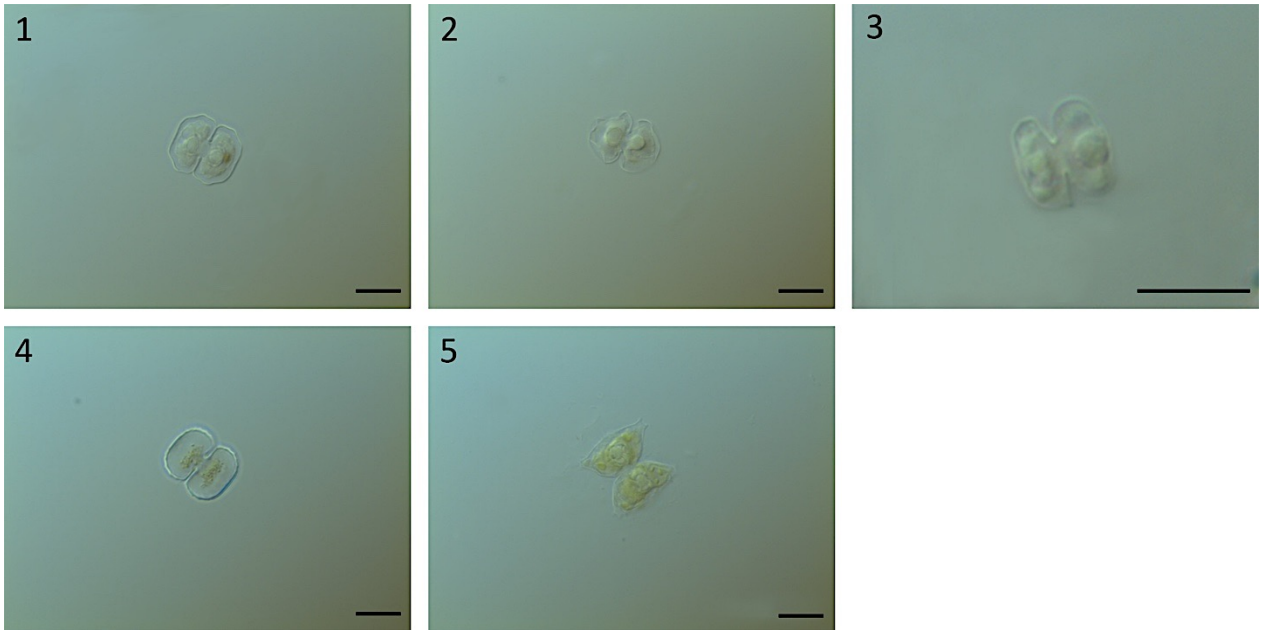
***Staurastrum laeve Ralfs 1848*** (Figura 14. 5)

Células pequeñas, más largas que anchas sin procesos, hemicélulas de forma trapezoidal, la parte apical es recta a ligeramente cóncava; constricción profunda en el istmo, sinus abierto en forma de V; pared lisa con procesos hialinos, cortos, divergentes y bifurcados en los extremos; cloroplasto con un pirenoide en cada hemicélula. Células mide 18.5 µm de largo, 18.5 µm de ancho; hemicélulas de 8.7 µm; istmo de 5.8 µm; la apertura de los procesos mide 2.4 µm.

**Muestra:** TabCan054A

**Distribución:** México: Quintana Roo, Yucatán; Estados Unidos; Finlandia; Austria; Reino Unido; Francia; Alemania; Irlanda; Italia; Latvia; Países Bajos; Rumanía; Serbia; Eslovaquia ponte, España; Ucrania; Canadá; Cuba; Argentina; Brasil; Sudán; India; Pakistán; China; Japón; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Nueva Zelanda; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** turberas; humedales; planctónica.



**Figura 13.** 1) *Cosmarium regnellii* var. *pseudoregnellii* 2) *Cosmarium subtumidum* var. *minutum* 3) *Cosmarium tenue* 4) *Cosmarium* aff. *undulatum* var. *minutum* 5) *Staurastrum laeve*. Barra = 10  $\mu$ m.

## Euglenophyta Pascher

### Euglenophyceae Schoenichen

#### Euglenales Bütschli

#### Euglenaceae Dujardin

#### *Euglena* Ehrenberg

##### ***Euglena agilis* Carter 1856** (Figura 15. 1)

Células pequeñas, fusiformes y oblongas, caudas cortas y redondeadas; películas con estriación fina; dos cloroplastos parietales, cada uno con un pirenoide; gránulos de paramilon cilíndricos dispersos en la célula. Células de 13.2  $\mu\text{m}$  de largo, 8.5  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan053B

**Distribución:** México; Cdmx, Morelos, Yucatán; Brasil; Islas Guadeloupe; Reino Unido; República Checa; Alemania; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Turquía; Estados Unidos; Canadá; Argentina; India; Corea; Taiwán; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; arrozales; charcos; cenotes; lagos; planctónica.

##### ***Euglena chlamydophora* Mainx 1928** (Figura 15. 2)

Células fusiformes, la parte anterior redondeada y posterior aguzada, caudas largas puntiagudas e incoloras; películas con estriación finas; cloroplastos en forma de disco de diferentes tamaños; varios gránulos de paramilon en forma de elipsoidales. Células de 38  $\mu\text{m}$  de largo, 29.2  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan054A

**Distribución:** México: CdMx, Veracruz, Puebla, Yucatán; Estados Unidos; Reino Unido; Francia; Alemania; Polonia; Eslovaquia; Turquía; Argentina; Bangladesh.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; lagos; ríos; planctónica; epipélica.

##### ***Euglena clavata* Skuja 1948** (Figura 15. 3)

Células fusiformes, la parte anterior elíptica a cónica, la parte posterior con una cauda corta; cloroplastos numerosos, pequeños, redondeados; 5 gránulos de paramilon en forma disco, ovoides. Células de 43.9  $\mu\text{m}$  de largo, 18.5  $\mu\text{m}$  de ancho; 8.7  $\mu\text{m}$  de largo de la cauda.



**Muestras:** TabCan056A, TabCan084

**Distribución:** México: Estado de México; Hungría; Reino Unido; República Checa; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Eslovaquia; Suecia; Turquía; Argentina; Bangladesh; India.

**Ambiente y forma de vida:** estanques de peces; presas; planctónica.

***Euglena gracilis* Klebs 1883** (Figura 15. 4)

Células más o menos cilíndricas o fusiformes, la parte anterior es redondeada, cauda aguda; película con estriación fina y dextrógira; cloroplastos numerosos en forma discoide o redondos. Células de 35.1-40.9  $\mu\text{m}$  de largo, 8.7-17.8  $\mu\text{m}$  de ancho.

Muestras: TabCan054A, TabCan084

**Distribución:** México: CdMx, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Tabasco; Arabia Saudita; Argentina; Estados Unidos; Reino Unido; Georgiana; Alemania; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Ucrania; Canadá; Brasil; Egipto; India; Irán; Irak; Israel; China; Japón; Corea; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** arrozales; charcos; ríos; lagos; lago urbano; planctónica; metafítica.

***Euglena limnophila* var. *minor* Drezepolski 1925** (Figura 15. 5)

Células fusiformes, alargadas; extremo anterior redondeado, cauda bien definida, fina, hialina; película con estriación fina levógira; varios cloroplastos pequeños en forma de disco. Células de 49.7-58.5  $\mu\text{m}$  de largo, 9.7-15.6  $\mu\text{m}$  de ancho; 4.8  $\mu\text{m}$  de cauda.

**Muestras:** TabCan055A, TabCan082

**Distribución:** Argentina; Brasil; Países Bajos; Rumania.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; planctónica.

***Euglena mesnili* Deflandre & Dusi 1935** (Figura 15. 6)

Células oblongas, parte caudal ligeramente redondeada, película con estriación fina; numerosos cloroplastos. Células de 91.7  $\mu\text{m}$  de largo, 9.7  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan085A

**Distribución:** México: Tabasco; Bangladesh.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; planctónica.

***Euglenaria clepsydroides* Zakrys 2013** (Figura 15. 7)

Células pequeñas en forma de reloj de arena, asimétricas, redondeadas, la parte media es ligeramente estrecha; cauda puntiaguda, hialina; película con diferentes patrones de estriación en espiral; cloroplastos oblongos, numerosos pares de gránulos de paramilon (diplopirenoides), otros en forma ovalada, cilíndricos, redondos. Células de 18.5-32.1  $\mu\text{m}$  de largo, 9.6-10.7  $\mu\text{m}$  de ancho en la parte anterior y 10.7-14.6  $\mu\text{m}$  hacia la parte posterior, cauda de 2.9-9.6  $\mu\text{m}$  de largo.

**Muestras:** TabCan053A, TabCan053B, TabCan054A, TabCan054B, TabCan055B, TabCan056A, TabCan056B, TabCan056D, TabCan082, TabCan083, TabCan084.

**Distribución:** Países Bajos; Polonia.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; planctónica.

*Monomorphina* Mereschkowsky

***Monomorphina pyrum* (Ehrenberg) Mereschkowsky 1877** (Figura 15. 8)

Células alargadas, piriformes, la parte anterior redondeada; caudas largas, rectas o curvas; dos gránulos de paramilon discoides, parietales; costillas gruesas espiraladas levógiras y redondeadas hasta la parte inicial de la cauda. Células de 24.4-44.0  $\mu\text{m}$  de largo, 11.7-19.5  $\mu\text{m}$  de ancho, cauda de 7.8-15.6  $\mu\text{m}$ ; flagelo de 21.4-24.4  $\mu\text{m}$  de largo.

**Muestras:** TabCan053A, TabCan054A, TabCan055A, TabCan055B, TabCan056A, TabCan056B, TabCan056C, TabCan056D, TabCan082, TabCan083.

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Michoacán, Tabasco; Taiwán; Australia; Eslovaquia; Reino Unido; Alemania; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; España; Suecia; Ucrania; Estados Unidos; Cuba; Argentina; Brasil; Bangladesh; India; Israel; Pakistán; China; Japón; Taiwán; Birmania; Singapur; Australia; Georgia; África.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; lago artificial; lago urbano; planctónica.

*Strombomonas* Deflandre

***Strombomonas fluviatilis* (Lemmermann) Deflandre 1930** (Figura 15. 9)

Loricas elipsoidales, fusiformes; cuellos cortos, ligeramente curvos; paredes rugosas, hialinas, cubiertas de partículas exógenas de diferente tamaño; cloroplastos numerosos discoidales. Loricas de 29.2  $\mu\text{m}$  de largo, 16.5  $\mu\text{m}$  de ancho; cauda de 3.9  $\mu\text{m}$  de alto, 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan055B

**Distribución:** México: Hidalgo; Islas Guadeloupe; Jamaica; Venezuela; países bajos; Eslovaquia; Japón; Georgia; Rumanía; Turquía; Ucrania; estados Unidos; Cuba; Argentina; Brasil; África; Bangladesh; India; China; Rusia; Taiwán; Tayikistán.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; planctónica.

***Strombomonas jaculata* (Palmer) Deflandre 1952** (Figura 15. 10)

Loricatriangular, más ancha en la parte anterior que la parte posterior, redondeada; cuello cilíndrico, bien definido, oblicuo; pared delgada, de incolora a amarillenta, con partículas exógenas adheridas. Lorica de 33  $\mu\text{m}$  de largo, 14  $\mu\text{m}$  de ancho; cuello de 4  $\mu\text{m}$  de largo, 6  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestra:** TabCan053A

**Distribución:** Brasil; Bulgaria; India; Polonia; Uruguay; Estados Unidos.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; planctónica

***Strombomonas napiformis* (Playfair) Deflandre 1930** (Figura 15. 11)

Loricas obotriangulares a ovoides, polo anterior alargado, cauda larga, ligeramente curva; pared con margen irregular, color amarillento; cloroplastos con haplopirenoides, numerosos gránulos de paramilon en forma de bastón. Lorica de 41.9-48.8  $\mu\text{m}$  de largo, 22.4-26.3  $\mu\text{m}$  de ancho; cuello de 4.8-5.8  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.9-4.8  $\mu\text{m}$  de largo; cauda de 7.8-10.7  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan054B, TabCan056A, TabCan056B, TabCan056C, TabCan082

**Distribución:** Australia; Brasil; Rumania; Taiwán; Estados Unidos.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; planctónica.

***Strombomonas ovalis* (Playfair) Deflandre 1930** (Figura 15. 12)

Loricas ovaladas, anchas; cauda cónica, corta, ligeramente curva; cuello corto; pared lisa ligeramente ondulada; cloroplastos discoides. Lorica de 44.4-48.8 µm de largo, 22.4-25.3 µm de ancho; cuello de 4.8-5.8 µm de diámetro, 1.9 µm de largo; cauda de 6.8-8.7 µm.

**Muestra:** TabCan054B, TabCan56A, TabCan084

**Distribución:** Argentina; Australia; Brasil; Estados Unidos; India; Rumania; Turquía; Estados Unidos.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; planctónica.

***Strombomonas verrucosa* var. *conspersa* (Pascher) Deflandre 1930** (Figura 15. 13)

Loricas amplias y cilíndricas, la parte posterior plana y ligeramente curvada; cuello corto e irregular; pared hialina, amarillenta, cubierta por partículas exógenas. Lorica de 29.2-30.2 µm de largo, 22.4-24.4 µm de diámetro, cuello de 6.8 de diámetro, 1.9-2.9 µm de alto.

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** Países Bajos; Turquía; Estados Unidos.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; planctónica.

Phacaceae Kim, Triemer & Shin 2010

*Lepocinclis* Perty

***Lepocinclis acus* (Müller) Marin & Melkonian 2003** (Figura 15. 14)

Células fusiformes, extremo anterior estrecho y redondeado, posterior adelgazado hasta terminar en un largo apéndice caudal, estriación marcada, paralela; cloroplastos pequeños en forma de disco, de 3-9 gránulos de paramilon. Célula de 97.6-223.3 µm de largo, 5.8-12.3 µm de ancho, 24.4-29.6 µm de cauda, gránulos de paramilon de 11.7-19.7 µm de largo y 2.9-4.9 µm de ancho.

**Muestras:** TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Colima, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Tabasco, Tlaxcala, Yucatán; Alemania; Argentina; Austria; Estados Unidos; Hungría; Islas Guadeloupe; Jamaica; Nueva Zelanda; Reino Unido; Suecia; República Checa; Francia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Canadá; Cuba; Egipto; Libia; Sierra

Leona; Zaire; Bangladesh; India; Irak; Israel; China; Japón; Corea; Rusia; Taiwán; Birmania; Singapur; Australia; Nueva Zelanda; Tayikistán.

**Ambiente y forma de vida:** lagos, ciénagas; estanques; charcos; ríos; lagos alpinos; estanques de peces; salobres; cenotes; presas; arroyos; lagos someros; planctónica; epífita; perífita.

***Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann 1901** (Figura 15. 15)

Célula ovalada, la parte anterior redondeada; cauda pequeña, 2 cuerpos de paramylon en forma de anillo; pared celular ligeramente estriada en espiral, levógira. Células de 18.5-20.4  $\mu\text{m}$  de largo, 13.6-15.6  $\mu\text{m}$  de ancho; cauda de 2.0-4.8  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan054B, TabCan083, TabCan085A

**Distribución:** México: CdMx, Jalisco, Michoacán, Tabasco, Yucatán; Alemania; Argentina; Austria; Brasil; Estados Unidos; Jamaica; Reino Unido; República Checa; Georgia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Ucrania; Cuba; Sierra Leona; Zaire; Bangladesh; India; Irak; China; Japón; Rusia; Taiwán; Birmania; Singapur; Australia; Nueva Zelanda.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; ríos; estanques; charcos; presas; planctónica.

***Lepocinclis oxyuris* (Schmarda) Marin & Melkonian 2003** (Figura 16. 1)

Células cilíndricas, con el extremo anterior redondeado y el posterior hasta terminar en un apéndice caudal estrecho y corto; película con estriación levógira; cloroplastos numerosos, pequeños, ovoides, parietales; 3 gránulos de paramylon grandes en forma de eslabón, uno central, uno anterior y el otro posterior. Célula de 155.6  $\mu\text{m}$  de largo, 24.7  $\mu\text{m}$  de ancho, cauda de 24.7  $\mu\text{m}$  de largo, gránulos de paramylon de 24.7  $\mu\text{m}$  de largo y 12.3  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Muestras:** TabCan056A

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Michoacán, Tabasco; Reino Unido; República Checa; Alemania; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Turquía; Estados Unidos; Canadá; Cuba; Argentina; Brasil; África; India; Irak; Israel; China; Japón; Corea; Rusia; Taiwán; Turquía; Birmania; Singapur; Australia; Ucrania; Tayikistán.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; planctónica; perífita.

***Lepocinclis texta* var. *richardiana* Conrad 1935** (Figura 16. 2)

Células elipsoidales u ovoides, la parte anterior es redondeadas, asimétricas, la parte posterior con una cauda corta, ligeramente aguda; película hialina, con estriación tenue, levógira; numerosos gránulos de paramilon cilíndricos, elipsoidales y globosos distribuidos irregularmente. Células de 37-51.7  $\mu\text{m}$  de largo, 25.3-32.2  $\mu\text{m}$  de ancho; cauda de 2.9-6.8  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan054A

**Distribución:** África; Argentina; Brasil; Cuba.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; planctónica

*Phacus* Dujardin

***Phacus acuminatus* Stokes 1885** (Figura 16. 3)

Células ovoides casi circulares, aplanadas dorsiventralmente, cauda bien pronunciada, pequeña y aguzada; 2 gránulos de paramilon en forma de disco; película con estriación longitudinal. Célula de 32.2  $\mu\text{m}$  de largo, 26.3  $\mu\text{m}$  ancho.

**Muestra:** TabCan054A, TabCan083

**Distribución:** México: CdMx, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Puebla, Tabasco, Veracruz, Yucatán; Alemania; Estados Unidos; Jamaica; Reino Unido; República Checa; Georgia; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Turquía; Cuba; Argentina; Brasil; África; Bangladesh; India; Irak; Israel; China; Japón; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Birmania; Singapur; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; estanques, pantanos; charcos; ríos; cenotes; planctónica; perifítica.

***Phacus orbicularis* Hübner 1886** (Figura 16. 4)

Células planas, ovoides casi circulares, cara dorsal con pliegue muy marcado, cauda larga, gruesa y torcida; cutícula estriada vertical y entre ellas estriación transversal; un gránulo de paramilon en forma de disco hacia la parte posterior y otro en forma de anillo. Células de 31.2 -74.1  $\mu\text{m}$  de largo, 22.4-46.8  $\mu\text{m}$  de ancho, cauda de 4.8-16.5  $\mu\text{m}$ .

**Muestras:** TabCan056E, TabCan083

**Distribución:** México: Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán; Alemania; Asia; Austria; Estados Unidos; Islas Guadeloupe; Jamaica; Reino Unido; Sudáfrica;

República Checa; Francia; Georgia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Turquía; Ucrania; Canadá; Argentina; Brasil; África; India; Irak; Israel; Pakistán; China; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Singapur; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; canales; charcos; lagos; presas; lagunas costeras; estanques; bentónica; planctónica.

***Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov 1928** (Figura 16. 5)

Células rómbicas en vista frontal, con un giro, simétricas respecto al eje longitudinal, extremo anterior algo estrecho, termina en un apéndice caudal largo y marcado, ligeramente inclinado; estriación siguiendo la torsión; dos anillos de paramilon concéntricos. Las células miden 103.7  $\mu\text{m}$  de largo, 44.4  $\mu\text{m}$  de ancho, 34.5  $\mu\text{m}$  de cauda.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** México: CdMx, Colima, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Tabasco, Yucatán; Alemania; China; Estados Unidos; Hungría; Islas Guadeloupe; Sudáfrica; República Checa; Polonia; Rumanía; Eslovaquia; Argentina; Brasil; África; Israel; Birmania; Reino Unido; Países Bajos; España; Turquía; Canadá; Cuba; Bangladesh; India; Israel; Pakistán; Japón; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Singapur; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; canales; lagos; charcos; estanques de peces; ríos; cenotes; presas; planctónica.

*Trachelomonas* Ehrenberg

***Trachelomonas abrupta* Svirenko 1914** (Figura 16. 6)

Loricas cilíndricas, la parte posterior redondeada, ligeramente acuminada; poro apical sin cuello; pared amarillenta, punteada; cloroplastos discoides. Lorica de 23.4  $\mu\text{m}$  de largo, 12.6  $\mu\text{m}$  de ancho, poro de 3.9  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestra:** TabCan082

**Distribución:** Alemania; Argentina; Austria; Canadá; Estados Unidos; Hungría; Reino Unido; Francia; Georgia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Cuba; África; Bangladesh; India; China; Rusia; Tayikistán; Birmania; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; estanques; lagos alpinos; pantanos fríos; estanques de peces; ríos; planctónica.

***Trachelomonas cylindrica var. decollata* Playfair 1915** (Figura 16. 7)

Loricas cilíndricas, polos redondeados; poro apical sin cuello; pared lisa, amarillenta; cloroplastos en forma de discos, redondos. Lorica de 22.4  $\mu\text{m}$  de largo, 11.3  $\mu\text{m}$  de ancho; 2.9  $\mu\text{m}$  de diámetro del poro.

**Muestra:** TabCan055A

**Distribución:** Argentina; Australia Brasil; India; Japón; Rumania; Taiwán; Turquía.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; canales; planctónica

***Trachelomonas lefevrei* Deflandre 1926** (Figura 16. 8)

Lorica ovalada, lados un poco rectos, la parte posterior redondeada, ligeramente acuminada; cuello corto, amplio; pared rugosa, con partículas exógenas adheridas. Lorica de 29.2  $\mu\text{m}$  de largo, 19.5  $\mu\text{m}$  de ancho, 5.8  $\mu\text{m}$  de diámetro del poro, 1.9  $\mu\text{m}$  de alto.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** Argentina; Brasil; Reino Unido; Eslovaquia; India; Japón; Países Bajos; Rumania; Tailandia.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; planctónica.

***Trachelomonas oblonga* Lemmermann 1899** (Figura 16. 9)

Lorica elipsoidal de bordes ligeramente cuadrangulares (extremos redondeados); poro apical pequeño, con ligero engrosamiento del anillo, sin cuello; pared lisa y engrosada, amarillenta, ligeramente parda. Lorica de 10.7  $\mu\text{m}$  de largo, 9.7  $\mu\text{m}$  de ancho; poro de 1.9  $\mu\text{m}$ ; flagelo de 11.7  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan055A

**Distribución:** México: Morelos, Estado de México, Tabasco; Alemania; Argentina; Austria; España; Hungría; Islas Guadeloupe; Suecia; Reino Unido; República Checa; Georgia; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Escandinavia; Eslovaquia; España; Turquía; Ucrania; Estados Unidos; Cuba; Brasil; África;



Bangladesh; India; Israel; China; Japón; Rusia; Taiwán; Tayikistán; Birmania; Singapur; Nueva Zelanda; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; lagos; estanques; ríos; estanques de peces;

***Trachelomonas pulcherrima var. latior* Playfair 1915** (Figura 16. 10)

Loricas elipsoidales, alargadas, la parte anterior redondeada más ancha que la posterior; cuello corto; pared amarillenta, rugosa. Lorica de 24.4  $\mu\text{m}$  de largo, 13.6  $\mu\text{m}$  de ancho, 3.9  $\mu\text{m}$  del diámetro del poro, 2.9  $\mu\text{m}$  de largo, flagelo de 39.0  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** TabCan056B, TabCan056D

**Distribución:** Venezuela; Panamá.

**Ambiente y forma de vida:** pantanos; canales; perifítica.

***Trachelomonas pulcherrima var. minor* Playfair 1915** (Figura 16. 11)

Lorica elipsoidal a cilíndrica, alargada, la parte posterior redondeada; poro apical, corto, con espesamiento anular; pared amarilla clara, rugosa. Lorica de 15.6  $\mu\text{m}$  de largo, 10.7  $\mu\text{m}$  de ancho, 2.9  $\mu\text{m}$  de diámetro del poro.

**Muestra:** TabCan056A

**Distribución:** Argentina; Australia; Bangladesh; Brasil; España; Estados Unidos; India; Irak; Japón; Países Bajos; Turquía.

**Ambiente y forma de vida:** lagos someros urbanos; planctónica.

***Trachelomonas superba* Svirenko 1914** (Figura 16. 12)

Loricas elipsoidales, pared punteada, de color amarillento a marrón; espinas cónicas, distanciadas unas de las otras, cuello bajo y denticulado; cloroplastos discoideos. Loricas de 22.4  $\mu\text{m}$  de largo, 19.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, poro de 3.9  $\mu\text{m}$  de diámetro, espinas de 2.0-3.0  $\mu\text{m}$  de largo.

Nota: La longitud de la lorica es menor que en la literatura

**Muestras:** TabCan084

**Distribución:** México: Veracruz; Canadá; Estados Unidos; Zambia, Zimbabue; Reino Unido; Alemania; Países Bajos; Polonia; Rumanía; Eslovaquia; España; Argentina; Cuba; Brasil; África;

Bangladesh; India; Israel; Turquía; China; Japón; Rusia; Taiwán; Birmania; Singapur; Tailandia; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** ríos; estanques; lagos; lagos alpinos; pantanos fríos; charcos; planctónica.

***Trachelomonas verrucosa* var. *granulosa* (Playfair) Conrad & Meel 1952** (Figura 16. 13)

Loricas esféricas; poro apical engrosado; pared amarillenta, cubierta de pequeños gránulos de manera irregular. Loricas de 11.7-13.6  $\mu\text{m}$  de diámetro, poro de 2.9  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestras:** TabCan056D, TabCan082

**Distribución:** Australia; Bangladesh; Brasil; Camerún; Eslovaquia; Estados Unidos; Países Bajos; Rusia; Tayikistán.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; canales; bentónica; planctónica.

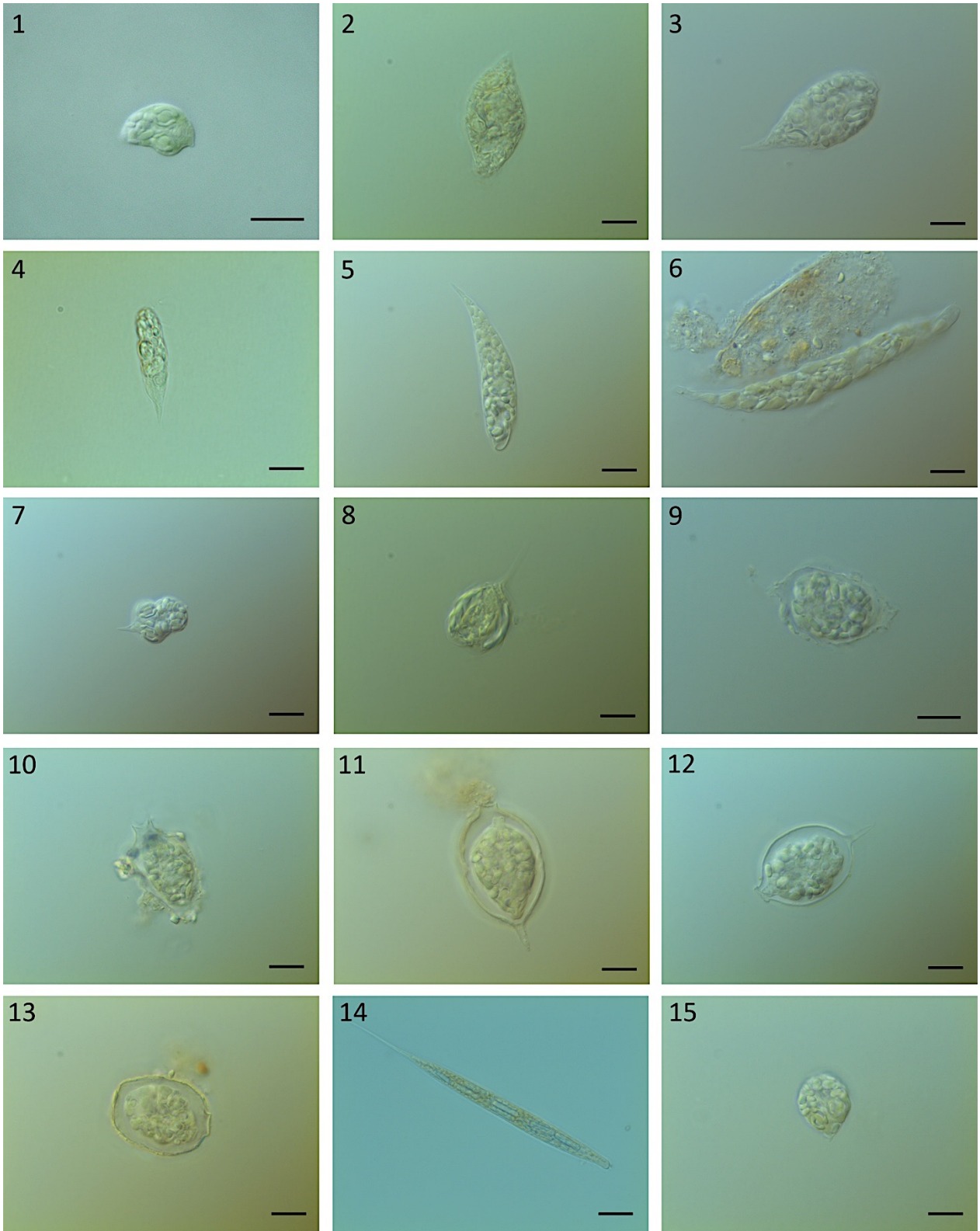
***Trachelomonas volvocina* var. *punctata* Playfair 1915** (Figura 16. 14)

Loricas subesféricas; pared delgada, amarillenta, finamente punteada; poro apical pequeño, ligero engrosamiento, cuello corto; cloroplastos con pirenoide. Loricas de 15.6  $\mu\text{m}$  de diámetro, poro de 2.0-2.4  $\mu\text{m}$ .

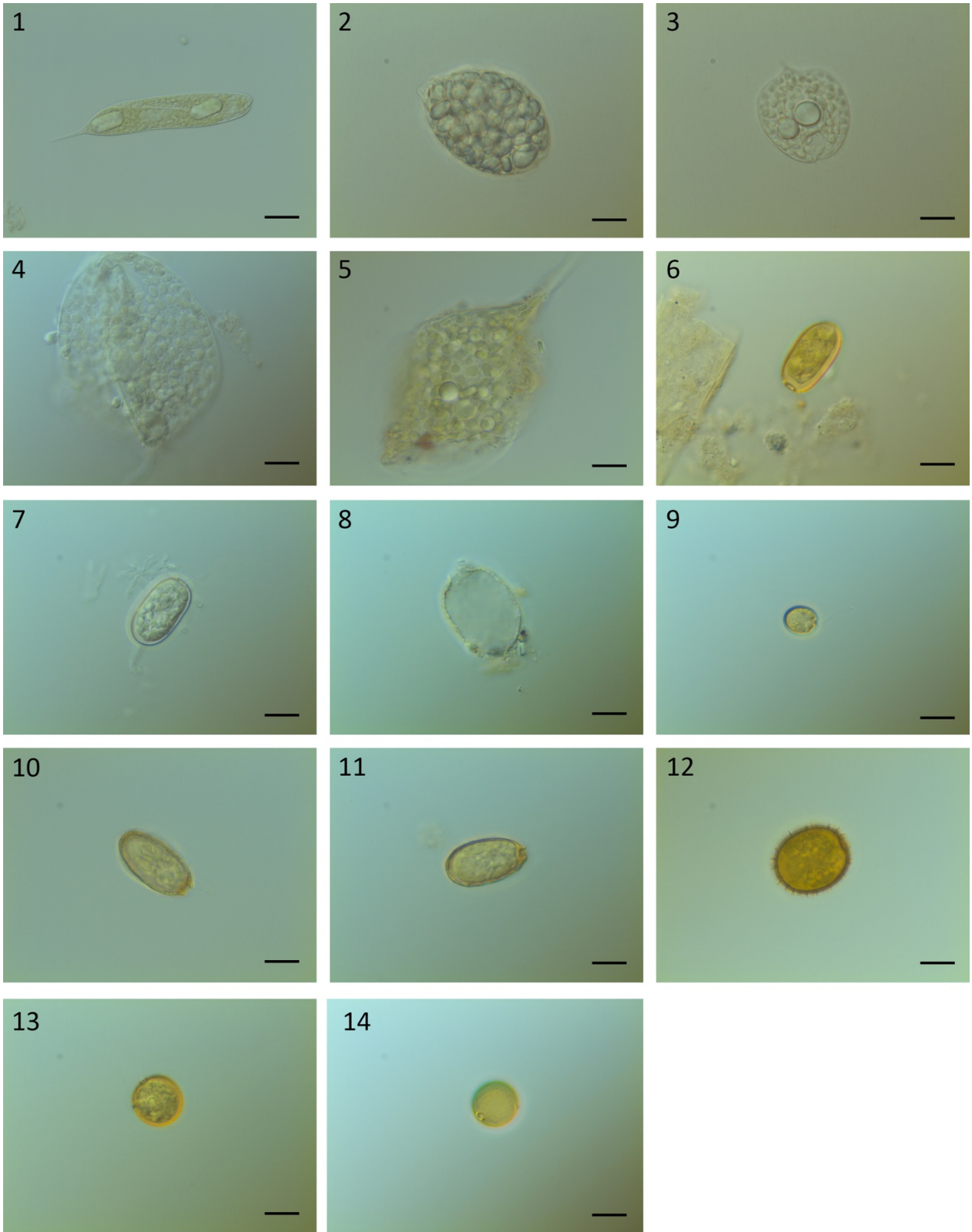
**Muestras:** TabCan054A, TabCan055A

**Distribución:** México: Estado de México, Oaxaca, Veracruz; Austria; España; Estados Unidos; Hungría; Islas Guadeloupe.

**Ambiente y forma de vida:** charcos; estanques de peces; presas; estanques; lagos, ríos.



**Figura 14.** 1) *Euglena agilis*, 2) *Euglena chlamydophora*, 3) *Euglena clavata*, 4) *Euglena gracilis*, 5) *Euglena limnophila* var. *minor*, 6) *Euglena mesnili*, 7) *Euglenaria clepsydroides*, 8) *Monomorpha pyrurum*, 9) *Strombomonas fluviatilis*, 10) *Strombomonas jaculata*, 11) *Strombomonas napiformis*, 12) *Strombomonas ovalis*, 13) *Strombomonas verrucosa* var. *conspersa*, 14) *Lepocinclis acus*, 15) *Lepocinclis ovum*. Barra = 10 µm.



**Figure 15.** 1) *Lepocinclis oxyuris*, 2) *Lepocinclis texta* var. *richiana*, 3) *Phacus acuminatus*, 4) *Phacus orbicularis*, 5) *Phacus tortus*, 6) *Trachelomonas abrupta*, 7) *Trachelomonas cylindrica* var. *decollata*, 8) *Trachelomonas lefevrei*, 9) *Trachelomonas oblonga*, 10) *Trachelomonas pulcherrima* var. *latior*, 11) *Trachelomonas pulcherrima* var. *minor*, 12) *Trachelomonas superba*, 13) *Trachelomonas verrucosa* var. *granulosa*, 14) *Trachelomonas volvocina* var. *punctata*. Barra = 10  $\mu$ m.

Heterokontophyta Hoek

Eustigmatophyceae Hibberd & Leedale

Goniochloridales nom. Inval.

Goniochloridaceae nom. Inval.

*Trachydiscus* Ettl

***Trachydiscus minutus* Ettl 1964** (Figura 17. 1)

Células solitarias de apariencia hexagonal, irregulares con los bordes redondeados; pared celular ornamentada en patrón “al tresbolillo” o quincunce; 3 cloroplastos laminares. Células de 7.8-8.7  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** Argentina; Bulgaria; Francia; República Checa; Ucrania.

**Ambiente y forma de vida:** estanques; planctónica.

***Trachydiscus sexangulatus* Ettl 1964** (Figura 17. 2)

Células hexagonales, irregulares con lados redondeados, pared áspera con gránulos alineados; seis cloroplastos con forma más o menos poligonal, ubicados hacia la periferia de la pared. Células de 15.6-16.5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestra:** TabCan056E

**Distribución:** Alemania; Bulgaria; Países Bajos.

**Ambiente y forma de vida:** lagos oligotróficos; planctónica.

Xanthophyceae Allorge ex Fritsch

Mischococcales Fritsch

Centrtractaceae Pascher

*Centrtractus* Lemmermann

***Centrtractus belonophorus* (Schmidle) Lemmermann 1900** (Figura 17. 3)

Células solitarias, elipsoidales o cilíndricas, rectas o ligeramente curvas; pared celular lisa y delgada, con espinas largas en los polos, rectas o curvas. Células de 29.2  $\mu\text{m}$  de largo, 5.8  $\mu\text{m}$  de diámetro, espinas de 26.3  $\mu\text{m}$  de largo.

**Muestras:** TabCan056E



**Distribución:** México: Michoacán, Yucatán; Estados Unidos; Hungría; Jamaica; Reino Unido; República Checa; Alemania; Países Bajos; Rumania; Escandinavia; Eslovaquia; España; Suecia; Ucrania; Cuba; Brasil; Sudan; Bangladesh; India; Irak; Israel; Japón; Rusia; Taiwán; Birmania; Singapur; Nueva Zelanda; Australia.

**Ambiente y forma de vida:** lagos, estanques; arroyos; estanques de peces; ríos; charcos; planctónica.

#### Pleurochloridaceae Pascher

*Pseudogoniochloris* Krienitz, Hegewald, Reymond & Peschke

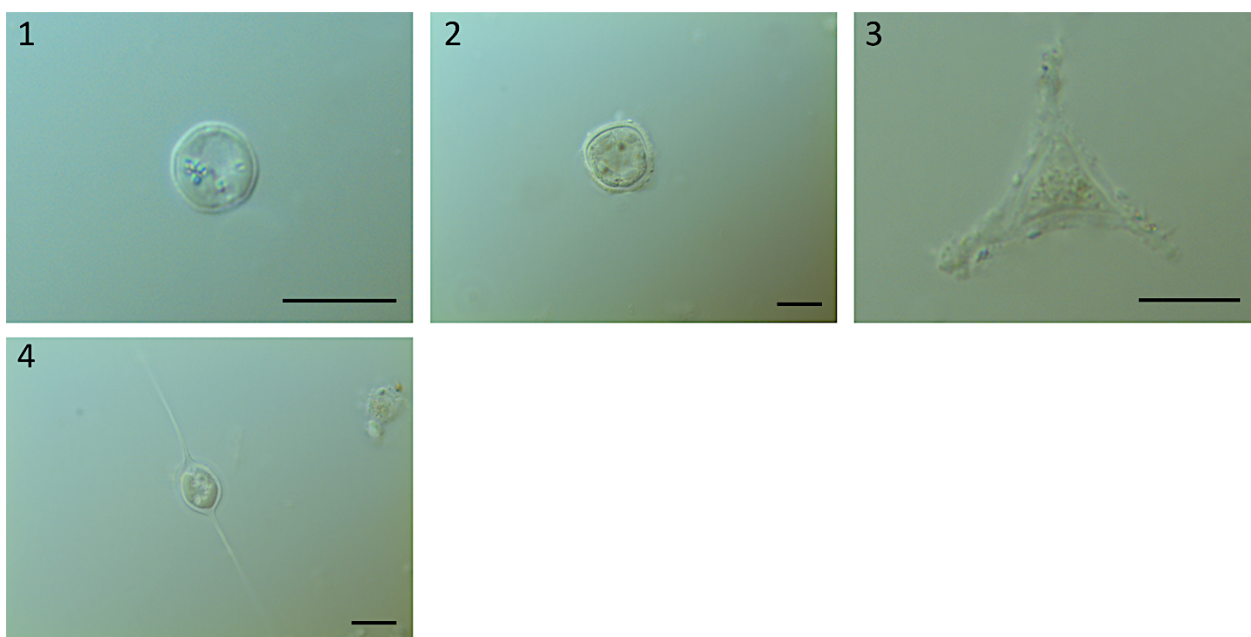
***Pseudogoniochloris tripus* (Pascher) Krienitz, Hegewald, Reymond & Peschke 1993** (Figura 17.

4)

Células triangulares; brazos cortos, hialinos que se reducen hacia los extremos, con un ligero abultamiento en la parte central, lados ligeramente convexos; pared celular incolora lisa a ligeramente granulada; de 3 a 6 cloroplastos parietales que no llegan hasta los brazos. Células de 22.4-24.4  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Muestras:** TabCan055A, TabCan056E

**Distribución:** México: Tabasco; Alemania; Escandinavia; Eslovaquia; Estados Unidos; Países Bajos.



**Figura 16.** 1) *Trachydiscus minutus*, 2) *Trachydiscus sexangulatus*, 3) *Pseudogoniochloris tripus*, 4) *Centritractus belenophorus*. Barra = 10  $\mu\text{m}$ .

Dinophyta Dillon

Dinophyceae Fritsch

Peridinales Haeckel

Proto-peridiniaceae Balech

*Glochidinium* Boltovskoy

***Glochidinium penardiforme* (Lemmermann) Boltovskoy 2000** (Figura 18. 1a-1c)

Fórmula de las placas: po, x, 4', 0a, 6'', 3c, 3c, 4s, 5''', 2'''''. Célula esférica, con cloroplastos; vista ventral simétrica, casi bilateral en el arreglo de las placas; la vista dorsal es asimétrica, no tiene placas intercalares; el cíngulo es circular, formado por tres placas. Célula de 23 µm de largo, 16 µm de diámetro.

**Muestras:** TabCan054A, TabCan054B, TabCan055A, TabCan055B, TabCan056A, TabCan056B, TabCan056C, TabCan056D, TabCan083.

**Distribución:** México: CdMx; Países Bajos; Rusia; Estados Unidos; Irak; Alemania; Rumania; España; Turquía; China; Dinamarca; Polonia; Portugal; Brasil; Uruguay; Israel; Japón.

**Ambiente y forma de vida:** lagos; planctónica.

*Kansodinium* Carty & Cox

***Kansodinium ambiguum* (Thompson) Carty & Cox 1986** (Figura 18. 2a-2b)

Fórmula de las placas: po, x, 3', 1a, 5'', 5''', 1'''''. Células redondas, epiteca hemisférica, hipoteca aplanada antapicalmente, compresión dorsoventral, placa 3' amplia, placa 1a tiene forma de rombo, placa 1'''' es grande; cíngulo con un ligero desplazamiento; poro apical redondeado; placas con ornamentaciones finas en forma reticulada o de estrías. Células de 23.4-29.6 µm de diámetro.

**Muestras:** TabCan053A, TabCan053B, TabCan054A, TabCan054B, TabCan055A, TabCan055B, TabCan065A, TabCan056B, TabCan056C, TabCan056D, TabCan056E, TabCan082, TabCan083, TabCan085A.

**Distribución:** Estados Unidos.

**Ambiente y forma de vida:** arroyos; meandros; lagos; planctónica.

***Peridiniopsis* cf. *thompsonii* Bourrelly ex Carty 2014** (Figura 18. 3)

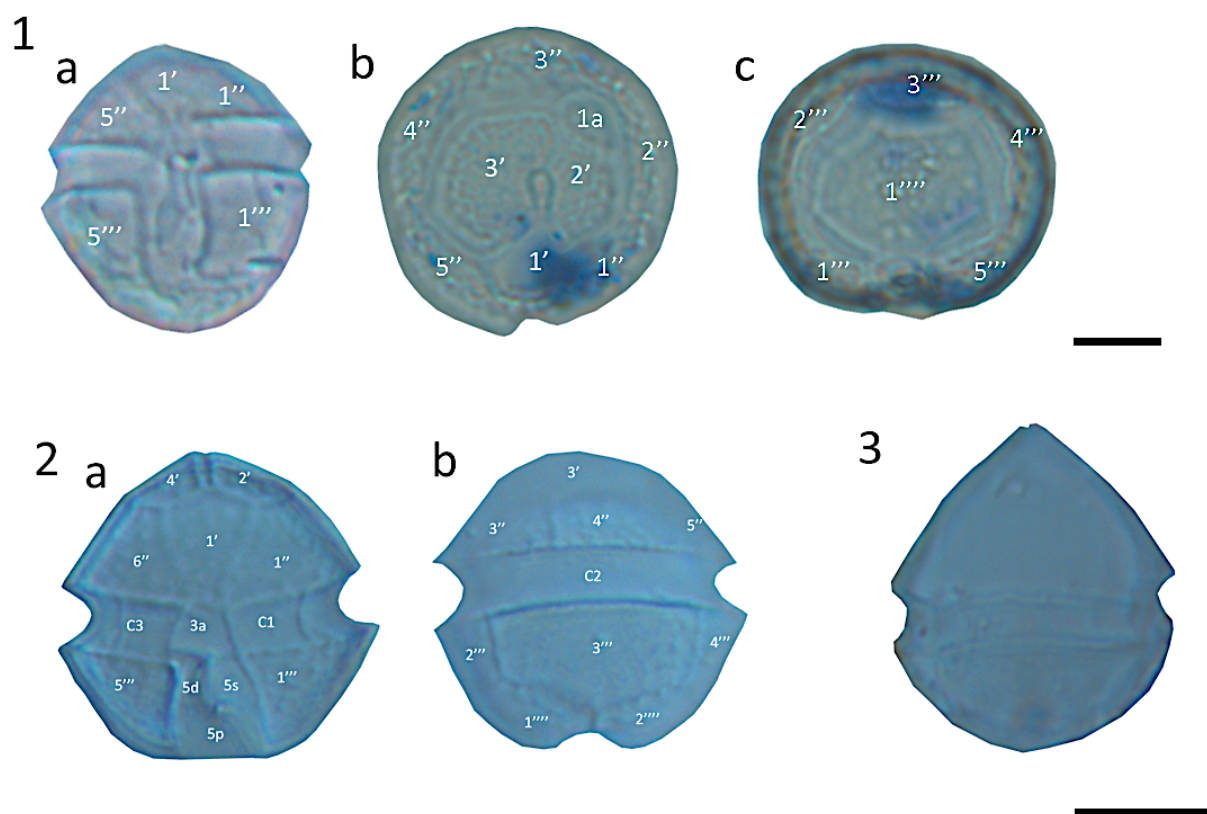
Fórmula de las placas: po, x, 5', 0a, 7'', 5''', 2'''''. Células ovoides; compresión en la parte dorsoventral; la hipoteca es más ancha que la epiteca, esta es estrecha hasta el poro apical; cingulo sin desplazamiento. Células de 22.4 µm de largo, 21.4 µm de ancho.

Esta especie no se pudo identificar con seguridad porque faltó observar con claridad todas las tecas.

**Muestras:** TabCan053A, TabCan053B, TabCan054A, TabCan054B, TabCan055A, TabCan055B, TabCan056A, TabCan056B, TabCan082, TabCan083.

**Distribución:** Georgia; Rumania; Rusia; Singapur; Sudan; Turquía.

**Ambiente y forma de vida:** reservorio; lago; planctónica.



**Figura 17.** 1) *Glochidinium penardiforme*, 2) *Kansodinium ambiguum*, 3) *Peridiniopsis* cf. *thompsonii*. Barra = 10 µm.



## Abundancia de las especies

**Cuadro 7.** Abundancia absoluta de las especies (células/L) y su abreviatura. S= sitios; profundidades: A (superficial), B (0.5 m), C (1 m), D (1.5 m), E (2 m).

Abreviatura	Lluvias										Secas					
	S1		S2		S3		S4				S1	S2	S3	S4		
	A	B	A	B	A	B	A	B	C	D	E	A	A	A	A	B
<i>Achnanthydium exiguum</i>	ACHexi										50	33.2				
<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	ANKspi			25									16.6			
<i>Lanceola spatulifera</i>	ANKlan										25					
<i>Aphanocapsa holsatica</i>	APHhol	25									50	2639.4	16.6	332	16.6	
<i>Aulacoseira granulata</i>	AULgra	25		25				75	50		450	398.4	66.4	16.6	66.4	
<i>Bacillaria paxillifera</i>	BACpax												16.6			
<i>Botryococcus braunii</i>	BOTbra												16.6			
<i>Centritractus belonophorus</i>	CENbel										75					
<i>Cocconeis placentula</i>	COCpla	100	800	150	1550	125	900	125	150	325	75	597.6	182.6	1162	149.4	132.8
<i>Coelastrum microporum</i>	COEmic											49.8	33.2			
<i>Coelomoron pusillum</i>	COEpus			50												
<i>Coenochloris pyrenoidosa</i>	COEpyr			50									33.2			
<i>Comasiella arcuata</i> var. <i>platydisca</i>	COMarc												16.6			
<i>Cosmarium</i> af. <i>tenuis</i>	COSsten			75												
<i>Cosmarium regnellii</i> var. <i>pseudoregnellii</i>	COSreg			25									49.8	16.6		
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>minutum</i>	COSsub			25												
<i>Cosmarium undulatum</i> var. <i>minutum</i>	COSund		25			25										
<i>Craticula ambigua</i>	CRAamb								25			49.8				
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	CYCmen		225	225	125	50		50	75	25	25	498	149.4	49.8	182.6	33.2
<i>Cymbella aspera</i>	CYMasp											16.6	16.6			
<i>Desmodesmus aculeolatus</i>	DESacu			25									132.8	33.2		
<i>Desmodesmus armatus</i>	DESarm	25	25			25							33.2		33.2	
<i>Desmodesmus lefevrei</i>	DESlef															
<i>Desmodesmus magnus</i>	DESmag	100											16.6			
<i>Desmodesmus opoliensis</i>	DESopo	25											16.6			
<i>Diademesis confervacea</i>	DIacon							25					16.6			
<i>Dictyosphaerium chlorelloides</i>	DICchl		25	100		25							83		33.2	
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	DYcehr															
<i>Diploneis ovalis</i>	DIPova							125					33.2			
<i>Discostella stelligera</i>	DISste												33.2			
<i>Encyonema mesianum</i>	ENCmes												16.6			
<i>Encyonema mexicanum</i>	ENCmex			25									16.6			
<i>Epithemia turgida</i>	EPItur	100	75	500	300	125	100	25			25	1062.4	614.2		116.2	33.2
<i>Eucapsis parallelepipedon</i>	EUCpar												16.6			
<i>Eucapsis starmachii</i>	EUCsta	25											16.6			
<i>Euglena agilis</i>	EUGagi	50	25													
<i>Euglena chlamydohora</i>	EUGchl			50												
<i>Euglena clavata</i>	EUGcla	75	25	300	125		25	100	125	25		49.8	33.2	16.6	16.6	
<i>Euglena gracilis</i>	EUGgra	75		175	200	25	25					16.6				
<i>Euglena limnophila</i> var. <i>minor</i>	EUGlim	50		250	50	50		75				332	49.8		16.6	

<i>Euglenaria clepsydroides</i>	EUGcle	50	25	350	25	25	100	275	25	25			49.8	547.8	16.6	
<i>Fallacia pygmaea</i>	FALpyg												33.2			
<i>Glochidinium penardiforme</i>	GLOpen			500	900	125	75	425	25	25	75		182.6			
<i>Gomphonema gracile</i>	GOMgra			25	25			25		25	25	83	16.6			
<i>Gomphonema pygmaeum</i>	GOMpyg											16.6				
<i>Gomphonema vibrio</i>	GOMvib											182.6	16.6		16.6	16.6
<i>Gonium formosum</i>	GONfor			100												
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	GYRacu				25			25				50	66.4	265.6		33.2
<i>Gyrosigma fasciola</i>	GYRfas				25			25				225	33.2	49.8		16.6
<i>Gyrosigma obscurum</i>	GYRobs	25		25								25	33.2	332		132.8
<i>Hariotina reticulata</i>	HARret												16.6	16.6		
<i>Iconella guatimalensis</i>	ICOgua												16.6	16.6		16.6
<i>Kansodinium ambiguum</i>	KANamb	250		50	4725	75	375	675	425	125	25	125	16.6	99.6		33.2
<i>Kirchneriella irregularis</i>	KIRirr			50												
<i>Lagerheimia chodatii</i>	LAGcho											25	16.6	16.6		
<i>Lepocinclis acus</i>	LEPacu											50	16.6	16.6		
<i>Lepocinclis ovum</i>	LEPovu	25		75			25	50					16.6	49.8		
<i>Lepocinclis oxyuris</i>	LEPoxy			50				25								
<i>Lepocinclis texta var. richiana</i>	LEPtex	100	50	725	50	200		25	25							
<i>Mastogloia elliptica</i>	MASell	25										25	83			
<i>Mastogloia lacustris</i>	MASlac	25		25			25					25	49.8	116.2		33.2
<i>Monactinus simplex</i>	MONsim	100		25	75								199.2	49.8		49.8
<i>Monactinus simplex var. sturmii</i>	MONstu	25											16.6			
<i>Monomorphina pyrum</i>	MONpyr	325	175	1174	250	225	125	125	175		50		49.8	49.8		16.6
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	MONarc					25										
<i>Monoraphidium caribeum</i>	MONcar			25												
<i>Navicula caroliniae</i>	NAVcar												16.6	16.6		
<i>Navicula cryptotenella</i>	NAVcry			25								50				
<i>Navicula podzorskii</i>	NAVpod												16.6			
<i>Navicula praeterita</i>	NAVpra	25										25	16.6	16.6		
<i>Navicula rostellata</i>	NAVros	50										25				
<i>Neidium ampliatus</i>	NElamp	25										100	16.6			
<i>Neidium productum</i>	NElpro	50			25							25	33.2	16.6		
<i>Nitzschia amphibia</i>	NITamp													16.6		
<i>Nitzschia palea</i>	NITpal	25											33.2			
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	NITsig	25			25	25						75	16.6	398.4		16.6
<i>Nitzschia sinuata var. delognei</i>	NITsin													16.6		
<i>Oocystis marssonii</i>	OOCmar	25		25												
<i>Pandorina morum</i>	PANmor		25	250	25		25	25				25	116.2	33.2	166	49.8
<i>Pediastrum duplex</i>	PEDup											25				16.6
<i>Peridiniopsis thompsonii</i>	PERtho	625	100	675	1325	725	325	225	75				16.6	464.8		
<i>Phacotus lenticularis</i>	PHAlen			800	275	225	50	2250	1125	600	675	425	16.6	33.2	13.61.2	332
<i>Phacus acuminatus</i>	PHAacu			75										16.6		
<i>Phacus orbicularis</i>	PHAorb			25								25				
<i>Phormidium formosum</i>	PHOfor											25				
<i>Placoneis exigua</i>	PLAexi													33.2		16.6
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	PLAlim	50	25	25												
<i>Planktolyngbya regularis</i>	PLAreg		50	50		25	50		50	25	25	75	16.6			
<i>Pleodorina californica</i>	PLEcal		25	675	75	25						25	215.8	33.2		16.6

<i>Pseudanabaena catenata</i>	PSEcat	100	50	225		50	25	100	50	75		49.8		
<i>Pseudanabaena galeata</i>	PSEgal			175		225				25		33.2		
<i>Pseudodidymocystis fina</i>	PSEfin											16.6		
<i>Pseudogoniochloris tripus</i>	PSEtri	50		50					25		50			
<i>Rhopalodia gibba</i>	RHOgib	50		100		25				50	150	249	49.8	33.2
<i>Scenedesmus ovalternus</i>	SCEova											16.6		
<i>Scenedesmus smithii</i>	SCEsmi											16.6		
<i>Sellaphora pupula</i>	SElpup	50					25					132.8		
<i>Spirulina subsalsa</i>	SPIsub	325	25	25		25		25		50	25	16.6	16.6	
<i>Staurastrum laeve</i>	STAlae	25		125		50								
<i>Stauridium tetras</i>	STAtet									25		16.6		
<i>Staurosira construens var. construens</i>	STAcon	25									50	16.6		
<i>Staurosira construens var. venter</i>	STAven										50			
<i>Strombomonas fluviatilis</i>	STRflu			25			25							
<i>Strombomonas napiformis</i>	STRnap	25		75	375	25	350	100	50	25			49.8	16.6
<i>Strombomonas ovalis</i>	STRova		25	75		50		25	25			16.6		
<i>Strombomonas verrucosa var. conspersa</i>	STRver											33.2	381.8	
<i>Surirella tenera</i>	SURten											49.8	16.6	
<i>Tetraedron minimum</i>	TETmin		25			25								
<i>Trachelomonas abrupta</i>	TRAabr	25		75										
<i>Trachelomonas cylindrica var. decollata</i>	TRAcyl			50	50							16.6		
<i>Trachelomonas oblonga</i>	TRAobl			100		50					25			
<i>Trachelomonas pulcherrima var. latior</i>	TRAlat			175			50				50			
<i>Trachelomonas pulcherrima var. minor</i>	TRAmin			50		25	25							
<i>Trachelomonas superba</i>	TRAsup												49.8	
<i>Trachelomonas verrucosa var. granulosa</i>	TRAver			100			50		25		25	49.8		
<i>Trachelomonas volvocina var. punctata</i>	TRAvol			175		50	25	25						
<i>Trachydiscus minutus</i>	TRAmin							25						
<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	TRAsex													25
<i>Tryblionella calida</i>	TRYcal	25										149.4	49.8	
<i>Tryblionella gracilis</i>	TRYgra											249		
<i>Tryblionella hungarica</i>	TRYhun				25							16.6		
<i>Ulnaria acus</i>	ULNacu													16.6
<i>Ulnaria ulna</i>	ULNuln												16.6	

## Diversidad y dominancia de las especies

A partir de los valores de riqueza y abundancia absoluta de las especies de la comunidad fitoplanctónica del lago Cantemual en la temporada de lluvias y secas (ver arriba Cuadro 7), se calcularon los índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Simpson ( $D'$ ) y Pielou ( $J'$ ) (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Valores de riqueza total (S); Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ); Índice de Simpson ( $D'$ ); Índice de Pielou ( $J'$ ) de cada sitio en la temporada de lluvias y de secas.

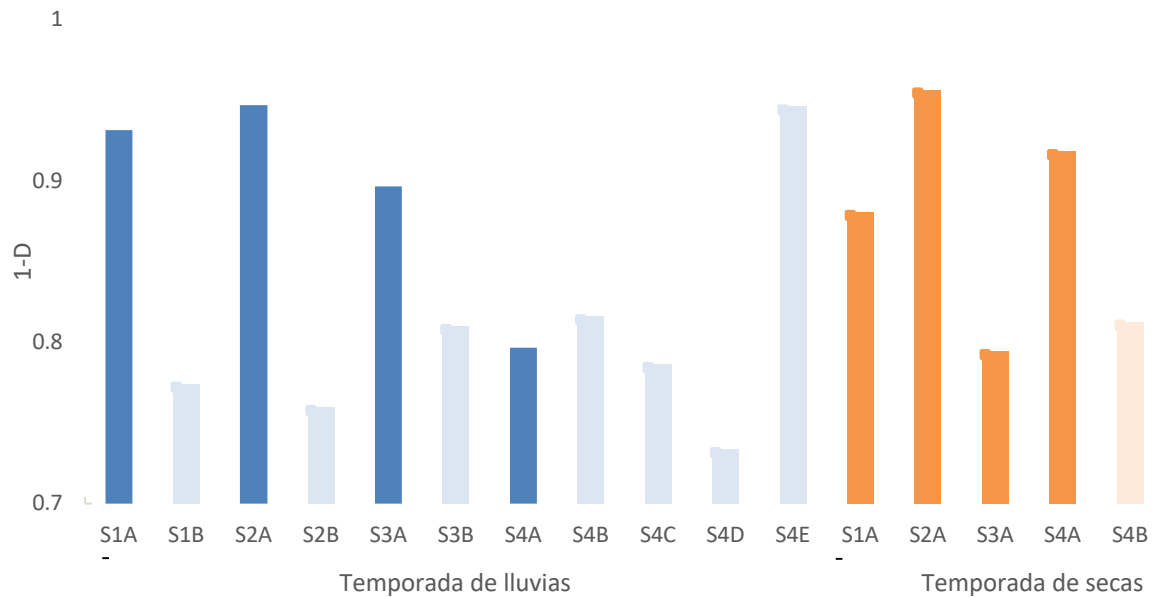
	Temporada de lluvias											Temporada de secas				
	S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	S4A	S4B	S4C	S4D	S4E	S1A	S2A	S3A	S4A	S4B
S	42	20	54	26	28	18	30	20	14	14	51	63	68	18	30	10
$H'$	3.19	2.14	3.34	1.99	2.74	2.16	2.30	2.16	1.91	1.81	3.42	2.84	3.54	1.92	2.91	1.96
$D'$	0.93	0.77	0.95	0.76	0.90	0.81	0.80	0.82	0.79	0.73	0.95	0.88	0.96	0.79	0.92	0.81
$J'$	0.65	0.50	0.56	0.33	0.58	0.47	0.43	0.44	0.46	0.44	0.70	0.45	0.60	0.34	0.63	0.61

Los valores obtenidos con el índice de Shannon-Wiener (Figura 18) muestran que aquellos sitios que tienen valores  $> 2.5$ , en su mayoría son los sitios superficiales, los cuales exhibieron una diversidad alta, excepto el sitio S3A en la temporada de seca; de la misma manera, se observa que en el sitio S4 en la temporada de lluvias disminuyó su diversidad conforme a su profundidad, sin embargo, en la muestra más profunda de 2.0 m en el sitio 4 (S4E) hay un aumento en la diversidad de especies (Figura 18).



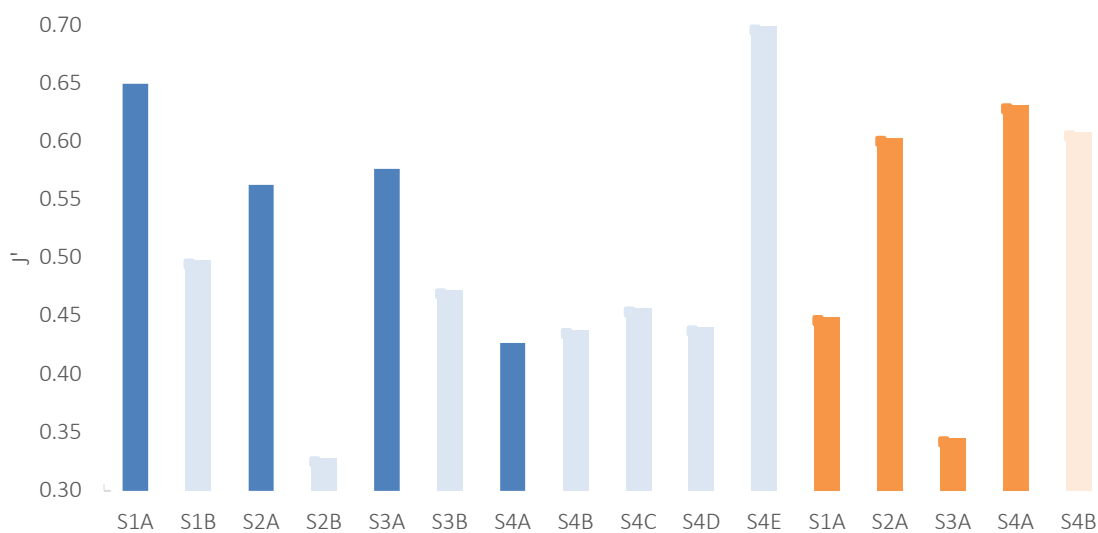
**Figura 18.** Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), los sitios superficiales representan mayor diversidad, los sitios a una profundidad mayor de 0.5 m son los menos diversos, excepto el sitio S4E es mayor. Profundidades de los sitios: A (superficial), B (0.5 m), C (1 m), D (1.5 m), E (2 m).

A pesar de que se observa una diversidad alta en la superficie de la mayoría de los sitios, la diversidad dentro de la comunidad fitoplanctónica no es la misma. El índice de Simpson ( $D'$ ) indicó una dominancia desigual en todos los sitios con valores entre 0.7-0.9 (Figura 19), aquellos sitios con valores cercanos a 1 representaron menor dominancia y de manera inversa los sitios con valores cercanos a 0 tienen mayor dominancia de especies.



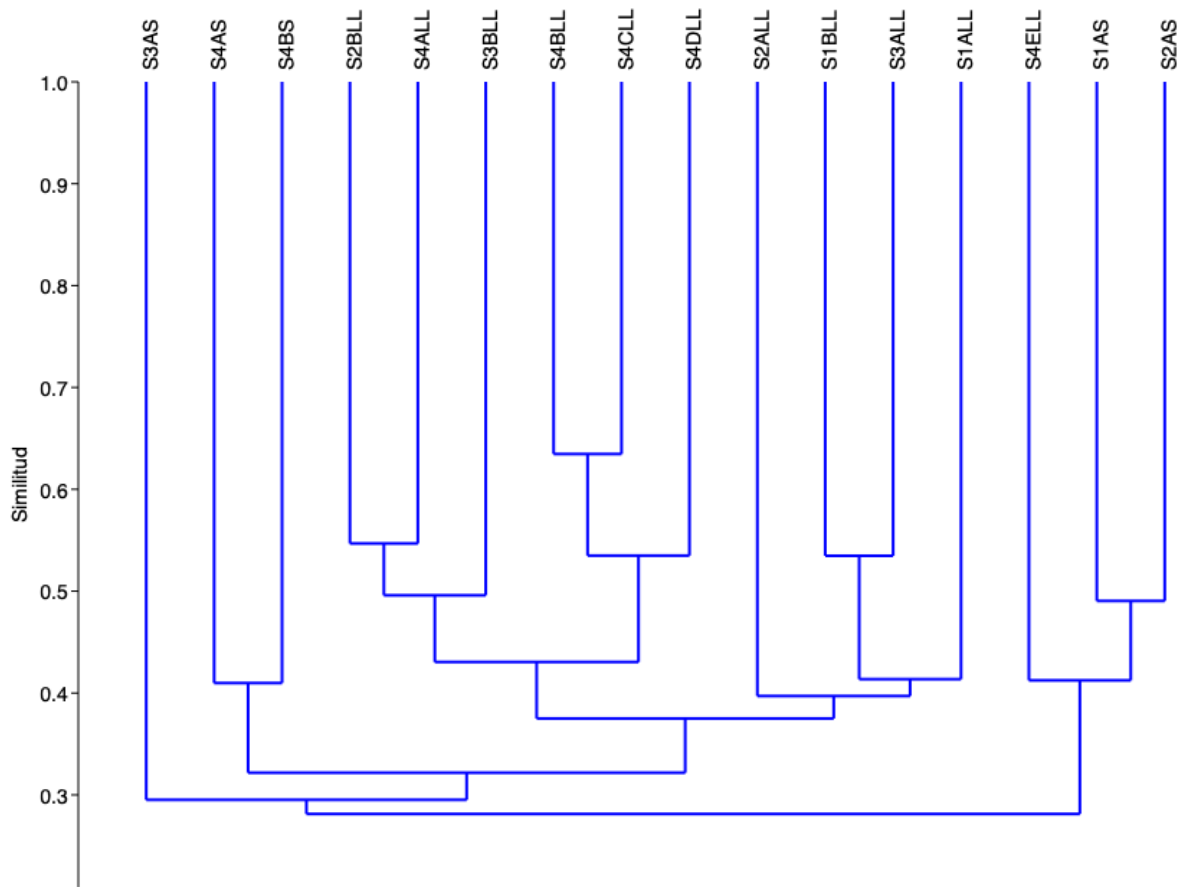
**Figura 19.** Índice de Simpson ( $D$ ), los sitios que tiene valores cercanos a 1 representan menor dominancia que los que se acercan más a 0. Profundidades: A (superficial), B (0.5 m), C (1 m), D (1.5 m), E (2 m).

Mientras que la equitatividad encontrada tanto en la temporada de lluvias como de secas tiene un intervalo de valores de 0.33 a 0.7 (Figura 20), por lo que más de la mitad está por debajo de 0.5, esto refleja que las abundancias son desiguales dentro de la comunidad fitoplanctónica, sobre todo en los sitios el S2B de la temporada de lluvias y S3A de la temporada de lluvias.



**Figura 20.** Índice de Pielou ( $J'$ ), los sitios que se acercan al valor de cero, representan mayor desigualdad. Profundidades: A (superficial), B (0.5 m), C (1 m), D (1.5 m), E (2 m).

Con los valores de abundancia de las especies para cada sitio y temporada se realizó un análisis de agrupamientos con el índice de similitud de Bray-Curtis (Figura 21), el cual mostró las asociaciones entre los diferentes taxa y evidenció 3 grupos. El primer grupo lo integran sitios de la temporada de secas: S1AS, S2AS, S4ELL, estos comparten más de la mitad de las especies y son aquellos sitios que presentaron una diversidad alta y poca dominancia. El grupo 2 lo integran los sitios S2BLL, S4ALL, S3BLL, S4BLL, S4CLL, S4DLL, S2ALL, S1BLL, S1ALL, claramente se distinguieron por tener una similitud en la composición taxonómica particular a la temporada de lluvias. Mientras que en el grupo 3 se agruparon los sitios S4AS y S4BS, se caracterizaron por su escasa abundancia, poca dominancia y poca equitatividad, es decir, baja similitud en la abundancia de las especies.



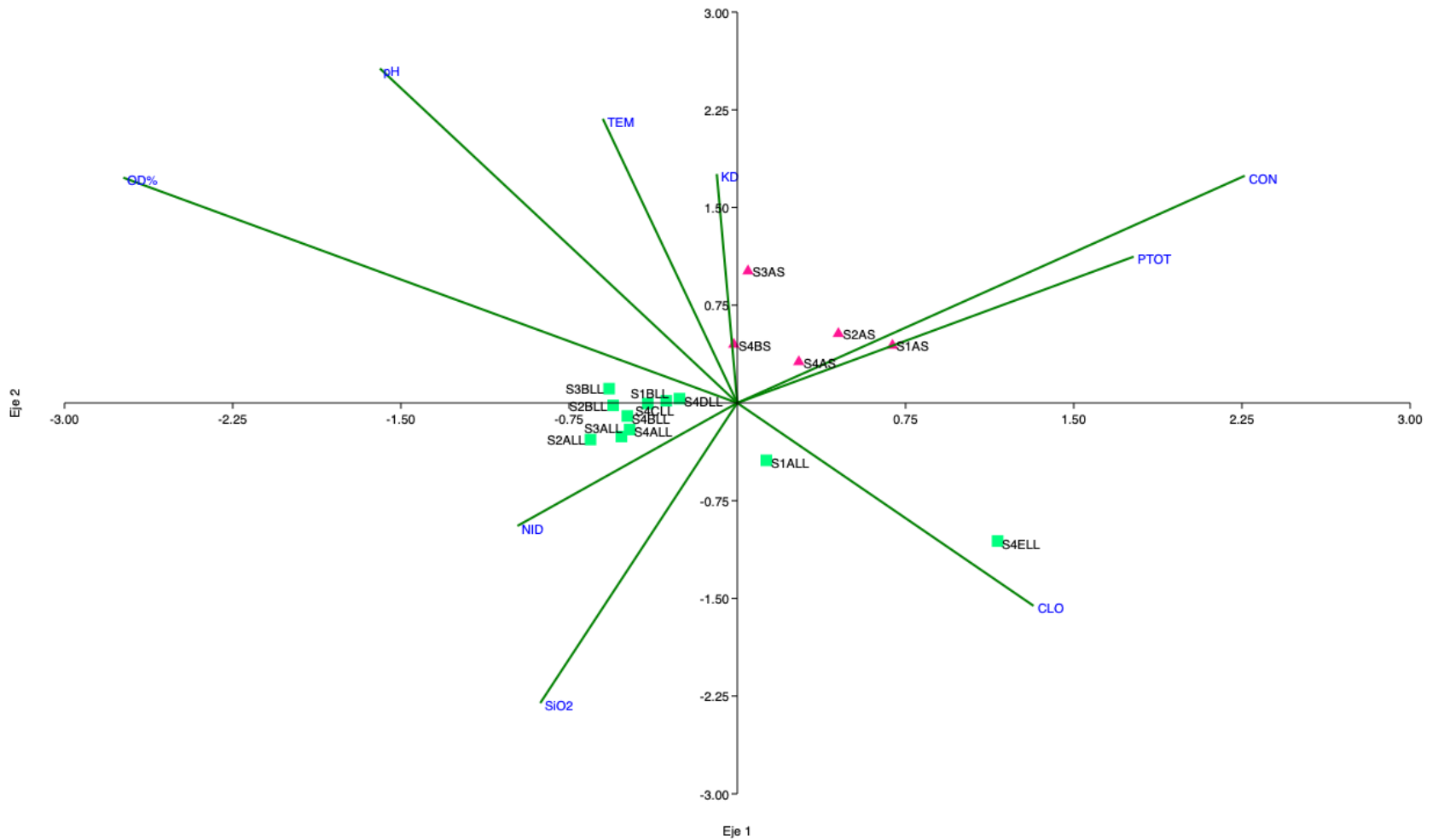
**Figura 21.** Dendrograma de similitud (UPGMA) con el índice de Bray-Curtis, muestra los grupos formados por similitud entre la composición fitoplanctónica de los sitios del lago Cantemual durante la temporada de lluvias y temporada de secas.

## **Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)**

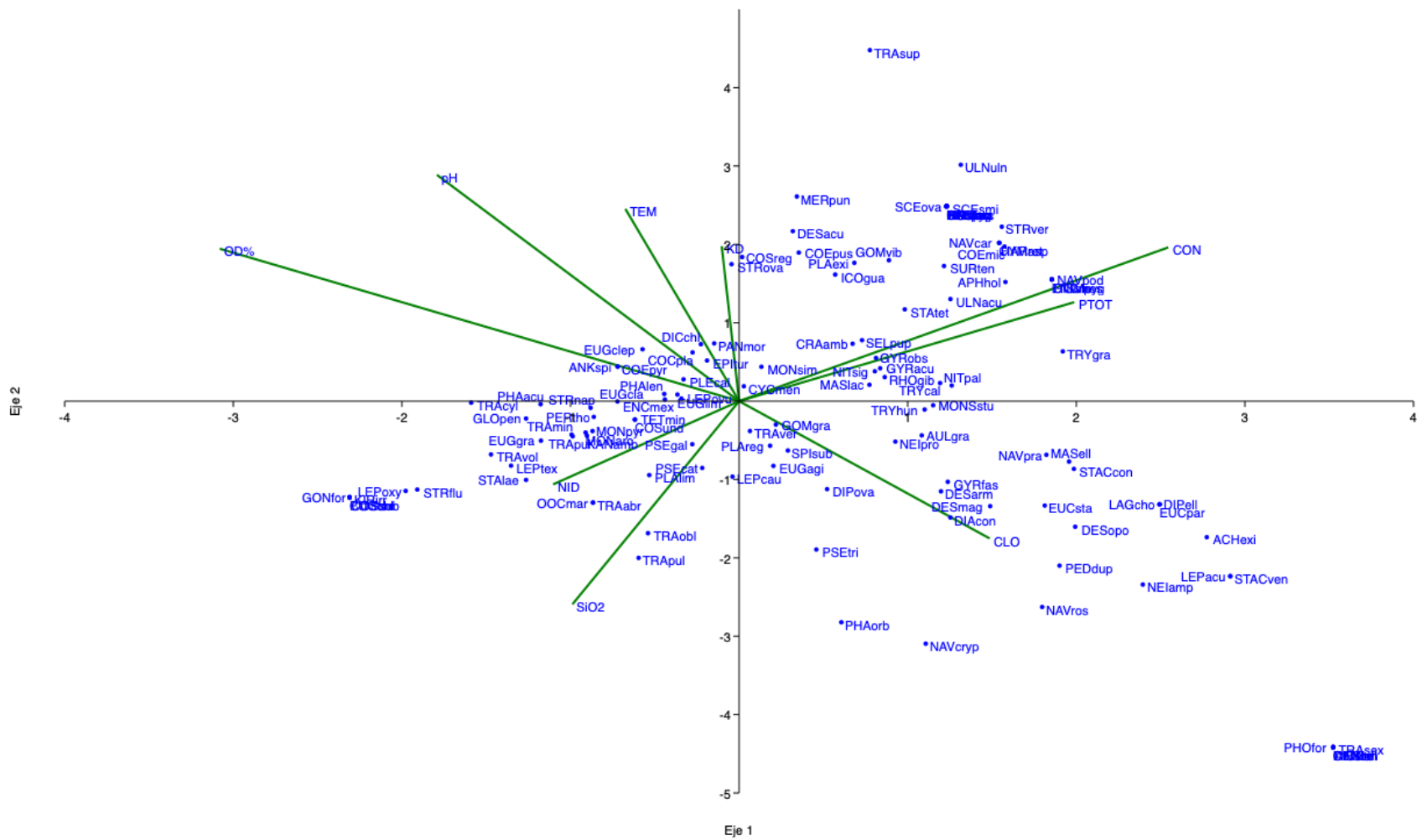
El Análisis de Correspondencia Canónica representó los gradientes ambientales del lago Cantemual, donde se consideró que la abundancia de 124 especies fitoplanctónicas respondieron a 9 variables ambientales en los cuatro sitios de recolecta durante la temporada de lluvia de 2016 y seca 2017. Su relación se puede visualizar en el triplot (Figura 21 y Figura 22), donde la longitud y posición de las flechas (variables), proveen información sobre la fuerza y sentido de la correlación con respecto a la distribución de las especies y su abundancia. El eje 1 representó el 30.9 % de la variación de los datos y el eje 2 el 23.8 %, con una  $p$  calculada de 0.048, valor menor al nivel de significancia. El ACC permitió visualizar la distribución espacial y temporal de los sitios, donde hay una agrupación entre la temporada de lluvias y la temporada de secas.

En el primer cuadrante se encontraron agrupados los sitios de la temporada de secas S1AS, S2AS, S3AS, S4AS, S4BS, donde el eje 1 se correlaciona positivamente con el fósforo total (PT) y la conductividad (COND) y el eje 2 muestra una correlación positiva con el coeficiente de atenuación (KD) y la temperatura (TEM); es en esta época donde aumentaron los valores de esas cuatro variables ambientales (Figura 22). Las especies más abundantes asociadas a esas condiciones fueron *Aphanocapsa holsatica*, *Merismopedia punctata*, *Coelomoron pusillum*, *Scenedesmus ovalternus*, *Desmodescum aculeolatus*, *Scenedesmus smithii*, *Coelastrum microporum*, *Stauridium tetras*, *Monactinus simplex*, *Trachelomonas superba*, *Strombomonas verrucosa* var. *conspersa*, *Cosmarium regnellii* var. *pseudoregnellii*, *Surirella tenera*, *Ulnaria ulna*, *Cymbella aspera*, *Surirella tenera*, *Discostella stelligera*, *Navicula podzorskii*, *Ulnaria acus*, *Gomphonema vibrio*, *Iconella guatemalensis*, *Placoneis exigua*, *Craticula ambigua*, *Sellaphora pupula*, *Nitzschia palea*, *Tryblionella gracilis*, *Tryblionella calida*, *Mastogloia lacustris*, *Nitzschia sigmoidea*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella aspera* (Figura 23).





**Figura 22.** ACC de los sitios en la temporada de lluvia (cuadros verdes) y los sitios en temporada de secas (triángulos rojos) y las variables ambientales (líneas verdes) del lago Cantemul. Sitios de la temporada de lluvias: S1ALL, S2BLL, S2ALL, S3ALL, S3BLL, S4ALL, S4BLL, S4CLL, S4DLL, S4ELL y de la temporada de secas: S1AS, S2AS, S3AS, S4AS, S4BS; A= muestras superficiales, B= muestras a 0.5 m, C= muestras a 1.0 m, D= muestras a 1.5 m, E= muestras a 2.0 m. Variables físicas y químicas: TEM (temperatura), pH, OD% (saturación del oxígeno disuelto), KD (coeficiente de atenuación), NID (nitrógeno inorgánico disuelto), SiO<sub>2</sub> (óxido de silicio), CON (conductividad) y PTOT (fósforo total)



**Figura 23.** ACC de la abundancia de las especies fitoplanctónica (puntos azules), las variables ambientales (líneas verdes) del lago Cantemual. Sitios de la temporada de lluvias: S1ALL, S2BLL, S2ALL, S2BLL, S3ALL, S3BLL, S4ALL, S4BLL, S4CLL, S4DLL, S4ELL y de la temporada de secas: S1AS, S2AS, S3AS, S4AS, S4BS; A= muestras superficiales, B= muestras a 0.5 m, C= muestras a 1.0 m, D= muestras a 1.5 m, E= muestras a 2.0 m. Variables físicas y químicas: TEM (temperatura), pH, OD% (saturación del oxígeno disuelto), KD (coeficiente de atenuación), NID (nitrógeno inorgánico disuelto), SIO<sub>2</sub> (óxido de silicio), CON (conductividad), PTOT (fósforo total) y CLO (clorofila)

En el segundo y tercer cuadrante se ubicaron sitios de la temporada de lluvias S1BLL, S3BLL y S4DLL, S2ALL, S2BLL, S3ALL, S4ALL, S4BLL, S4CLL, donde el eje 1 se correlaciona negativamente con la saturación del oxígeno disuelto (OD %), nitrógeno inorgánico (NID), el eje 2 se correlaciona negativamente con el SiO<sub>2</sub>, y el pH (Figura 22). Las especies presentes fueron *Planktolyngbya limnetica*, *Pseudanabaena catenata*, *Pseudanabaena galeata*, *Pandorina morum*, *Dictyosphaerium chlorelloides*, *Pleodorina californica*, *Coenochloris pyrenoidosa*, *Ankistrodesmus spiralis*, *Phacotus lenticularis*, *Gonium formosum*, *Kirchneriella irregularis*, *Monoraphidium arcuatum*, *Oocystis marssonii*, *Euglenaria clepsydroides*, *Euglena clavata*, *Strombomonas napiformis*, *Strombomonas ovalis*, *Lepocinclis ovum*, *Trachelomonas cylindrica* var. *decollata*, *Trachelomonas pulcherrima* var. *latior*, *Trachelomonas oblonga*, *Trachelomonas abrupta*, *Trachelomonas volvocina* var. *punctata*, *Lepocinclis texta* var. *richiana*, *Euglena gracilis*, *Strombomonas fluviatilis*, *Lepocinclis oxyuris*, *Monomorphina pyrum*, *Cocconeis placentula*, *Encyonema mexicanum*, *Epithemia turgida*, *Trachydiscus minutus*, *Staurostrum laeve*, *Cosmarium subtumidum* var. *minutum*, *Cosmarium* aff. *undulatum* var. *minutum*, *Kansodinium ambiguum*, *Peridiniopsis* cf. *thompsonii*, *Glochidinium penardiforme* (Fig. 23).

El cuarto cuadrante se encuentran los sitios S4ELL y S1ALL de la temporada de lluvias, donde se observa una correlación negativa con la clorofila (CLOR), en estos sitios se reportó una concentración baja de clorofila (Figura 22). Las especies asociadas fueron *Phormidium formosum*, *Trachydiscus sexangulatus*, *Phacus orbicularis*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula rostellata*, *Neidium ampliatum*, *Staurosira construens* var. *construens*, *Lepocinclis acus*, *Pediastrum duplex*, *Achnantheidium exiguum*, *Eucapsis parallelepipedon*, *Eucapsis starmachii*, *Monactinus simplex* var. *sturmii*, *Tryblionella hungarica*, *Gomphonema gracile*, *Strombomonas verrucosa* var. *conspersa*, *Aulacoseira granulata*, *Neidium productum*, *Spirulina subsalsa*, *Euglena agilis*, *Diploneis ovalis*, *Gyrosigma fasciola*, *Desmodesmus armatus*, *Desmodesmus magnus*, *Desmodesmus opoliensis*, *Diadesmis confervacea*, *Mastogloia elliptica*, *Navicula praeterita*, *Lagerheimia chodatii*, *Placoneis exigua* (Fig. 23).

# Discusión

## **Sobre las características ambientales del lago Cantemual**

Las condiciones ambientales del estado de Tabasco difieren de las que se han reportado en el área central del país, donde el agua es moderadamente dura, con carbonatos, bicarbonatos y silicatos disueltos, un pH 9-10 y con el 85-95 % de saturación de oxígeno; por otro lado, en la península de nuestro país las condiciones ambientales son completamente distintas, como es el caso de los sistemas kársticos en la península de Yucatán, donde los cuerpos de agua son oligotróficos, tienen un intervalo amplio de pH 6.3-10.3, con una dominancia de sales de calcio y una concentración baja de nutrientes (Gutiérrez-Aguirre y Suárez-Morales, 2001; Moreno-Ruiz, 2005). Mientras que el estado de Tabasco, al encontrarse en la región sureste tropical de México, se caracteriza por presentar elevadas temperaturas a lo largo del año con ligeros decrementos en los meses de invierno, veranos lluviosos y en periodos cortos en secas con lluvias ocasionales, pH de 6-8, baja salinidad, el tipo de agua es medio con dióxido de carbono y bicarbonato (Hernández-Avilés *et al.*, 2007; Moreno-Ruiz, 2005; INEGI, 2005).

El lago Cantemual al encontrarse en el estado de Tabasco, es considerado un lago somero, el cual presenta una profundidad máxima de 2.2 m, con variaciones en los cambios de volumen de agua entre temporadas (Hernández-Avilés *et al.*, 2007; Gutiérrez-Aguirre y Suárez-Morales, 2001), además presenta una gran abundancia de especies de macrófitas sumergidas como *Vallisneria americana*, *Ceratophyllum demersum* y la flotante *Eichhornia crassipes*.

Otra característica que presentó el lago Cantemual fue una sobresaturación de oxígeno hasta de un 152.2 % durante la temporada de lluvias, los valores probablemente también estén relacionados con la abundancia de la vegetación sumergida y la actividad fotosintética del fitoplancton, en conjunto, probablemente contribuyen con valores mayores al 100 % de la saturación del oxígeno en el agua. Al igual que Mireles (2019) indicó que el lago tabasqueño, Las Ilusiones, presenta hasta un 110 % de saturación de oxígeno. Sin embargo, lo reportado por Moreno-Ruiz (2005) y Gutiérrez-Aguirre y Suárez-Morales (2001), indican que los cuerpos de agua ubicados en las cuencas Usumacinta y Grijalva-Villahermosa, presentan intervalos bajos de saturación de oxígeno entre 16-27 %.

En cuanto a las diferencias en el gradiente de temperatura vertical en la columna de agua parecen ser relativamente pequeñas entre temporadas. Aunque, en la temporada de secas la temperatura aumentó y como consecuencia la concentración de las sales también, es decir, la conductividad incrementó (401-426  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), así como también aumentó la concentración de la materia orgánica, lo cual provocó diferencias en la composición y la riqueza del fitoplancton. En contraste, en la temporada de lluvias disminuyó la conductividad (333-395  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), esto podría explicarse por el proceso de dilución de las sales en el lago causado por las lluvias intensas y constantes en esa temporada (Hernández-Avilés *et al.*, 2007).

Por otra parte, la composición iónica de Cantemual en ambas temporadas exhibió una dominancia de bicarbonatos-cálcicos y eso tuvo un efecto directo sobre la alcalinidad (Likens, 2009), donde el pH tiende a ser alcalino o circumneutros (Gutiérrez-Aguirre y Suárez-Morales, 2001; Moreno-Ruiz, 2005; Mireles, 2019) con una tendencia a aumentar la alcalinidad en la temporada de secas. Se ha reportado que los lagos tabasqueños como las Ilusiones y San José presentan una dominancia de bicarbonatos-cálcicos durante la temporada de lluvias al igual que Cantemual, pero una dominancia de bicarbonatos-sódicos en secas (Mireles, 2019). A pesar de que los tres cuerpos de agua se ubican dentro de la región hidrológica Grijalva-Usumacinta, cuenca Grijalva-Villahermosa (INEGI, 2005), la composición iónica es diferente, probablemente por las actividades particulares que se llevan a cabo alrededor de cada cuerpo de agua.

En cuanto a la concentración de  $\text{SiO}_2$  en el lago Cantemual, donde se registró de 4.1-12.4 mg/L, los valores más altos ocurrieron en la temporada de lluvias y menores en secas, en esta última temporada se observó una mayor presencia de diatomeas. Se ha reportado en otros lagos de Tabasco, como en San José y Las Ilusiones que hay una relación importante entre el grupo de diatomeas y las concentraciones de sílice y de calcio, estos elementos participan en la síntesis de la frústula y su desplazamiento en el medio (Mireles, 2019). Por otro lado, las concentraciones de nitrógeno inorgánico disuelto en ambas temporadas fueron bajas de 0.03-0.07 mg/L, en comparación con los valores registrados en otros lagos de Tabasco (Mireles, 2019)

Curiosamente, se ha demostrado que los lagos tropicales someros muestran un estado eutrófico (Alcocer y Escobar, 1996) y el lago Cantemual no es la excepción, las concentraciones de fósforo fueron altas en ambas temporadas, por lo que al obtener el índice de estado trófico de Carlson (1977) y siguiendo a Lampert y Sommer (2007), Cantemual entra en la categoría de lagos

eutróficos a hipereutrófico por tener valores  $> 0.1 \text{ mg/L}$  ( $> 100 \text{ } \mu\text{g/L}$ ). Existen algunos estudios de lagos tabasqueños como Las Ilusiones, San José, El Camarón y La Pólvara, los cuales también se han señalado como eutrófico (Mireles, 2019; Agredano, 2019; Quiroz y Rivas, 2017; Álvarez, 2012).

Además, los valores del coeficiente de atenuación también fueron elevados más de 0.7, por lo tanto, el lago Cantemual tiene la característica de ser eutrófico, el cual presenta una gran cantidad de las partículas suspendidas y disueltas que absorben la luz, así como podría haber concentraciones altas de compuestos húmicos que probablemente le dan un aspecto café al lago (Dodds, 2002). A pesar de su tonalidad café, se puede distinguir el fondo del lago y esto podría estar ocurriendo por la abundancia de las plantas sumergidas que favorece el incremento en la claridad del agua (Meerhoff y Jeppesen, 2009).

A pesar de observar discrepancias ambientales en el lago Cantemual entre temporadas, el análisis de PERMANOVA indicó que no se encontró diferencias significativas ( $F= 2.603$ ,  $p= 0.2493$ ) entre las temporadas, probablemente debido a las variaciones de los datos como se ha reportado anteriormente por Álvarez (2012) donde en el lago Las Ilusiones en Tabasco, tampoco se encontraron diferencias significativas entre las temporadas.

### **Sobre la descripción y abundancia de las especies fitoplanctónicas**

En este estudio que comprende recolectas de la temporada de lluvias de 2016 y la temporada de secas de 2017 se observó una riqueza de especies mayor de las siguientes Divisiones Bacillariophyta, Chlorophyta y Euglenophyta. Anteriormente, Moreno-Ruiz (2015) en 1997 y 1998 analizó la composición y distribución de las microalgas del lago Cantemual (Horizonte), algunos resultados fueron similares como en la dominancia de Bacillariophyta y Chlorophyta, no obstante, en este trabajo se registró una riqueza baja de Cyanoprokaryota y un mayor número de especies de Euglenophyta, Charophyta, Heterokontophyta y Dinophyta.

Así bien, el lago Cantemual muestra una riqueza alta de especies fitoplanctónicas, pues al ser un cuerpo de agua poco profundo favorece la interacción entre el sedimento y la columna de agua (Meerhoff y Jeppesen, 2009), por ende, también existe una interacción fuerte entre diferentes formas de vida. Y al haber una interacción entre diferentes formas de vida, los registros de especies con otras formas de vida como epífita, perifítica, epífita y bentónica no son inverosímiles dentro

de la comunidad fitoplanctónica del lago Cantemual reuniendo un total de 148 especies. Se presentaron 118 especies durante la temporada de lluvias y 106 especies en la temporada de secas. Las especies presentes en ambas temporadas representaron el 51.3 %, donde podemos encontrar 33 especies que pertenecen a Bacillariophyta, 7 especies a Cyanoprokaryota, 19 especies a Chlorophyta, 1 especie de Charophyta, 13 especies a Euglenophyta, 3 especies a Dinophyta. Esto indica que casi la mitad de las especies registradas son diferentes entre temporadas y para confirmar lo anterior se realizó el análisis de ANOSIM de una vía, el cual indicó que sí existe una diferencia significativa entre las temporadas ( $R= 0.3505$ ,  $p= 0.0096$ ).

Sin embargo, ese análisis no evidenció las diferencias y similitudes entre los sitios. Al obtener la diversidad ( $H'$ ), la dominancia ( $D'$ ) y la equitatividad ( $J'$ ), en el lago Cantemual se observaron valores disímiles espacial y temporalmente, donde los sitios superficiales exhibieron una diversidad más alta con respecto a los más profundos tanto en la temporada de lluvias como secas. Aunque, los valores de diversidad pudieron haber sido altos por dos razones: (1) por el aumento en la riqueza de las especies; (2) por un aumento en la equitatividad, por lo que el resultado de diversidad se reportó junto con los otros dos índices (Carmona-Galindo y Carmona, 2013) y a través de un análisis de similitud.

En el dendograma se pudieron observar las semejanzas entre los sitios en términos de diversidad y abundancia de la comunidad fitoplanctónica. Se visualizaron 3 conglomerados, uno de ellos contempla a los sitios de la temporada de lluvias y los otros dos agrupan sitios de la temporada de secas.

El grupo 1 lo integran los sitios S1AS, S2AS, S4ELL, sitios que comparten más de la mitad de las especies. Los dos primeros pertenecen a sitios superficiales de la temporada de secas y el tercero pertenece al sitio más profundo de la temporada de lluvias. De manera general, los sitios presentaron una riqueza y una diversidad alta, no obstante la dominancia fue menor en comparación con otros sitios de ambas temporadas y S1AS fue el sitio que presentó mayor desigualdad. Las especies más abundantes en el sitio S4ELL fueron *Aulacoseira granulata* y *Phacotus lenticularis*, se observó que a lo largo del gradiente de profundidad del sitio 4, la diversidad aumentó con la profundidad. Mientras que durante la temporada de secas el volumen del agua disminuyó por lo que se obtuvieron solo las muestras superficiales, pero la diversidad fue alta al igual que el sitio S4ELL, las especies más abundantes del sitio S1AS fueron *Aphanocapsa*

*holsatica* y *Epithemia turgida*, esta última especie también fue muy abundante en el sitio S2AS junto con *Peridiniopsis cf. thompsonii*.

El grupo 2 lo integran los sitios de la temporada de lluvias, claramente se distinguieron por tener una similitud en la composición taxonómica particular de la temporada. En este gran grupo, se pudieron observar a su vez tres subconjuntos: 1) lo conforman S1ALL, S1BLL, S2ALL, S3ALL, donde se observó que la abundancia y la dominancia aumentó en los sitios superficiales, pero todos estos sitios presentaron poca desigualdad. Las especies que estuvieron presentes en los cuatro sitios fueron *Peridiniopsis cf. thompsonii*, *Monomorphina pyrum*, *Lepocinclis texta* var. *richiana*, *Epithemia turgida* y *Cocconeis placentula*; 2) lo conforman S4BLL, S4CLL y S4DLL, los cuales forman parte del sitio 4, se observó que a lo largo del gradiente de profundidad (de 0.5-1.5 m) la riqueza disminuyó y la diversidad no es tan alta como en la superficie (S4ALL) o en lo más profundo (S4ELL), presentaron una mayor dominancia hacia la profundidad de 1.5 m (S4DLL), pero la desigualdad no es tan alta como en lo más profundo del sitio; 3) S2BLL, S3BLL, S4ALL, estos sitios se observó una diversidad baja en comparación con otros sitios superficiales, probablemente porque es en estos sitios donde hubo una dominancia de ciertas especies. Como es el caso del sitio S2BLL, donde se distinguió que la dominancia y desigualdad aumentó por la presencia de *Kansodinium ambiguum*, que presentó los valores más altos de abundancia absoluta, aunque también hay una abundancia considerable de *Cocconeis placentula* y otros dinoflagelados como *Peridiniopsis cf. thompsonii* y *Glochidinium penardiforme*.

Mientras que en el grupo 3 se agruparon los sitios S4AS y S4BS, este conjunto se caracterizó principalmente por el declive en su riqueza y su abundancia. A pesar de eso, se observó una mayor abundancia en la superficie que en la profundidad de 0.5 m (S4BS), así como se mostró una mayor dominancia en la profundidad por parte de *Cocconeis placentula* y *Phacotus lenticularis*, aunque esta última especie fue más abundante en la superficie, pero con mayor abundancia durante la temporada de lluvias.

Tanto en la temporada de lluvias y secas se reconocieron algas flageladas, algunas de ellas fueron abundantes, se han considerado con cierta ventaja sobre otras especies durante ciertos periodos, debido a que tienen la capacidad de realizar migración vertical (Sandgren, 1988). Tal es el caso de los dinoflagelados que muestran un máximo de sensibilidad a la luz a mediodía y esta declina hacia el final del día, por lo que los patrones de migración vertical parecen estar alterados



por varios factores como los gradientes de luz y temperatura, por la limitación de nutrientes y por la edad de la población (Sandgren, 1988). Por otra parte, las especies de Bacillariophyta también fueron un componente importante, uno de los elementos que ha hecho que la flora de diatomeas domine sobre otras algas es su movilidad y su rapidez en colonizar diferentes sustratos, debido a que responden rápidamente a las perturbaciones relativamente menores de las condiciones físicas; también se ha indicado que dentro de los intervalos de 10-30 °C se estimula su crecimiento, así como acelera el proceso de sucesión, dando como resultado una mayor riqueza de estas especies (Buendía-Flores *et al.*, 2015; Siqueiros-Beltrones, 1990). Así que la presencia de diatomeas epifitas como las de los géneros *Cocconeis*, *Epithemia*, *Rhopalodia*, *Sellaphora*, *Tryblionella* y *Ulnaria* no es rara en el lago Cantemual, debido a la presencia abundante de macrófitas.

Cabe mencionar que este trabajo presenta el primer registro de los géneros *Euglenaria*, *Kansodinium* siendo componentes importantes dentro de la comunidad fitoplanctónica del lago Cantemual. La especie *Euglenaria clepsydroides* fue difícil de identificar, porque recientemente fue descrita como nueva especie en Polonia (Zakryś *et al.*, 2013), el lugar donde fue encontrada se caracterizó por ser un cuerpo de agua eutrófico, somero y con una vegetación abundante, en cuanto a su morfología es claramente distinta a las especies de *Euglena*, sobre todo por la forma atípica de la célula en forma de reloj de arena. Otra especie difícil de identificar fue *Kansodinium ambiguum*, que se ha reportado solo en Estados Unidos, en arroyos, meandros y lagos como parte del plancton y se ha reportado que puede formar florecimientos (Carty, 2014); respecto a su morfología se distingue de otros géneros como *Peridinium* por presentar sólo una placa antapical grande.

## **La relación de la comunidad fitoplanctónica y las variables ambientales**

El análisis de correspondencia canónica (ACC) mostró que las especies fitoplanctónicas si responden a las variables ambientales del lago Cantemual, por lo que existe una diferencia significativa entre la composición fitoplanctónica entre temporadas. Durante la temporada secas se relacionó más con la conductividad, la concentración del fósforo total, el coeficiente de atenuación y la temperatura; mientras que durante la temporada de lluvias se relacionó con el nitrógeno inorgánico disuelto, el SiO<sub>2</sub> y la saturación del oxígeno.

De acuerdo con la distribución de los sitios y de las especies, se concentraron en 3 grupos. En el primer grupo se encuentran los sitios de la temporada de secas: S1AS, S2AS, S3AS, S4AS, S4BS, los valores de conductividad, la concentración del fósforo total, el coeficiente de atenuación y la temperatura, aumentaron durante esta temporada. Como ya se mencionó anteriormente, la evaporación tuvo un efecto directo sobre el aumento de la alcalinidad y conductividad del lago, permitiendo el establecimiento y/o aumento de la abundancia de las especies, varias de ellas se han reportado en cuerpos de agua eutróficos y con una conductividad media y alta como es el caso de *Cymbella aspera*, *Gyrosigma acuminatum*, *Gyrosigma obscurum*, *Surirella tenera*, *Rhopalodia gibba*, *Nitzschia sigmoidea*, *Nitzschia palea*, *Ulnaria acus*, *Ulnaria ulna*, *Stauridium tetras*, *Scenedesmus ovalternus*, *Desmodescum aculeolatus*, *Monactinus simplex*, *Merismopedia punctata*, también se han reportado en aguas mesosaprobias, por lo que podrían estar directamente relacionadas con la elevada producción y consumo del oxígeno, así como de la cantidad moderada de las partículas suspendidas y de los componentes disueltos en el lago (Dodds, 2002), por lo que el coeficiente de atenuación aumentó para esta temporada, pero sin repercutir en la productividad fotosintética del lago.

Se sabe bien que el sílice, el fósforo y el calcio son factores esenciales para las especies de Bacillariophyta, debido a que son elementos importantes para la síntesis y adhesión de la frústula o en su desplazamiento (Geesy *et al.*, 2009). Aunque la presencia de este grupo fue incuestionable en ambas temporadas, la riqueza aumentó durante la temporada de secas, probablemente debido al incremento de la temperatura y la liberación del fósforo secuestrado en el sedimento se liberó, lo cual favoreció su disponibilidad en el medio (Wu *et al.*, 2014; Likens, 2009). Al contrario de las bajas concentraciones de nitrógeno que se registraron durante esta temporada, probablemente fueron ocasionadas por el aumento de su consumo por parte de los consumidores primarios y el aumento de la temperatura, ya que se pueden acelerar las tasas de desnitrificación y pérdidas del nitrógeno a la atmósfera (Wetzel, 2001). Muchas de las especies de diatomeas registradas en este trabajo se han reportado con diferentes formas de vida, en ambientes neutros o alcalinos, con un crecimiento óptimo entre 7.8-8.2 pH, con una conductividad de media a alta y en cuerpos de agua mesotróficos a eutróficos.

En el segundo grupo se ubicaron sitios de la temporada de lluvias S1BLL, S3BLL y S4DLL, S2ALL, S2BLL, S3ALL, S4ALL, S4BLL, S4CLL, donde los valores de saturación del oxígeno estuvieron por arriba del 90 %, los valores de NID fueron menores que en la temporada de secas, mientras que los valores de SiO<sub>2</sub> fueron más altos. Se observó una mayor presencia y abundancia de especies flageladas de los grupos de Chlorophyta, Dinophyta y Euglenophyta, también hubo una mayor presencia de especies de Charophyta y Heterokontophyta.

El grupo de Heterokontophyta sólo se registró para esta temporada, sin embargo, su abundancia es baja, así como se ha indicado en la literatura. *Trachydiscus minutus* se ha reportado que tiene una distribución en ambientes tropicales y subtropicales, en cuerpos de agua mesotróficos a eutróficos, usualmente con abundancias bajas en el fitoplancton y se ha supuesto que cuando hay deficiencia de nitrógeno se inhibe la liberación de zoosporas (Marek y Lukavský, 2012), a pesar de esta suposición se tendrían que hacer estudios en laboratorio para poder indagar más en la tolerancia ecológica de la especie o del género pues también se reporta *Trachydiscus sexangulatus* en el lago Cantemual o en los lagos tabasqueños.

Dentro del grupo de Chlorophyta, podemos encontrar a las especies *Ankistrodesmus spiralis*, *Coenochloris pyrenoidosa*, *Dictyosphaerium chlorelloides*, *Kirchneriella irregularis*, *Oocystis marssonii*, *Pandorina morum* (esta especie se ha reportado en aguas ricas en nitrógeno, a diferencia en el lago Cantemual que reportaron concentraciones bajas), *Pleodorina californica*, *Gonium formosum* y *Phacotus lenticularis*, esta última especie fue una de las especies presentes en ambas temporadas, pero con mayor abundancia durante la temporada de lluvias. De acuerdo con la literatura esta especie aumenta su abundancia en los meses de verano al haber mayor concentración de CaCO<sub>3</sub> en el ambiente, en el caso del lago en estudio las concentraciones de CaCO<sub>3</sub> fueron mayores durante la temporada de lluvias, eso podría explicar su mayor abundancia; además esta especie se ha registrado con un espectro ecológico amplio, desde cuerpos de agua oligotróficos a hipereutróficos y en condiciones alcalinas, como es el caso del lago Cantemual (Krienitz *et al.*, 1983).

Para la temporada de lluvias se registró una mayor presencia de especies de Euglenophyta, este grupo se caracteriza por encontrarse en ambientes con materia orgánica abundante, se asocian con interfaces de agua-sedimento y en los límites entre agua-aire, también pueden tolerar condiciones ambientales extremas (Bellinger y Sigeo, 2010). Como es el caso de los géneros de

*Trachelomonas* y *Lepocinclis* que han mostrado tolerancia a lluvias, así como intervalos amplios de conductividad y concentraciones de nitrógeno (Madeiros *et al.*, 2012). De las especies reportadas en este trabajo, las especies de *Lepocinclis acus*, *Euglena clavata*, *Euglena gracilis*, *Lepocinclis ovum*, *Euglena mesnili*, *Monomorphyta pyrum*, *Phacus acuminatus*, *Phacus tortus*, *Trachelomonas oblonga* y *Trachelomonas volvocina* ya habían sido reportadas anteriormente para Tabasco (Mireles, 2019; Quiroz y Rivas, 2017; Moreno-Ruiz, 2005; Osorio y López, 2005) y de acuerdo con sus observaciones ambientales se encuentran en agua limpia a ligeramente contaminadas por materia orgánica, con una calidad de agua  $\beta$ -mesosaprobia (Quiroz y Rivas, 2017).

Otro grupo en el que se reconoció su presencia en ambas temporadas fue Dinophyta, las especies de *Kansodinium ambiguum*, *Peridiniopsis cf. thompsonii*, *Glochidinium penardiforme*, son especies que realizan una migración vertical a través de las macrófitas del lago Cantemual, eso permitió observarlas en la superficie y a diferentes profundidades, pues al tener esa capacidad de desplazamiento podrían encontrar protección de la depredación, además podrían evitar estar expuestas a la radiación superficial. Por otro lado, se ha reportado que algunas especies de dinoflagelados no requieren grandes concentraciones de fósforo y nitrato, por su capacidad de desplazamiento hacia donde haya una mayor disponibilidad de nutrientes o bien por su metabolismo mixotrófico (O'Sullivan y Reynolds, 2004; Pollinger, 1988).

Pollinger (1988) reportó que la mayoría de los dinoflagelados prefieren ambientes bien iluminados, por lo que es común encontrarlos en la superficie, sin embargo sus requerimientos de luz pueden ser flexibles, también indicó que son estenohalinos, estenotermos, con una preferencia de ambientes alcalófilos, aunque esa variable podría ser muy específica para ciertas especies, la mayoría prefieren ambientes con porcentajes de oxígeno disuelto altos, pues en concentraciones bajas es muy probable la pérdida del flagelo. El mismo autor documentó que se han realizado experimentos donde se ha comprobado que la agitación inhibe el crecimiento de los dinoflagelados marinos en cultivo, donde las tasas altas de agitación causan la muerte y desintegración de las células. Sin embargo, es posible que las macrófitas reduzcan las corrientes producidas por el viento (Gebrehiwot *et al.*, 2017), por lo que atenúa esos movimientos tan abruptos.

La mayoría de las especies del grupo de Charophyta, se han reportado en ambientes oligotróficos, alcalófilos y con baja salinidad y por lo tanto con conductividad baja (Yinxin y Minjuan, 2004), con plantas adheridas o libre flotadoras (Prescott, 1948) y su presencia o ausencia podría dar un indicio del estado trófico de un lago (Yinxin y Minjuan, 2004). Las especies de *Staurastrum laeve*, *Cosmarium subtumidum* var. *minutum*, *Cosmarium* aff. *undulatum* var. *minutum* no fueron tan comunes ni abundantes en Cantemual, pero su presencia fue mayor durante la temporada de lluvias. Yinxin y Minjuan (2014) documentaron y compararon la flora de desmicias en el periodo de 1956 a 1957 en el lago Donghu, Wuhan, China, donde indicaron que las abundancias de las desmicias disminuyeron con la entrada de una gran cantidad de nutrientes exógenos al lago, así que la transparencia del agua disminuyó y las concentraciones de nitrógeno y fósforo se elevaron, ocasionando así la eutrofización del lago. Por consiguiente, el monitoreo de este grupo parece ser importante en los lagos tabasqueños, aunque los lagos registrados entran dentro de la categoría de eutróficos, existen registros de especies de Charophyta.

En el cuarto y último cuadrante del ACC, se encuentran los sitios S4ELL y S1ALL de la temporada de lluvias, se caracterizaron por registrar una mayor y menor concentración de clorofila, respectivamente. En estos sitios la temperatura, el pH y las concentraciones de oxígeno fueron las más bajas durante la temporada de lluvias. Aunque fueron las más bajas, el sitio S1ALL presentó por arriba de 83.6 % a diferencia del sitio S4ELL, el cual tiene una profundidad de 2 m y registró un 54 % de saturación del oxígeno. Se observó una mayor presencia y abundancia de especies de Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanoprokaryota y en menor proporción Euglenophyta y Heterokontophyta. El número de especies de diatomeas es mayor en ambos sitios, pero en el sitio S4ELL se observaron especies de todos los grupos, mientras que en S1ALL se observaron todos, excepto especies de Heterokontophyta. Ya se ha mencionado que la abundancia de la especie *Trachydiscus minutus* es baja, por otro lado, *Trachydiscus sexangulatus* se ha registrado en cuerpos de agua oligotróficos y se ha indicado que es una especie rara (Padisák *et al.*, 1998) por lo que podríamos inferir que al menos este género en el lago Cantemual su abundancia no es alta, pero si está presente durante la temporada de lluvias.

El caso de las especies de diatomeas como *Aulacoseira granulata*, *Achnantheidium exiguum*, *Neidium productum*, *Diploneis ovalis*, *Diadesmis confervacea*, *Mastogloia elliptica*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula rostellata*, *Neidium ampliatum*, *Tryblionella hungarica*, *Gomphonema*

*gracile*, han sido reportadas en cuerpos de agua eutróficos, en ambientes mixtos, con diferentes formas de vida como bentónica, perífita, metafítica y planctónica, alcalinidad media a alta; en el caso de *Gyrosigma fasciola* se ha reportado en mar, lagos, marismas, con tolerancia a las sales, amonio y con grandes descargas de materia orgánica (Admiraal y Peletier, 1980).

La presencia y abundancia de las especies *Desmodesmus opoliensis* y *Desmodesmus armatus* no fue tan alta en el lago Cantemual como se esperaba por los reportes realizados anteriormente por Moreno-Ruiz (2005). Sin embargo, este género ha sido ampliamente reportado en los cuerpos de agua eutróficos en nuestro país y con abundancias altas, como es el caso de lo reportado por Mireles (2019) dentro de las comunidades metafíticas del lago de San José y Las Ilusiones podemos encontrar a *Desmodesmus magnus* con 7000 cel/mL durante la temporada de lluvias por lo que la diferencia con la densidad de la especie en Cantemual es muy alta.

Las especies de Cyanoprokaryota como *Spirulina subsalsa* y *Phormidium formosum* se han reportado en forma de vida bentónica y planctónica en aguas salobres, *Phormidium formosum* se ha reportado como indicadora de conductividad alta (Krivograd y Toman, 2010). Por otro lado las especies de *Eucapsis parallelepipedon* y *Eucapsis starmachii*, se han reportado principalmente en Europa Central en lagos oligotróficos y mesotróficos, aunque *Eucapsis starmachii* se ha reportado en pantanos, turberas y tiene un registro en las Isla Guadeloupe, en el mar Caribe.

Después del análisis de las dos temporadas, podemos mencionar que la mayoría de las especies fitoplanctónicas del lago Cantemual se han registrado con más de dos formas de vida, de las 148 especies reportadas, la mitad de las especies parecen tener mayor afinidad a la temporada de lluvias y la otra mitad tiene una mayor afinidad a la temporada de secas.

## Conclusiones

A partir de los resultados y la discusión de este trabajo se puede concluir lo siguiente: el lago Cantemual tiene una riqueza total de 148 especies principalmente con forma de vida planctónica, 92 no habían sido reportadas para el estado de Tabasco y 40 especies constituyen nuevos registros para México. El lago Cantemual es un cuerpo de agua eutrófico que experimenta cambios en la composición fitoplanctónica, asociada a las características ambientales de la temporada de lluvias y secas. Al realizar los análisis estadísticos, el ANOSIM indicó que sí existe una diferencia significativa en la composición fitoplanctónica entre las temporadas. Por otro lado, el PERMANOVA no mostró diferencias significativas de las variables ambientales entre temporadas. No obstante, el ACC explicó la respuesta de los cambios de la composición fitoplanctónicas a los cambios en las variables ambientales entre las temporadas, donde se distinguieron las relaciones con ciertas variables ambientales en cada temporada. Sin embargo, se recomienda hacer más estudios de este tipo para poder tener un panorama general de los lagos tabasqueños, pues el conocimiento de su diversidad y su estado ambiental permitirá fomentar la prevención, recuperación y conservación de los 200 ecosistemas acuáticos de Tabasco. Finalmente, se exhorta realizar un mejor diseño estadístico para estos cuerpos de agua someros, es decir, contemplar factores importantes como el incremento del volumen de agua durante la temporada de lluvias, de igual manera habría que reconsiderar la recolecta de las muestras fitoplanctónicas, debido a que los cuerpos de agua son poco profundos y presentan una gran cantidad de macrófitas acuáticas.

## Literatura citada

- Admiraal, W. Y Peletier, H. (1980). Distribution of diatom species on an estuarine mud flat and experimental analysis of the selective effect of stress. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 46(2), 157-175 pp.
- Alcocer, J. (2007). El agua epicontinental de México. *Ciencia, Revista de La Academia Mexicana de Ciencias*, 58(3), 26:35 pp.
- Alcocer, J. y Bernal-Brooks, F. W. (2010). Limnology in Mexico. *Hydrobiologia*, 644(1), 15–68 pp.
- Alcocer, J. y Escobar, E. (1996). Limnological regionalization of Mexico. *Lakes & Reservoirs Research & Management*. 2:55-69 pp.
- Aldstadt, J. H., Bootsma, H. A., & Ammerman, J. L. (2009). Chemical Properties of Water. *Encyclopedia of Inland Waters*, (1), 139–147 pp.
- Agredano, O. (2019). Ficoflora de la laguna El Camarón en Villahermosa, Tabasco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. 65 pp.
- Barsanti, L., y Gualtieri, P. (2006). *Algae. Anatomy, Biochemistry and Biotechnology*. Taylor & Francis, 291 pp.
- Bellinger, G. E., y Sigeo, D. C (2010). *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*. Wiley-Blackwell. 271 pp.
- Buendía-Flores, M., Tavera, R., y Novelo, E. (2015). Florística y ecología de diatomeas bentónicas de la zona lacustre de Xochimilco–Tláhuac, México. *Botanical Sciences*, 93(3), 531-558 pp.
- Bueno, J., Álvarez, F., y Santiago, S. (2005). Biodiversidad del Estado de Tabasco. J. Bueno, F. Álvarez, & S. Santiago (Eds.) (Primera ed). México: Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. 370 pp.
- Carmona-Galindo, V., y Carmona, T. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*, 2(14), 20-28 pp.
- Carlson, R. (1977). A Trophic State Index for Lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2), 361-369 pp.
- Carty, S., y Cox, E. R. (1986). *Kansodinium* gen. nov. and *Durinskia* gen. nov.: two genera of freshwater dinoflagellates (Pyrrhophyta). *Phycologia*, 25(2), 197-204 pp.



- Carty, S. (2014). *Freshwater dinoflagellates of North America*. Ithaca, New York: Cornell University Press, Comstock Publishing. 272 pp.
- Çelekli, A., Öztürk, B., y Kapi, M. (2014). Relationship between phytoplankton composition and environmental variables in an artificial pond. *Algal Research*, 5(1), 37–41 pp.
- Dodds, W. (2002). *Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Applications*. Elsevier, 569 pp.
- Esqueda-Lara, K., Sánchez, A. d., Valdés-Lagunes, G., Salcedo, M. Á., Franco-Torres, A. E., y Florido, R. (2016). Fitoplancton en el humedal tropical Chaschoc en la cuenca baja del río Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(4), 1177-1188 pp.
- Ettl, H. (1978). Xanthophyceae Teil 1. En Ettl, H., Gerloff, J. und Heynig, H. (Eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 3. Gustav Fischer Verlag. 530 pp.
- Ettl, H. (1983). Chlorophyta I, Phytomonadina. En Ettl, H., Gerloff, J. und Heynig, H. (Eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 9. Gustav Fischer Verlag. 807 pp.
- Erikson, R. (1999). Algal respiration and the regulation of phytoplankton biomass in a polymictic tropical lake (Lake Xolotlán, Nicaragua), *Hydrobiologia* 382, 17-25 pp.
- Frey, D. G. (1990). What is a lake? *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 24, 1–5 pp.
- Geesy, G. G., Wigglesworth-Cooksey, B. y Cooksey, K. E. (2009). Influence of calcium and other cations on surface adhesion of bacterial and diatoms: A review. *Biofouling. The Journal of Bioadhesion and Biofil Research* 15 (1-3), 195-205.
- Gebrehiwot, M., Kifle, D., Stiers, I., y Triest, L. (2017). Phytoplankton functional dynamics in a shallow polymictic tropical lake: the influence of emergent macrophytes. *Hydrobiologia*, 797(1), 69–86 pp.
- Godjics, M. (1953). *The Genus Euglena*. Madison The University of Wisconsin Press. 268 pp.
- Guiry, M. D. y Guiry, G. M. (2019). *Algaebase*. World-Wide electronic publications, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org/>
- Löffler, H. (2007). The Origin of Lake Basins. En O’Sullivan, .E., y Reynolds, C. S. *The Lakes Handbook. Limnology and Limnetic Ecology*. Volume I (P. E. O’Sullivan & C. S. Reynolds, Eds.). Wiley-Blackwell. 8–60 pp.
- Gutiérrez-Aguirre M. A. y Suárez-Morales E. (2001). Diversity and distribution of freshwater copepods (Crustacea) in southeastern Mexico. *Biodiversity and Conservation* 10: 659–672.

- Hammer, Ø., Harpert, D. A. T., Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1), 271 pp.
- Hernández-Avilés, J. S., García, Calderón, J. L., De la Lanza, Espino, G. (2007). A proposed limnological classification of small water bodies based on the climate in a tropical region: Mexico. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM Número 64*, 63-74 pp.
- Hüber-Pestalozzi, G. (1955). Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematic und Biologie. Vol. 4, Euglenophyceae. In Thienemann, A. (Ed.) *Die Binnengewässer*. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. Negele und Obermiller, Stuttgart. 231 pp.
- INEGI. (2005). Nacajuca, Tabasco. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tabasco, México. 7 pp.
- Johansen, J. R., Rushforth, S. R., Orbendorfer, R., Fungladda, N., y Grimes, J. A. (1983). The algal flora of selected wet walls in Zion National Park, Utha, USA. *Nova Hedwigia*, 38, 765-808 pp.
- Komárek, J. y Anagnostidis K. (1998). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. Vol. 19/1, Gustav Fischer Verlag Jene. Stuttgart. 548 pp.
- Komárek, J. y Anagnostidis K. (2005). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. Vol. 19/2, Elsevier München. 758 pp.
- Komárek, J. y Fott, B. (1983). Chlorococcales. En Huber-Pestalozzi G. (Eds.) *Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie*. Band XVI, Teil 7, 1 Hälfte. E. Schweizerbart. Stuttgart, Deutschland. 1044 pp.
- Krammer, K. (1997a). Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part. *Bibliotheca Diatomologica* 36. J. Cramer. Stuttgart. 382 pp.
- Krammer, K. (1997b). Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. Encyonema part., Encyonopsis und Cymbellopsis. *Bibliotheca Diatomologica* 37. J. Cramer. Stuttgart. 469 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. (1985). Naviculaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen. *Bibliotheca Diatomologica* 9. J. Cramer. Stuttgart. 230 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. (1986). Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. Die

- Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.). Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 876 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. (1988). Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Ephitemiaceae, Surirellaceae. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.). Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 576 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. (1991a). Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.). Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 576 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. (1991b). Bacillariophyceae. Teil 4: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis. Teil 1-4. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) 480 pp.
- Krienitz, L., Koschel, R., Casper, S. J., and Hepperle D. (1983). Phenomenology of organismic calcite precipitation by Phacotus in hardwater lakes and ponds of northeastern Germany. Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Verhandlungen 25 (1), 170-174 pp.
- Krivograd, A. K. y Toman, M., J. (2010). Influence of environmental variables on benthic algal associations from selected extreme environments in Slovenia in relation to the species identification. Periodicum Biologorum. 112(2), 179-191 pp.
- Lampert, W., y Sommer, U. (2007). Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams. Oxford University Press. 324 pp.
- Likens, G. E. (2009). Biogeochemistry of Inland Waters. A Derivative of Encyclopedia of Inland Waters. (G. E. Likens, Ed.) (Elsevier). Academic Press. 2250 pp.
- Madeiros, G., De Lucena, J. y Gomez, L. (2012). Pigmented Euglenophytes in a natural and shallow lake in the semiarid region of Paraíba State, Brazil. Brazilian Journal of Botany. 35(1):17-30 pp.
- Maucha, R. (1932). Hydrochemische Methoden in der Limnologie. Die Binnengewässer, 12, 173 pp.

- Marek, E. y Lukavský, J. (2011). Zoosporogenesis, Morphology, Ultrastructure, Pigment Composition, and Phylogenetic Position of *Trachydiscus minutus* (Eustigmatophyceae, Heterokontophyta). *Journal of Phycology*. 47(1):1-12 pp.
- Melack, J., M. (1979). Temporal Variability of Phytoplankton in Tropical Lakes. *Oecologia*, 44(1): 1-7 pp.
- Meerhoff, M., y Jeppesen, E. (2009). Shallow Lakes and Ponds. In G. E. Likens, *Encyclopedia of Inland Waters*. Segunda ed., Elsevier, 645-655 pp.
- Mireles, A. (2019) Aspectos ecológicos de algas metafiticas en dos lagos de Tabasco, México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. 167 pp.
- Moreno-Ruiz, J. L. (2005). Fitoplancton. En J. Bueno, F. Álvarez, y S. S., *Biodiversidad del Estado de Tabasco* (pp. 33–64). México: Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. 370 pp.
- Novelo, E. y Tavera R. (2019) bdLACET. Base de datos de algas continentales. Laboratorio de Algas Continentales. *Ecología y Taxonomía*. Disponible en <https://bdlacet.mx>. Última fecha de acceso: agosto de 2020.
- Novelo, E. (2012). Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Bacillariophyta. Fascículo 102. D.F., México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 237 pp.
- Novelo, E., y Tavera, R. (2011). Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. *Hidrobiologica*, 21(3), 333-341 pp.
- Novelo, E., Tavera, R., y Ibarra, C. (2007). Bacillariophyceae from Karstic Wetland in Mexico. *Bibliotheca Diatomologica*, Band 54. 136 pp.
- Osorio, J., y López, R. (2005). Diversidad y Distribución del Fitoplancton de la Laguna El Balsón, Tabasco, México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas. 213 pp.
- O'Sullivan, .E., y Reynolds, C. S (2004). *The Lakes Handbook. Limnology and Limnetic Ecology* Volume I. Wiley-Blackwell. 708 pp.
- OTT (2006). Hydrolab DS5X, DS5, and MS5 Water Quality Multiprobes. User Manual, Edition 3, Hach Company. 73 pp.
- Padisák, J., Krienitz, L., Scheffler, W., Koschel, R., Kristiansen, J. y Grigorszky, I. (1998). Phytoplankton succession in the oligotrophic Lake Stechlin (Germany). *Hydrobiologia* 369/370: 179-197 pp.

- Pal, R., y Choudhury, A. K. (2014). An Introduction to Phytoplanktons: Diversity and Ecology. Springer. 167 pp.
- Pochmann, A. (1942). Synopsis der Gattung *Phacus*. Archiv für Protistenkunde. Bd. 95:81-252 pp.
- Pollinger, Utsa. (1988). Freshwater Armored Dinoflagellates: Growth, Reproduction Strategies, and Population Dynamics. En Craig D. Sandgren, Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, 442 pp.
- Prescott, G. W. (1948). Desmids. The Botanical Review. 14(10): 644-676 pp.
- Prescott, G., Bicudo, C., y Vinyard, W. (1989). A Synopsis of North American Desmids. Parte II. Desmidiaceae: Placodermae. Sección 3. Lincoln: University of Nebraska Press. 413 pp.
- Prescott, G., Bicudo, C., y Vinyard, W. (1982). A Synopsis of North American Desmids. Parte I. Demidiaceae: Placodermae. Sección 4. Lincoln: University of Nebraska Press. 275 pp.
- Quiroz, G, N. y Rivas, A., M. G. (2017). Euglenoideos en dos lagunas urbanas de Villahermosa. Kuxulkab'. 23(45): 35-40 pp.
- Rodríguez, E. (2002). Las lagunas continentales de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Colección José N. Rovirosa: Biodiversidad, desarrollo sustentable y trópico húmedo. 264 pp.
- Sandgren C., D. (1988). Growth, Reproduction Strategies, and Population Dynamics. Cambridge University Press, 442 pp.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. (1990). Una nota sobre los índices usados para valorar la diversidad de especies en asociaciones de diatomeas bentónicas. Ciencias Marinas, 16(1), 91-99.
- Søndergaard, M., Jeppesen, E., y Jensen, J. P. (2005). Pond or lake: does it make any difference? Archiv für Hydrobiologie, 143-165 pp.
- Talling, J. F. (2001). Environmental controls on the functioning of shallow tropical lakes. Hydrobiologia, 458(1-3), 1-8 pp.
- Tell, G., y Conforti, V. (1986). Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. (J. Cramer, Ed.) Argentina: Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung. 301 pp.
- Wehr, J., y Sheath, R. (2003). Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification (Primera ed.). USA: Academic Press. 1066 pp.
- Wetzel, R. (2001). Limnology. Lake and River Ecosystems (Tercera ed.) USA: Academic Press. 1006 pp.

- Wetzel, R. G. (1990). Land-water interfaces: Metabolic and limnological regulators. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 24(1), 6-24.
- Wetzel, R. G., y Likens, G. E. (1991). *Limnological Analyses* (Segunda ed.). New York: Springer. 391 pp.
- Wolowski, K. (1998). *Taxonomic And Environmental Studies on Euglenophytes of The Kraków-Częstochowa Upland (Southern Poland)*. Poland: Polish Academy of Sciences. 192 pp.
- Wu Y., Wen, Y., Zhou, J., y Wu, Y. (2014). Phosphorus Release from Lake Sediments: Effects of pH, Temperature and Dissolved Oxygen. *Civil Engineering*, 18(1), 323-329.
- Yinxin, W. y Minjuan, Y. (2005). Phytoplanktonic desmids community in Donghu Lake, Wuhan, China. *Chinese Journal Oceanology and Limnology*. 23(1), 91–97pp.
- Zakryś, B., Karnkowska-Ishikawa, A., Łukomska-Kowalczyk, M., y Milanowski, A. (2013). New photosynthetic euglenoid isolated in Poland: *Euglenaria clepsydroides* sp. nova (Euglenea). *European Journal of Phycology*, 48(3), 260–269 pp.
- Zhen-Gang, J. (2008). *Hydrodynamics and Water Quality. Modeling Rivers, Lakes, and Estuaries*. Wiley-Blackwell, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken. 675 pp.