



## Flora planctónica de laguna Lagartos, Quintana Roo

### Planktonic flora from Lagartos Lagoon, Quintana Roo

Viridiana Margarita Nava-Ruiz y Francisco Valadez✉

Unidad de Ciencias del Agua. Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Calle 8, Núm. 39, L. 1, Mz. 29, SM. 64, Cancún 77524 Quintana Roo, México.

✉ fvc@cicy.mx

**Resumen.** Se presenta una lista de la flora planctónica de la laguna Lagartos, basada en la observación de muestras superficiales obtenidas entre noviembre de 2007 a septiembre de 2008. Las muestras se recolectaron con una botella Van Dorn de 2 litros en la parte central de la laguna; se registraron 67 taxa: 28 Bacillariophyta, 22 Cyanoprokaryota, 7 Chlorophyta, 6 Dinoflagellata, 2 Euglenophyta y 2 Cryptophyta. Las cianofitas dominaron durante todo el periodo de estudio, con una contribución mayor al 80% de la abundancia total del fitoplancton. Son nuevos registros para México 13 especies: *Chroococcus pulcherrimus*, *Coelosphaerium confertum*, *Cyanoduction iac*, *Phormidium pachydermaticum*, *Planktolynghya contorta*, *Rhodomonas minuta*, *Amphidinium massartii*, *Ensiculifera cf. loeblichii*, *Heterocapsa cf. pseudotriquetra*, *Prorocentrum cassubicum*, *Licmophora normaniana*, *Fistulifera saprophila* y *Amphora richardiana*. Todos los taxa listados se ilustran con microfotografías.

Palabras clave: fitoplancton, ficoflora, laguna costera, Quintana Roo, México, nuevos registros.

**Abstract.** The planktonic flora from Lagartos Lagoon, Quintana Roo, was examined based on the observation of samples collected from November 2007 to September 2008. The superficial samples were collected with a Van Dorn bottle of 2 L, in the core part of the lagoon. A total of 67 taxa were identified: 28 Bacillariophyta, 22 Cyanoprokaryota, 7 Chlorophyta, 6 Dinoflagellata, 2 Euglenophyta and 2 Cryptophyta. Nevertheless, the blue green algae dominated during all study period, with more of 80% to the total abundance of the phytoplankton. The species *Chroococcus pulcherrimus*, *Coelosphaerium confertum*, *Cyanoduction iac*, *Phormidium pachydermaticum*, *Planktolynghya contorta*, *Rhodomonas minuta*, *Amphidinium massartii*, *Ensiculifera cf. loeblichii*, *Heterocapsa cf. pseudotriquetra*, *Prorocentrum cassubicum*, *Licmophora normaniana*, *Fistulifera saprophila* and *Amphora richardiana* were recorded for the first time in Mexico. All the taxa are illustrated with microphotographs.

Key words: phytoplankton, phycoflora, coastal lagoon, Quintana Roo, Mexico, new records.

### Introducción

El estado de Quintana Roo cuenta con 51 lagunas costeras; las más importantes son Bacalar, Chichancanab y Sistema Lagunar Nichupté (CONAGUA, 2002). Sin embargo, pese a su gran importancia ecológica y biológica, estos ecosistemas acuáticos son de los menos estudiados en lo que a fitoplancton se refiere. Los trabajos de Popowski et al. (2002) y Herrera-Silveira y Morales-Ojeda (2010) son las principales referencias del fitoplancton para las lagunas costeras del Caribe mexicano; no obstante, estos estudios no presentan ilustraciones ni descripciones de las especies que confirmen la identidad de los taxa, ni información relevante en la interpretación del desarrollo de los cuerpos de agua o acerca de la intensidad del impacto humano y los cambios en la calidad del agua. Lo anterior evidencia

la importancia de realizar trabajos de carácter taxonómico para lograr datos confiables sobre la diversidad y distribución del fitoplancton; más aún, si se considera que la taxonomía tradicional de varios grupos de microalgas ha cambiado rápidamente durante las últimas 2 décadas (Komárek y Anagnostidis, 1986, 1999, 2005; Round et al., 1990; Fensome et al., 1993; Marín et al., 2003) y las identificaciones erróneas pueden modificar el diagnóstico del estado de salud de los ecosistemas acuáticos o discrepar con las interpretaciones de otros indicadores. El objetivo de la presente investigación es proveer el primer inventario del fitoplancton para la laguna Lagartos y así contribuir al conocimiento sobre su diversidad en el estado de Quintana Roo.

### Material y métodos

*Área de estudio.* Laguna Lagartos es un cuerpo de agua interior localizado en las inmediaciones del pueblo de

Akumal a 95 km de la ciudad de Cancún, Quintana Roo (20°24'02" N, 87°18'43" O, Fig. 1). La laguna es alimentada por el flujo subsuperficial del acuífero de la región, cuenta con una superficie de 4 850 m<sup>2</sup> y presenta una profundidad media de 1.7 m, su carácter somero no permite el establecimiento de una termoclina, por lo que sus aguas están en constante mezcla. La laguna Lagartos se conecta con la de Yal-Kú vía flujo subsuperficial (Mutchler et al., 2007). Entre estas lagunas, hay cuerpos permanentes de agua formados en grietas profundas de la roca (Fig. 1). El clima de la región es cálido subhúmedo y los principales fenómenos meteorológicos se relacionan con la época del año. De junio a octubre se presenta la época de lluvias, de noviembre a febrero la de nortes y de marzo a mayo un periodo relativamente seco. La media anual de temperatura ambiente es de 27° C y la precipitación media anual de 965 mm (SMN, 2010).

Para el estudio del fitoplancton se realizaron muestreos mensuales de noviembre de 2007 a septiembre de 2008, periodo que incluye las 3 épocas climáticas del año, con excepción de diciembre de 2007 debido a problemas logísticos. Las muestras se obtuvieron con una botella tipo Van Dorn de 2 L, en la parte más céntrica de la laguna a una profundidad de 0.3 m y se fijaron *in situ* con una solución final de formaldehído al 3% en frascos de 250 ml. La temperatura del agua, salinidad, conductividad eléctrica y pH se midieron *in situ* usando una sonda multiparámetro Hydrolab® 5S (Cuadro 1).

Los ejemplares se midieron y fotografiaron con un microscopio de luz (ML) Carl Zeiss Primo Star, equipado con una cámara digital PowerShot A650 IS G4. Para facilitar la determinación de los taxa de diatomeas, se limpiaron submuestras con una mezcla de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 37% y HCl al 3%. Las valvas limpias se montaron con Naphrax®.

La abundancia total del fitoplancton (Cuadro 1), expresada como células ml<sup>-1</sup>, se estimó según el método de Uthermöhl (1958), siguiendo las recomendaciones de

Schwöerbel (1975) y Greeson et al. (1977). El conteo se realizó con la ayuda de un microscopio invertido Carl Zeiss Axiovert 40 CFL. La abundancia relativa (Cuadros 1 y 2) se calculó como porcentaje de la abundancia total.

Para la determinación de las especies se utilizaron monografías especializadas. Los esquemas taxonómicos empleados fueron los propuestos por Anagnostidis y Komárek (1985, 1988) y Komárek y Anagnostidis (1986, 1999, 2005) para Cyanoprokaryota; por Hoek van den et al. (1995) para Chlorophyta y Chryptophyta; por Round et al. (1990) para Bacillariophyta; por Fensome et al. (1993) para Dinoflagellata y por Marín et al. (2003) para Euglenophyta.

La lista de especies presenta la siguiente información: especie, autor, figuras, descripción, comentarios taxonómicos, referencias bibliográficas y distribución en México. El material analizado se depositó en la colección de microalgas de la Unidad de Ciencias del Agua del Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C.

## Descripciones

División Cyanoprokaryota

Orden Chroococcales

***Chroococcus minor*** (Kützing) Nägeli (Fig. 2)

Colonias de 4.8-5 µm de diámetro, 2 células por colonia; vaina hialina, firme y delgada; células esféricas a elipsoidales, de 1.5-3.7 µm de diámetro; contenido celular homogéneo.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registran Desikachary (1959, p. 105, lám. 24, fig. 1), Compère (1974, p. 167) y Whitton (2002, p. 40). Se cita para Oaxaca, región central de México y para Yucatán (Montejano et al., 2005; Moreno et al., 2008; López-Adrián y Catzim-Cruz, 2010).

***Chroococcus minutus*** (Kützing) Nägeli (Fig. 3)

**Cuadro 1.** Parámetros ambientales, abundancia total del fitoplancton y abundancia relativa de los grupos de algas observados en laguna Lagartos, Quintana Roo, durante noviembre de 2007 a septiembre de 2008

	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Temperatura agua (°C)	26.4	26.0	25.5	25.9	26.1	28.9	28.7	28.4	29.9	27.8
Salinidad (ups)	9.4	10.3	8.8	9.6	8.2	8.1	7.6	7.8	8.7	9.2
Conductividad (µS cm <sup>-1</sup> )	16.1	17.5	15.1	16.4	14.1	14.1	13.3	13.5	15.0	15.7
pH	7.4	7.3	7.4	7.3	6.9	7.5	7.7	7.4	7.3	7.0
Abundancia (células ml <sup>-1</sup> )	45 260	12 040	8 360	17 010	22 980	8 200	6 850	4,230	11 380	8 280
Cyanoprokaryota	97.6%	95.0%	99.6%	97.9%	98.1%	86.9%	89.7%	78.0%	95.8%	92.8%
Euglenophyta	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cryptophyta	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	5.3%	2.5%	11.5%	0.5%	0.3%
Dinoflagellata	1.3%	2.2%	0.1%	0.2%	0.2%	2.2%	5.4%	7.4%	1.8%	2.4%
Bacillariophyta	0.4%	1.9%	0.0%	1.4%	1.1%	4.6%	2.2%	3.1%	1.2%	3.5%
Chlorophyta	0.5%	1.0%	0.2%	0.3%	0.4%	1.3%	0.8%	1.6%	0.7%	1.3%

**Cuadro 2.** Abundancia total de los grupos de algas (células ml<sup>-1</sup>) y abundancia relativa de sus principales especies observadas en laguna Lagartos, Quintana Roo, durante noviembre de 2007 a septiembre de 2008

	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cyanoprokaryota	44 160	11 440	8 330	16 660	22 540	7 130	6 140	3 300	10 900	7 680
<i>Microcystis panniformis</i>	88.6%	56.0%	85.5%	10.7	7.0%	20.3%	16.6%	31.0%	19.5%	28.1%
<i>Geitlerinema splendidum</i>	3.1%	25.6%	12.8%	33.7%	50.2%	32.8%	8.2%	19.5%	8.9%	16.1%
<i>Phormidium nigro-viride</i>	1.4%	5.7%	0.0%	19.4%	7.1%	10.3%	2.8%	5.2%	2.3%	3.3%
<i>Planktothrix agardhii</i>	0.5%	4.3%	0.0%	8.7%	9.8%	8.2%	1.5%	8.4%	6.2%	16.2%
<i>Spirulina labyrinthiformis</i>	2.8%	1.6%	0.0%	14.9%	11.2%	1.3%	1.5%	0.9%	1.1%	2.3
Euglenophyta	3	1	1	3	1	0	1	2	1	1
Cryptophyta	106	0	0	20	34	433	170	486	54	23
Dinoflagellata	590	250	9	30	40	160	330	240	200	180
<i>Bysmatrum caponii</i>	9.0%	9.0%	0.0%	2.0%	6.0%	7.0%	23.0%	15.0%	27.0%	22.0%
<i>Ensiculifera cf. loeblichii</i>	15.0%	41.0%	23.0%	8.0%	3.0%	23.0%	19.0%	34.0%	39.0%	39.0%
<i>Heterocapsa cf. niei</i>	42.0%	0.0%	0.0%	19.0%	42.0%	42.0%	21.0%	23.0%	17.0%	16.0%
<i>Heterocapsa cf. pseudotriquetra</i>	32.0%	39.0%	77.0%	22.0%	21.0%	21.0%	30.0%	23.0%	13.0%	17.0%
Bacillariophyta	170	230	2	240	260	380	150	130	140	290
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0.0%	5.0%	0.0%	16.0%	8.0%	16.0%	28.0%	39.0%	29.0%	28.0%
<i>Cocconeispediculus</i>	48.0%	12.0%	0.0%	16.0%	12.0%	15.0%	33.0%	21.0%	40.0%	47.0%
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0.0%	12.0%	0.0%	11.0%	10.0%	43.0%	9.0%	5.0%	1.0%	2.0%
Chlorophyta	230	120	20	60	100	100	60	70	80	100
<i>Monoraphidium minutum</i>	16.0%	0.8%	17.9%	7.9%	1.0%	1.9%	37.6%	12.8%	4.8%	9.5%
<i>Oedogonium</i> sp. 1	41.9%	13.4%	14.3%	9.0%	5.5%	0.0%	0.0%	0.0%	9.6%	19.3%
<i>Spirogyra</i> sp. 1	29.7%	78.2%	30.4%	47.8%	23.2%	82.5%	40.0%	75.4%	68.3%	43.0%
<i>Cladophora glomerata</i>	0.0%	0.0%	0.0%	14.6%	53.2%	12.6%	15.3%	6.4%	5.2%	12.3%

Colonias de 10-22.5 µm de diámetro, 2-4 células por colonia; vaina hialina, no lamelada; células esféricas u oblongas, de 10-15 µm de diámetro; contenido celular homogéneo.

Komárek y Novelo (1994) sugieren que la identidad taxonómica de *C. minutus* es incierta para las poblaciones registradas en biotopos extremos, como aguas termales, salobres y hábitats aerófilos, por no corresponder al concepto ecológico original. El diámetro celular de los ejemplares estudiados coincide con el límite inferior (3.5 µm de diámetro) de las poblaciones consideradas, como *C. minutus* por Komárek y Novelo (1994) y las condiciones ambientales (pH alrededor de 8.6, temperatura del agua por arriba de los 20 °C) concuerdan con las registradas en el presente estudio (Cuadro 1). En este trabajo se considera como *C. minutus*, dado que los caracteres morfológicos y ecológicos de los ejemplares de estudio corresponden con los que registran Prescott (1951, p. 449, lám. 100, fig. 9), Desikachary (1959, p. 103, lám. 24, fig. 4, lám. 26, figs. 4, 15), Compère (1974, p. 167, fig. 7), Komárková-Legnerová y Cronberg (1994, p. 28, lám. 3, fig. 6, lám. 8, fig. 3), Whitton (2002, p. 40, lám. 3, fig. f) y Tucci et al. (2006, p.

155, fig. 1). Se cita para Baja California, Oaxaca, Puebla, región central de México y Yucatán (Ortega, 1984; Komárek y Novelo, 1994; Ortega et al., 1994; López-Cortés et al., 2001; Montejano et al., 2005; Moreno et al., 2008; López-Adrián y Catzim-Cruz, 2010).

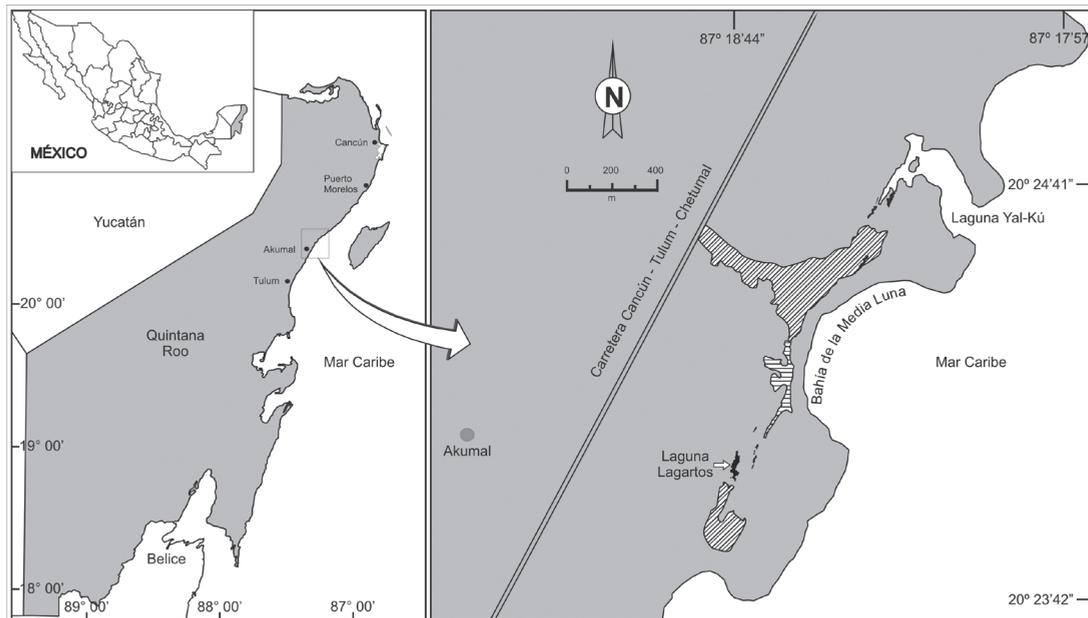
***Chroococcus pulcherrimus* Welsh (Fig. 4)**

Colonias de 45.6-168 µm de diámetro, 2-4 células por colonia; vaina hialina, gruesa, firme, no lamelada; células hemisféricas, de 24-45.6 µm de diámetro; contenido celular homogéneo, finamente granulado.

*Chroococcus pulcherrimus* se confunde frecuentemente con *C. turgidus* (Kützing) Nägeli; sin embargo, difieren ecológicamente. La primera se describe de regiones tropicales; la segunda, de regiones templadas (Komárek et al., 2005; Komárek y Komárková-Legnerová, 2007). Nuevo registro para México.

***Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli (Fig. 5)**

Colonias de 19.2-30 µm de ancho y de 27.5-31.2 µm de largo, 2-4 células por colonia; vaina hialina, gruesa, firme, finamente lamelada, de 2.5 µm de ancho; células hemisféricas, de 7.2-19.2 µm de diámetro; contenido celular granulado, vesículas de gas.



**Figura 1.** Ubicación de laguna Lagartos, Akumal. Quintana Roo. En negro, cuerpos de agua interiores; líneas horizontales, manglar; líneas diagonales, áreas inundables.

Komárek y Novelo (1994) señalan que *C. turgidus* es una especie polimórfica con muchas variedades o morfotipos que se le ha registrado para un amplio intervalo de biotopos (Desikachary, 1959, p. 102, lám. 26, fig. 6; Compère, 1974, p. 167, fig. 8; Komárek, 1989b, p. 179, fig. 2e; Tell (1994, p. 350, lám. 2, fig. 4; Whitton, 2002, p. 42, lám. 3, fig. a, b) y probablemente las poblaciones de *C. pulcherrimus* correspondan a las poblaciones tropicales de *C. turgidus*. Sin embargo, en el presente trabajo *C. turgidus* y *C. pulcherrimus* se consideraron especies diferentes, dadas sus marcadas variaciones morfológicas. *Chroococcus pulcherrimus* presentó dimensiones celulares por arriba del límite superior de *C. turgidus*. Además, *C. pulcherrimus* mostró una vaina no lamelada y contenido celular finamente granulado. *Chroococcus turgidus* se cita para Baja California, Estado de México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, región central de México y San Luis Potosí (Ortega, 1984; Cantoral y Montejano, 1993; Ortega et al., 1994; Komárek y Novelo, 1994; Valdez et al., 1996; López-Cortés et al., 2001; López-Adrián y Barrientos-Medina, 2005; Montejano et al., 2004, 2005; Moreno et al., 2008).

#### ***Coelosphaerium confertum* West et West (Fig. 6)**

Colonias esféricas de 43.2-117.6  $\mu\text{m}$  de diámetro; vaina mucilaginoso, hialina, de 7.2-14.4  $\mu\text{m}$  espesor; células esféricas, de 1.5-2.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, densamente agrupadas en la periferia de la colonia.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este trabajo corresponden

con lo que registran Desikachary (1959, p. 148) y Compère (1974, p. 168, fig. 10). Nuevo registro para México.

#### ***Cyanodactyon iac* Cronberg et Komárek (Fig. 7)**

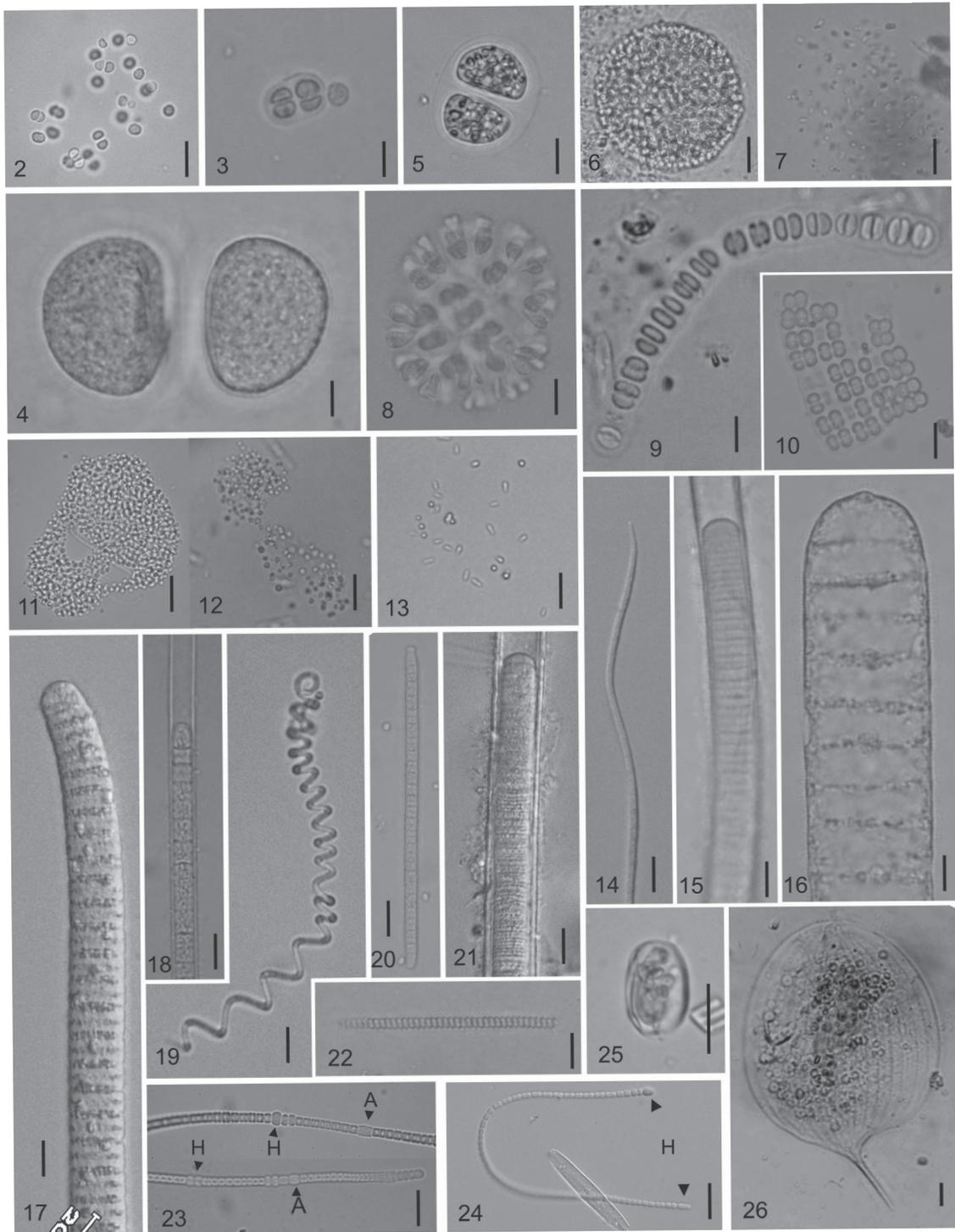
Colonias esféricas a irregulares, de 75-80  $\mu\text{m}$  de diámetro; vaina hialina, mucilaginoso; células en forma de bastón, de 1.2-2  $\mu\text{m}$  de ancho y de 2-2.5  $\mu\text{m}$  de largo; contenido celular homogéneo.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este trabajo corresponden con lo registrado por Sant'Anna et al. (2007, p. 6, fig. 12). Nuevo registro para México.

#### ***Gomphosphaeria semen-vitis* Komárek (Fig. 8)**

Colonias esféricas a ovales de 48-72.5  $\mu\text{m}$  de diámetro; vaina hialina, mucilaginoso; células periformes de 5-7.5  $\mu\text{m}$  de ancho y de 10-12.5  $\mu\text{m}$  de largo, usualmente rodeadas por una vaina independiente y reunidas por segmentos mucilaginosos que parten del centro de la colonia; contenido celular finamente granulado.

*Gomphosphaeria semen-vitis* se confunde con *Gomphosphaeria aponina* Kützing, pero ecológicamente difieren. *Gomphosphaeria semen-vitis* se cita de lagos someros, ligeramente alcalinos de regiones tropicales, mientras que *G. aponina* se ha registrado en cuerpos de agua de regiones templadas (Komárek, 1989a). Además, difieren en sus rasgos morfométricos, siendo de mayores dimensiones los de *G. aponina*. La diagnosis y condiciones ecológicas de los ejemplares de estudio corresponden con lo registrado por Komárek (1989a, p. 93, Fig. 19 a). Se cita para Yucatán (López-Adrián y Catzim-Cruz, 2010)



**Figuras 2-26.** 2, *Chroococcus minor*; 3, *C. minutus*; 4, *C. pulcherrimus*; 5, *C. turgidus*; 6, *Coelosphaerium confertum*; 7, *Cyanodectyon iac*; 8, *Gomphosphaeria semen-vitis*; 9, *Johannesbaptista pellucida*; 10, *Merismopedia punctata*; 11-12, *Microcystis panniformis* mostrando colonias con diferente edad y arreglo celular; 13, *Synechococcus nidulans*; 14, *Geitlerinema splendidum*; 15, *Lyngbya hieronymusii*; 16, *Oscillatoria princeps*; 17, *Phormidium nigro-viride*; 18, *P. pachydermaticum*; 19, *Planktolyngbya contorta*; 20, *Planktothrix agardhii*; 21, *Porphyrosiphon martensianus*; 22, *Spirulina labyrinthiformis*; 23, *Anabaena* sp. 1; 24, *Cylindrospermum* sp.; 25, *Cryptoglena skujae*; 26, *Phacus orbicularis*. A, acinetos; H, heterocistos. Escala de la barra 10  $\mu$ m.

***Johannesbaptista pellucida*** (Dickie) Taylor et Drouet (Fig. 9)

Pseudofilamentos uniseriados, de 6-8 µm de ancho; vaina hialina, firme; células discoidales, arregladas en pares, de 3-5 µm de ancho y de 1-3.4 µm de largo; contenido celular homogéneo a finamente granulado.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registra Desikachary (1959, p. 165, lám. 32, figs. 14-19) y De P. Azevedo et al. (1999, p.54, fig. 19). Se cita para el Estado de México, Quintana Roo y Yucatán (Ortega et al, 1994; Popowski et al., 2002; Lopéz-Adrián y Catzim-Cruz, 2010).

***Merismopedia punctata*** Meyen (Fig. 10)

Colonias con forma de láminas rectangulares, de 10-40 µm ancho, más de 16 células por colonia; vaina hialina, delgada; células esféricas o hemisféricas, de 2.4-2.5 µm de diámetro; contenido celular homogéneo.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con los registros de Desikachary (1959, p. 155, lám. 23, fig. 5, lám. 29, fig. 6), Compère (1974, p. 169, fig. 18), Valadez et al. (1996, p. 234, lám. 1, fig. b), Komárek (1989b, p. 179, fig. 2 d) y Sant'Anna et al. (2004, p. 219, fig. 6). Se cita para Guanajuato, Morelos, región central de México, Oaxaca y Yucatán (Valadez et al., 1996; Komárek y Komárkova-Legnerová, 2002a; Montejano et al., 2005; Moreno et al., 2008; Lopéz-Adrián y Catzim-Cruz, 2010).

***Microcystis panniformis*** Komárek, Komárková-Legnerová, Sant'Anna, Azevedo et Senna (Figs. 11-12)

Colonias elipsoidales a irregulares, de 24-88.8 µm de diámetro, algunas veces con huecos; estadios juveniles en agregados de pocas células, eventualmente las células se distribuyen de manera uniforme en la periferia de la colonia; células esféricas, de 2-3.7 µm de diámetro; contenido celular homogéneo; vacuola de gas central, en algunos casos ausente. Esta especie estuvo presente durante todo el periodo de estudio y fue la de mayor contribución a la abundancia total de las cianofitas (Cuadro 2).

Algunas poblaciones de *M. panniformis* se han descrito como de *M. flos-aquae* (Wittrock) Kirchner. Sin embargo, las células de *M. flos-aquae* son ligeramente más largas y se distribuyen en regiones templadas (Komárek et al., 2001). Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares de este trabajo corresponden con lo registrado por Komárek y Komárková-Legnerová (2002b, p. 13, tab. 4), Komárek et al. (2002, p. 165, figs. 14-28), Sant'Anna et al. (2004, p. 221, figs. 30, 31b) y Tucci et al. (2006, p. 156, fig. 10). Se cita para la ciudad de México, Estado de México, Morelos y región central de México (Komárek y Komárková-Legnerová, 2002b; Montejano et al., 2005; Vasconcelos et al., 2010).

***Synechococcus nidulans*** (Pringsheim) Komárek in Bourrely (Fig. 13)

Células en forma de bastón, solitarias o en pares, de 1.2-2 µm de ancho y de 2.2-3 µm de largo; contenido celular homogéneo; vacuolas de gas ausentes.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registra Komárek (1989b, p. 192, fig. 2 a), Komárkova-Legnerová y Cronberg (1994, p. 39, lám. 4, fig. 49), Tucci et al. (2006, p. 157, fig. 15) y Sant'Anna et al. (2007, p. 6, fig. 13). Se cita para la ciudad de México y Puebla (Tavera y Komárek, 1996; Tavera y Diéz, 2009).

Orden Oscillatoriales

***Geitlerinema splendidum*** (Greville ex Gomont) Anagnostidis (Fig. 14)

Sinónimo: *Oscillatoria splendida* Greville ex Gomont

Filamentos rectos, ligeramente curvados en los ápices; células rectangulares a cuadradas, de 1.2-2 µm de ancho y de 2.5-5 µm de largo, septos sin constricciones o ligeramente constreñidos; contenido celular homogéneo; célula apical gradualmente atenuada, capitada. Esta especie se presentó durante todo el periodo de estudio y su contribución a la abundancia total de las cianofitas fue mayor de marzo a mayo (Cuadro 2).

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares de este estudio corresponden con lo que registra Desikachary (1959, p. 234, lám. 37, figs. 7-8, lám. 38, fig. 10, lám. 40, fig. 11), Anagnostidis (1989, p. 43, figs. 4 a-c), Komárek y Anagnostidis (2005, p. 129, fig. 137) y Sant'Anna et al. (2007, p. 10, fig. 27). Se cita para Chihuahua, ciudad de México, Hidalgo y región central de México (Ortega, 1984; Montejano et al., 2005).

***Lynghya hieronymusii*** Lemmermann (Fig. 15)

Filamentos solitarios, rectos, ligeramente curvados en los ápices; vaina hialina, firme, delgada; células discoidales, de 10-12 µm de ancho y de 2-3 µm de largo, sin constricciones en los septos; contenido celular granulado; célula apical redondeada.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con los registros de Desikachary (1959, p. 297, lám. 48, fig. 4) y Komárek y Anagnostidis (2005, p. 614, fig. 934). Se cita para la región central de México (Montejano et al., 2005).

***Oscillatoria princeps*** Vaucher ex Gomont (Fig. 16)

Filamentos rectos, ligeramente atenuados hacia los ápices; células rectangulares, de 40.8-50.8 µm de ancho y de 5.8-7.5 µm de largo, septos sin constricciones o ligeramente constreñidos; contenido celular finamente granulado; célula apical redondeada, con un ligero engrosamiento convexo.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados en el presente trabajo

corresponden con los registros de Desikachary (1959, p. 210, lám. 37, figs. 1, 10, 11, 13, 14), Compère (1974, p. 187, fig. 150), Valadez et al., 1996, p. 248, lám. 6, fig. f) y Komárek y Anagnostidis (2005, p. 590, fig. 883). Se cita para Chiapas, Chihuahua, Coahuila, ciudad de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, región central de México y Yucatán (Ortega, 1984; Ortega et al., 1994; Valadez et al., 1996; Montejano et al., 2005; Moreno et al., 2008; Lopez-Adrian y Catzim-Cruz, 2010).

**Phormidium nigro-viride** (Thwaites ex Gomont) Anagnostidis et Komárek (Fig. 17)

Sinónimo: *Oscillatoria nigroviridis* Thwaites ex Gomont.

Filamentos rectos, ligeramente atenuados hacia los ápices; células discoidales a rectangulares, de 7.2-14.4 µm de ancho y de 2.4-3.7 µm de largo; septos ligeramente constreñidos, con granulaciones; contenido celular homogéneo, algunas veces finamente granulado; célula apical redondeada, con un ligero engrosamiento convexo. Esta especie presentó su mayor contribución a la abundancia total de las cianofitas entre marzo y mayo (Cuadro 2).

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares obtenidos durante este estudio corresponden con los registros de Desikachary (1959, p. 202, lám. 42, fig. 6, lám. 49, fig. 2), Branco et al. (2003, p. 509, fig. 15) y Komárek y Anagnostidis (2005, p. 475, fig. 710). Se cita para Tamaulipas y Yucatán (Ortega, 1984).

**Phormidium pachydermaticum** Frémy (Fig. 18)

Filamentos rectos; vaina hialina, firme, delgada y abierta; células rectangulares, de 7.5-8.7 µm de ancho y de 5-7.5 µm de largo; septos sin constricciones o ligeramente constreñidos; contenido celular finamente granulado; célula apical cónica.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registran Desikachary (1959, p. 267, lám. 43, figs. 8-10) y Komárek y Anagnostidis (2005, p. 431, fig. 625). Registro nuevo para México.

**Planktolynghya contorta** (Lemmermann) Anagnostidis et Komárek (Fig. 19)

Sinónimo: *Lynghya contorta* Lemmermann.

Filamentos solitarios, con espirales cortas; vaina firme, delgada; células cuadradas, 2-2.4 µm de ancho y de 2-2.4 µm de largo; septos sin constricciones; contenido celular homogéneo; célula apical cónica, ligeramente atenuada.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares que se observaron en este trabajo corresponden con lo registrado por Tell (1994, p. 351, lám. 3, fig. 2) y Komárek y Anagnostidis (2005, p. 162, fig. 196). Registro nuevo para México.

**Planktothrix agardhii** (Gomont) Anagnostidis et Komárek (Fig. 20)

Sinónimo: *Oscillatoria agardhii* Gomont.

Filamentos solitarios, rectos; células rectangulares, de 3.6-5 µm de ancho y de 2.5-4.8 µm de largo; septos sin constricciones a ligeramente constreñidos; contenido celular finamente granulado; célula apical cónica a capitada, ocasionalmente con caliptra convexa. Esta especie presentó su mayor contribución a la abundancia total de las cianofitas entre marzo y mayo (Cuadro 2).

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados en este trabajo corresponden con lo que registran Desikachary (1959, p. 235, lám. 43, figs. 8-10), Komárek y Komárkova-Legnerová (2004, p. 15), Komárek y Anagnostidis, 2005, p. 359, fig. 500), Tucci et al. (2006, p. 157, fig. 20), Sant'Anna et al. (2007, p. 7-8, fig. 24) y Santos y Sant'Anna (2010, p. 73, fig. 26). Se cita para la ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Quintana Roo, región central de México y Yucatán (Ortega, 1984; Ortega et al., 1994; Komárek y Komárkova-Legnerová, 2002a; Sánchez et al., 2002; Montejano et al., 2005; Valadez et al., 2005b; Vasconcelos et al., 2010).

**Porphyrosiphon martensianus** (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis et Komárek (Fig. 21)

Sinónimo: *Lynghya martensiana* Meneghini ex Gomont.

Filamentos rectos, vaina hialina, firme, abierta, de 1.2-2.5 µm de ancho; células discoidales de 9-10 µm de ancho y de 2.5-3.7 µm de largo; septos sin constricción; granulaciones en los septos ocasionalmente; contenido celular homogéneo; célula apical redondeada.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registra Desikachary (1959, p. 318, lám. 52, fig. 6, lám. 51, fig. 2), Compère (1974, p. 180, fig. 92), Valadez et al. (1996, p. 244, lám. 5, fig. c) y Branco et al. (2003, p. 590-591, fig. 19). Se cita para el Estado de México, Morelos, región central de México (Ortega, 1984; Ortega et al., 1994; Valadez et al., 1996; Montejano et al., 2005).

**Spirulina labyrinthiformis** Kützing ex Gomont (Fig. 22).

Sinónimo: *Oscillatoria subsalsa* f. *minor* Compère.

Filamentos arreglados en densas espirales; células cuadradas, de 1.2-2.5 µm de ancho y de 2.4-2.5 µm de largo; sin constricción en los septos; contenido celular homogéneo. Esta especie presentó su mayor contribución a la abundancia total de las cianofitas entre marzo a mayo (Cuadro 2).

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo registrado por Desikachary (1959, p. 195, lám. 36, fig. 11, lám. 49, fig. 1), Komárek y Anagnostidis (2005, p. 146, fig. 171) y Crispino y Sant'Anna (2006, p. 648, fig. 27). Se cita para Guanajuato, Sonora y Baja California (Ortega, 1984; López-Cortés et al., 2001).

## Orden Nostocales

*Anabaena* sp. (Fig. 23)

Filamentos rectos, solitarios; células esféricas a cuadradas, de 2.4-3  $\mu\text{m}$  de diámetro; septos constreñidos; contenido celular homogéneo; heterocistos y acinetos intercalares; heterocistos ligeramente más anchos que las células vegetativas (hasta 3.5  $\mu\text{m}$  de diámetro); acinetos cilíndricos de 4.8-5  $\mu\text{m}$  de ancho y 7-7.2  $\mu\text{m}$  de largo.

Los ejemplares que se observaron en este trabajo presentaron intervalos morfométricos inferiores a los que registra la literatura. Con base a la forma del tricoma, la especie más cercana a nuestras poblaciones fue *Anabaena carmichaelii* Cronberg et Komárek. Esta especie presenta células de 3.5-3.8  $\mu\text{m}$  de diámetro, heterocistos de hasta 4  $\mu\text{m}$  de diámetro y acinetos de 8-10  $\mu\text{m}$  de ancho y de 9-12  $\mu\text{m}$  de largo, en condiciones ambientales similares a las del presente estudio (Cuadro 1).

*Cylindrospermum* sp. (Fig. 24)

Filamentos solitarios, rectos a ligeramente curvos; células esféricas a cuadradas de 1.5-2  $\mu\text{m}$  de diámetro; septos constreñidos; contenido celular homogéneo; heterocistos apicales, en ocasiones intercalares, de 2-3  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Ninguno de los ejemplares observados en este estudio presentó acinetos. Con base en la forma del tricoma, la especie más cercana a nuestras poblaciones fue *C. minutissimum* Collins, la cual cuenta con células vegetativas de 2-2.7  $\mu\text{m}$ , heterocistos ovoides de hasta 4  $\mu\text{m}$  de diámetro y acinetos cilíndricos de 7-9  $\mu\text{m}$  de ancho. *Cylindrospermum minutissimum* es de hábitat bentónico de regiones templadas; sin embargo, Komárek (1989a) menciona que es posible su presencia en regiones tropicales, en Cuba se registran poblaciones en condiciones ambientales similares a las del presente estudio (Cuadro 1). La ausencia de acinetos, así como las diferencias morfométricas y de hábitat entre nuestras poblaciones y las especies registradas en las monografías que se consultaron, limitaron la asignación de un epíteto específico.

## División Euglenophyta

## Orden Euglenales

*Cryptoglana skujae* Marin et Melkonian emend. Kismala et Zakryš (Fig. 25)

Sinónimo: *Phacus agilis* Skuja.

Células elípticas a ovadas, lateralmente comprimidas, de 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho y de 12-13  $\mu\text{m}$  de largo; ápices redondeados, sin cauda conspicua; 1 cloroplasto parietal; 2 granos de paramylon en forma de lámina, laterales.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares del presente estudio corresponden con lo que registran Conforti et al. (2005, p. 170, fig. 2 k), Alves-da-Silva y Fortuna (2008, p. 687, figs. 6-8), Alves-da-Silva

y Tamanah (2008, p. 152, figs. 20-21), Alves-da-Silva y Bicudo (2009, p. 257, Figs. 2-5) y Valadez et al. (2010, p. 306-307, figs. 2-3, 26-27). Se cita para el Estado de México (Valadez et al., 2010).

*Phacus orbicularis* Hübner emend. Zakryš et Kosmala (Fig. 26)

Células aplanadas, esféricas a ovales, de 62.4-84  $\mu\text{m}$  de ancho y de 86.4-141.6  $\mu\text{m}$  de largo; ápice anterior redondeado; ápice posterior con apéndice caudal en forma de espina; estrias longitudinales; numerosos cloroplastos discoidales; 2 granos de paramylon en forma de disco.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares que se observaron para este estudio corresponden con lo que registran Kosmala et al. (2007, p. 1077, fig. 1 f-n), Alves-da-Silva y Fortuna (2008, p. 693, figs. 56-58), Alves-da-Silva y Tamanah (2008, p. 154, figs. 30-31), Alves-da-Silva y Bicudo (2009, p. 263, Figs. 49-54) y Valadez et al. (2010, p. 313, figs. 20-21, 53-56). Se cita para el Estado de México y Yucatán (López-Adrián y Catzim-Cruz, 2010; Valadez et al., 2010)

## División Cryptophyta

## Orden Cryptomonadales

*Cryptomonas erosa* Ehrenberg (Fig. 27)

Células ovoides, aplanadas con una ligera torsión, de 15-16.8  $\mu\text{m}$  de ancho y de 20-30  $\mu\text{m}$  de largo; 2 flagelos de igual longitud insertados en la parte anterior media de la célula; margen dorsal convexo; margen ventral recto; ápice posterior redondeado o ligeramente afilado; 2 cloroplastos parietales sin pirenoides.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo registrado por Huber-Pestalozzi (1968, p. 51, fig. 28), Caljon (1987, p. 40, lám. 3, figs. 10-13), Silva (1999, p. 298, figs. 128-129) y Tucci et al. (2006, p. 169, fig. 76). Se cita para Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Schmitter-Soto et al., 2002).

*Rhodomonas minuta* Skuja (Fig. 28)

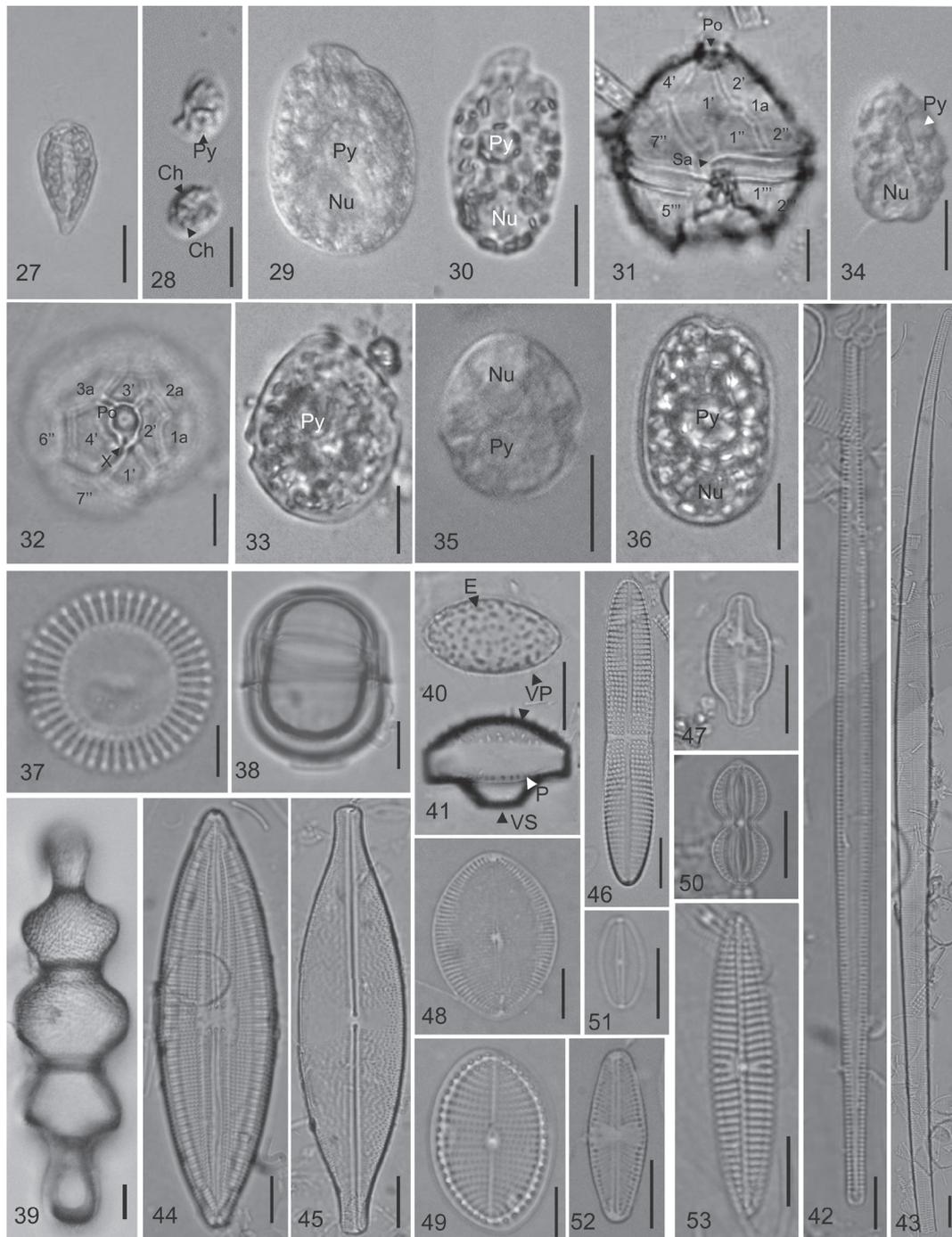
Células ovadas a cuneiformes, de 4.8-6  $\mu\text{m}$  de ancho y de 7.2-12  $\mu\text{m}$  de largo; 2 flagelos insertados en la parte apical media de la célula, uno tan largo como el cuerpo de la célula y el otro más corto; ápice posterior ligeramente afilado; cloroplastos discoidales con un solo pirenoide.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Huber-Pestalozzi (1968, p. 23, lám. 2, fig. 9) y Ortega-Mayagoitia y Rojo (2000). Nuevo registro para México.

## División Dinoflagellata

## Clase Dinophyceae

## Orden Gymnodiniales



**Figuras 27-53.** 27, *Cryptomonas erosa*; 28, *Rhodomonas minuta*; 29, *Amphidinium massartii* en vista dorsal, 30, *A. massartii* en vista ventral; 31, *Bysmatrum caponii* mostrando la tabulación de la teca en vista ventral, 32, *B. caponii* mostrando el complejo apical del poro en vista apical; 33, *Ensiculifera* cf. *loeblichii*; 34, *Heterocapsa* cf. *niei*; 35, *H.* cf. *pseudotriquetra*; 36, *Prorocentrum cassubicum*; 37, *Cyclotella meneghiniana*; 38, *Melosira nummuloides*; 39, *Terpsinoe musica*; 40-41, *Chaetoceros* sp.; 42, *Tabularia fasciculata*; 43, *Licmophora normaniana*; 44, *Mastogloia braunii*; 45, *Anomooneis sphaerophora*; 46, *Achnanthes brevipes* var. *intermedia*; 47, *Achnantheidium exiguum*; 48, *Cocconeis placentula*; 49, *C. scutellum*; 50, *Diploneis caffra*; 51, *Fistulifera saprophila*; 52, *Luticula mutica*; 53, *Navicula agnita*. Py, pirenoide; Nu, núcleo; Ch, cloroplasto; Sa, placa anterior sulcal; Po, complejo apical del poro; VP, valva primaria; VS, valva secundaria; E, espina; P, hilera de poros. Escala de la barra 10 µm.

***Amphidinium massartii*** Biecheler (Figs. 29-30)

Sinónimo: *Amphidinium höfleri* Schiller et Diskus.

Células dorsiventralmente comprimidas, de 19-21 µm de ancho y 23-25 µm de largo, ovales en vista ventral; epicono pequeño, ancho en la base y delgado en el ápice; hipocono redondeado; cíngulo dispuesto alrededor del epicono; sulcus dispuesto a lo largo del hipocono; núcleo ovoide, en posición posterior; cloroplasto que radia a partir del pirenoide.

*Amphidinium massartii* es similar a *A. carterae* Hurlburt en tamaño y forma, pero difieren en la forma del cloroplasto; periférico, reticulado y de color café amarillo en *A. carterae*; cloroplasto central y de color verde amarillo en *A. massartii*. En este trabajo se considera como *A. massartii*, dado que los rasgos morfométricos, forma y posición del núcleo y pirenoide de esta especie concuerdan con los rasgos celulares de los ejemplares observados en este estudio y con lo que registran Dodge (1982) y Murray et al. (2004, p. 370, fig. 2 e, fig. 7 a-e). Nuevo registro para México.

## Orden Peridinales

***Bysmatrum caponii*** (Horiguchi et Pienaar) Faust et Steidinger (Figs. 31-32)

Células pentagonales, epicono e hipocono de similar tamaño, superficie celular vermiculada; células de 21.6-37.5 µm de ancho y de 21.6-37.5 µm de largo; poro apical polygonal; complejo apical del poro toca las placas X, 2', 3' y 4'; sulcus amplio, con 4 placas sulcales; placa sulcal anterior rodeada por las placas 1', 1'', 7''; pequeñas proyecciones en la porción antiapical.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registran Faust et al. (2005, p. 111, figs. 11-12) y Murray et al. (2006, p. 165, fig. 23). Se cita para Yucatán (Okolodkov et al., 2010).

***Ensiculifera cf. loeblichii*** Cox et Arnott (Fig. 33)

Sinónimo: *Pentapharsodinium trachodium* Indelicato et Loeblich III, *Peridinium loeblichii* (Cox et Arnott) Dale.

Células de 20-23 µm de ancho y 16-36 µm de largo; el cíngulo en posición ecuatorial separa una epiteca cónica con ápice elevado de una hipoteca redondeada de dimensiones similares; numerosos cloroplastos discoidales; núcleo elongado en el epicono; pirenoide localizado arriba del núcleo en el epicono. Esta especie fue una de las más abundantes para el grupo de los dinoflagelados, pero sin llegar a ser dominante (Cuadro 2).

En ninguno de los ejemplares para este estudio se observaron detalles del arreglo de las placas, por lo demás, los caracteres morfométricos, forma y posición del núcleo y pirenoide concuerdan con lo que registran Dale (1977, p. 248, figs. 6, 9, 20, 26) y D'Onofrio et al. (1999, p. 1066,

figs. 2-3). El detalle del arreglo de las placas es necesario para confirmar la identidad de esta especie, por lo que en el presente estudio se consideró como *E. cf. loeblichii*. Nuevo registro para México.

***Heterocapsa cf. niei*** (Loeblich III) Morrill et Loeblich III (Fig. 34)

Células de 4.8-7.2 µm de ancho y 9.6-12 µm de largo, ligeramente comprimidas dorsiventralmente; el cíngulo en posición ecuatorial separa una epiteca cónica de una hipoteca redondeada de dimensiones similares; numerosos cloroplastos cercanos a un núcleo esférico en el hipocono; pirenoide localizado arriba del núcleo. Esta especie fue una de las más abundantes para el grupo de los dinoflagelados, pero sin llegar a ser dominante (Cuadro 2).

Iwataki et al. (2004) señalan la importancia del arreglo de las placas, forma y posición de los cloroplastos para la correcta identificación de las especies de *Heterocapsa*. Sin embargo, Iwataki (2008) propone algunas características celulares, como el tamaño de célula, posición del núcleo y pirenoide, en la identificación tentativa de las especies del género con ML. Con base en los caracteres morfométricos y celulares, así como, en las condiciones ecológicas, los ejemplares observados en este estudio fueron cercanos a *H. niei* (Iwataki, 2008, p. 140, figs. 3 h, 4). Se cita para Baja California Sur y Campeche (Licea, 1997; Bustillos-Guzmán et al., 2004).

***Heterocapsa cf. pseudotriquetra*** Iwataki, G. Hansen et Fukuyo (Fig. 35)

Células de 15.7-22.6 µm de ancho y de 16.4-27.1 µm de largo; el cíngulo en posición ecuatorial; epicono e hipocono redondeados, de dimensiones similares; numerosos cloroplastos; núcleo esférico en el epicono; pirenoide localizado abajo del núcleo, en el hipocono. Esta especie fue una de las abundantes para el grupo de los dinoflagelados (Cuadro 2).

En ninguno de los ejemplares estudiados se observaron detalles del arreglo de las placas; por lo demás, los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados en este trabajo corresponden con lo que registra Iwataki (2008, p. 140, figs. 3 l, 4), por lo que en el presente estudio se consideró como *Heterocapsa cf. pseudotriquetra*. Nuevo registro para México.

## Orden Procentrales

***Prorocentrum cassubicum*** (Woloszynska) Doge (Fig. 36)

Células pequeñas, ovales, de 16.8-27.5 µm de ancho y de 21-37.5 µm de largo, con los márgenes de forma angulados en vista valvar; superficie tecal lisa, con pequeños poros; área periflagelar en forma de V; ambos flagelos emergen del poro flagelar; cloroplastos café dorados; núcleo situado posteriormente; pirenoide central; numerosos granos de almidón.

*Prorocentrum cassubicum* es similar con *P. lima* (Ehrenberg) Dodge y *P. norrisianum* Faust et Morton. La principal diferencia con *P. lima* es el tamaño, mientras que, con *P. norrisianum* difiere en los márgenes de las valvas. Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Dodge (1965, 1975) y Dodge y Bibby (1973). Nuevo registro para México.

División Bacillariophyta  
Clase Coscynodyscophyceae  
Orden Thalassiosirales

***Cyclotella meneghiniana*** Kützing (Fig. 37)

Valvas circulares en vista valvar, rectangulares en vista cingular, de 12-30  $\mu\text{m}$  de diámetro; área central con puntuaciones radiadas; estrías marginales, radiales, de 8-10 en 10  $\mu\text{m}$ . Esta especie fue una de las más abundantes para el grupo de las diatomeas, pero sin llegar a ser dominante (Cuadro 2).

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares utilizados para el presente estudio corresponden con lo que registran Gasse (1986, p. 36, lám. 3, fig. 9), Valadez et al. (1996, p. 260, lám. 11, fig. c), Krammer y Lange-Bertalot (1991a, p. 44, lám. 44, figs. 1-10), Moreno et al. (1996, p. 60, lám. 18, fig. 8), Valadez et al. (2005a, p. 82, lám. 1, fig. 3) y Novelo et al. (2007, p. 13, lám. 1, fig. 1). Se cita para la ciudad de México, Hidalgo, México, Morelos, Campeche, golfo de California, golfo de México, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Yucatán (Ortega, 1984; Valadez et al., 1996, 2005a; Cantoral y Montejano, 1993; Moreno et al., 1996, 2008; Schmitter-Soto et al., 2002; Sánchez et al., 2002; Hernández-Becerril et al., 2008; Kraysky et al., 2009; Novelo et al., 2007; Ibarra et al., 2009; Tavera y Diez, 2009).

Orden Melosirales

***Melosira nummuloides*** (Dillwyn) Agardh (Fig. 38)

Valvas cortas, cilíndricas a elipsoidales, de 29.4-30  $\mu\text{m}$  de ancho y de 18-26  $\mu\text{m}$  de altura, formando cadenas de 2-4 células; ápices fuertemente convexos; estrías de 18-26 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Gerloff et al. (1978, p. 281, lám. 5, fig. 6, lám. 12, figs. 2-3), Navarro (1982, p. 11, lám. 2, figs. 1-3) y Krammer y Lange-Bertalot (1991a, p. 11, lám. 8, figs. 1-8). Se cita para el golfo de California, golfo de México y Quintana Roo (Moreno et al., 1996; Sánchez et al., 2002; Martínez-López et al., 2004; Siqueiros-Beltrones y López, 2006; Kraysky et al., 2009; Procopiak et al., 2006).

Orden Biddulphiales

***Terpsinoe musica*** Ehrenberg (Fig. 39)

Valvas solitarias o unidas por los vértices, rectangulares en vista conectiva, con ondulaciones en vista valvar, de 79.2-84  $\mu\text{m}$  de ancho y de 122.4-129.6  $\mu\text{m}$  de largo; costillas en forma de nota musical dividen a la valva en 5 secciones; aréolas irregulares en la superficie valvar.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Foged (1984, p. 99, lám. 1, figs. 1-2) y Valadez et al. (1996, p. 261, lám. 11, fig. e). Se cita para Hidalgo, Morelos, golfo de California, golfo de México, Quintana Roo, San Luis Potosí y Yucatán (Ortega, 1984; Valadez et al., 1996; Moreno et al., 1996; Sánchez et al., 2002; Schmitter-Soto et al., 2002; Montejano et al., 2004; López-Adrián y Barrientos-Medina, 2005; Kraysky et al., 2009).

Orden Chaetocerotales

***Chaetoceros*** sp. (Figs. 40-41).

Espora con valvas secundarias truncadas y valvas primarias con espinas; un renglón de puntos a lo largo del margen inferior del manto; valvas de 13-20  $\mu\text{m}$  diámetro y de 14-18  $\mu\text{m}$  altura.

Las características morfológicas de los ejemplares observados en este estudio coinciden con la descripción de las esporas de resistencia de *Chaetoceros muelleri* var. *subsalsa* (Lemmermann) Johansen et Rushforth (Rushforth y Johansen, 1986); sin embargo, no se observaron células vegetativas para confirmar su identidad.

Clase Fragilariophyceae

Orden Fragilariales

***Tabularia fasciculata*** (Agardh) Williams et Round (Fig. 42)  
Sinónimo: *Fragilaria fasciculata* (Agardh) Lange-Bertalot.

Valvas lineares a lanceolados, de 3-5  $\mu\text{m}$  de ancho y de 62-133  $\mu\text{m}$  de largo, rectangulares en vista conectiva; ápices ligeramente redondeados; área central ausente; área axial amplia; estrías 19-20 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares de este estudio corresponden con lo que registran Krammer y Lange-Bertalot (1991a, p. 150, lám. 135, figs. 1-18) y Davidovich et al. (2010, p. 253, figs. 1-14). Se cita para el golfo de California y golfo de México (Moreno et al., 1996; Hernández-Becerril et al., 2008).

Orden Licmophorales

***Licmophora normaniana*** (Greville) Wahrer (Fig. 43)

Sinónimo: *Campylostylus normannianus* (Greville) Gerloff, Natour et Rivera.

Valvas de 7.5-19  $\mu\text{m}$  de ancho y de 279-400  $\mu\text{m}$  de largo, arqueadas asimétricamente hacia el ápice anterior y eje transapical; área axial estrecha, excéntrica, sin rafe; estrías de 14-16 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Gerloff et al. (1978, p. 271, lám. 3 fig. 8, lám. 9, figs. 6-10). Nuevo registro para México.

Clase Bacillariophyceae

Orden Mastogloiales

*Mastogloia braunii* Grunow (Fig. 44)

Valvas lanceoladas, de 12-20  $\mu\text{m}$  de ancho y de 36-92  $\mu\text{m}$ , ápices ligeramente cuneiformes; valvas con 2 depresiones, que unidas con el área central tienen forma de H; rafe ligeramente ondulado; área axial estrecha, recta, bordeada por una línea longitudinal de puntos; estrías de 15-17 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registran Foged (1984, p. 50, lám. 4, fig. 1), Krammer y Lange-Bertalot (1997, p. 433, lám. 200, figs. 1-5) y Moreno et al. (1996, p. 89, lám. 24, fig. 4). Se cita para el golfo de California, golfo de México, Quintana Roo, Sonora y Sinaloa (Licea, 1974; Moreno et al., 1996; Procopiak et al., 2006; Krayesky et al., 2009).

Orden Cymbellales

*Anomoeoneis sphaerophora* Pfitzer (Fig. 45)

Valvas fusiformes a lanceoladas, de 18-20  $\mu\text{m}$  de ancho y de 65-74  $\mu\text{m}$  de largo; ápices ligeramente redondeados; área axial lineal con un renglón de puntos separados de las estrías; área central amplia; estrías de 13-14 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Foged (1984, p. 21, lám. 7, figs. 9-10), Krammer y Lange-Bertalot (1997, p. 252, lám. 92, figs. 1-6) y Novelo et al. (2007, p. 35, lám. 5, fig. 2). Se cita para Hidalgo y Quintana Roo (Ortega, 1984; Novelo et al., 2007; Ibarra et al., 2009).

Orden Achnanthes

*Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kützing) Cleve (Fig. 46)

Valvas lineares a lanceoladas, de 9.6-12  $\mu\text{m}$  de ancho y de 36-45.6  $\mu\text{m}$  de largo, constreñidas en la parte media; ápices redondeados. Valva del rafe con área central rectangular en forma de estauro, área axial amplia; estrías 9-10 en 10  $\mu\text{m}$ , radiadas en el centro y paralelas en los extremos; rafe central, recto.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Foged (1984, p. 12, lám. 32, fig. 4) y Krammer y Lange-Bertalot (1991b, p. 3, lám. 1, figs. 4-8). Se cita para Baja California Sur y Quintana Roo (Sánchez et al.,

2002; Martínez-López et al., 2004; Siqueiros-Beltrones et al., 2004; Siqueiros-Beltrones y López, 2006).

*Achnantheidium exiguum* (Grunow) Czarnecki (Fig. 47)

Sinónimo: *Achnanthes exigua* Grunow in Cleve et Grunow.

Valvas elípticas a lanceoladas, de 7.2  $\mu\text{m}$  de ancho y de 12-14.4  $\mu\text{m}$  de largo; ápices capitados; valva del rafe con área central estrecha, con forma de estauro; área axial estrecha; rafe central, linear; estrías radiadas de 18-20 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Foged (1984, p. 13, lám. 3, fig. 8), Krammer y Lange-Bertalot (1991b, p. 38, lám. 23, figs. 1-27), Tucci et al. (2006, p. 170, fig. 87) y Novelo et al. (2007, p. 28, lám. 4, fig. 4). Foged (1984), sugiere que esta especie prefiere condiciones alcalinas, similares a las registradas en el presente trabajo (Cuadro 1). Se cita para el golfo de Baja California y Quintana Roo (Moreno et al., 1996; Procopiak et al., 2006; Novelo et al., 2007; Ibarra et al., 2009).

*Cocconeis pediculus* Ehrenberg (Fig. 48)

Valvas elípticas, ligeramente convexas, de 14.4-20  $\mu\text{m}$  de ancho y de 19-31  $\mu\text{m}$  de largo; valva del rafe claramente punteada, área axial muy estrecha, área central circular, estrías radiadas de 21-27 en 10  $\mu\text{m}$ ; valva del pseudorafe con área axial lineal y área central pequeña. Esta especie fue una de las más abundantes para el grupo de las diatomeas, pero sin llegar a ser dominante (Cuadro 2).

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con los registros de Foged (1984, p. 29), Gasse (1986, p. 32, lám. 7, fig. 7), Krammer y Lange-Bertalot (1991b, p. 89, lám. 55, figs. 1-8), Moreno et al., (1996, p. 52, lám. 16, figs. 8-9) y Novelo et al. (2007, p. 29, lám. 4, fig. 6). Se cita para el Estado de México, golfo de California, Quintana Roo y San Luis Potosí (Ortega, 1984; Cantoral y Montejano, 1993; Moreno et al., 1996; Sánchez et al., 2002; Montejano et al., 2004; Siqueiros-Beltrones et al., 2004; Novelo et al., 2007).

*Cocconeis scutellum* (Ehrenberg 1837) Boyer (Fig. 49)

Valvas elípticas, de 26.4-30  $\mu\text{m}$  de ancho y de 45-48  $\mu\text{m}$  de largo; valva del pseudorafe con estrías punteadas arregladas en reglones transversales; valva del rafe con área central pequeña y rafe recto a ligeramente ondulado; estrías de 6 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Navarro (1982, p. 30, lám. 18, figs. 6-7), Foged (1984, p. 30), Krammer y Lange-Bertalot (1991b, p. 93, lám. 57, figs. 5-7, lám. 58, figs. 1-13) y Moreno et al., (1996, p. 53, lám. 16, fig. 12). Se cita para el golfo de California, golfo de México y Quintana Roo (Moreno et al., 1996; Martínez-López et al., 2004; Siqueiros-Beltrones

et al., 2004; Procopiak et al., 2006; Siqueiros-Beltrones y López, 2006; Hernández-Becerril et al., 2008; Kravesky et al., 2009).

Orden Naviculales

***Diploneis caffra*** (Giffen) Witkowski, Lange-Bertalot et Metzeltin (Fig. 50)

Sinónimo: *Diploneis interrupta* var. *caffra* Giffen.

Valvas elípticas, de 6-9.6 µm de ancho y de 14-16.4 µm de largo, fuertemente constreñidas en la parte media de la valva; ápices redondeados; área axial estrecha; rafe recto; canal longitudinal con areolas distintas al resto de la valva; estrías radiadas, de areolas de 14-16 en 10 µm.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registra Navarro (1982, p. 34, lám. 22, figs. 6-8). Se cita para Quintana Roo (Procopiak et al., 2006).

***Fistulifera saprophila*** (Lange-Bertalot et Bonik) Lange-Bertalot (Fig. 51)

Sinónimo: *Navicula muralis* f. *minuta* Grunow in Van Heurck, *N. saprophila* Lange-Bertalot et Bonik.

Valvas elípticas-alargadas, de 4.8 µm de ancho y de 9.6-12 µm de largo; ápices redondeados; área central estrecha; área axial estrecha; rafe lineal; estrías difíciles de apreciar con ML.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares de este estudio corresponden con lo que registran Krammer y Lange-Bertalot (1997, p. 207, lám. 74, figs. 35-36). Nuevo registro para México.

***Luticula mutica*** (Kützing) D. G. Mann (Fig. 52)

Sinónimo: *Navicula mutica* Kützing.

Valvas elípticas, de 4.8-7.2 µm de ancho y de 24-28 µm de largo; ápices ampliamente redondeados; área central amplia, rectangular, con una hilera de puntos en los márgenes de valva; área axial estrecha; rafe recto; estrías punteadas, de 14-18 en 10 µm.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo registrado por Foged (1984, p. 67, lám. 8, fig. 7), Gasse (1986, p. 105, lám. 17, figs. 16-17), Krammer y Lange-Bertalot (1997, p. 149, lám. 61, figs. 1-11) y Valadez et al. (2005a, p. 86, lám. 1, fig. 25). Se cita para Baja California Sur, Estado de México, golfo de California, golfo de México y Quintana Roo (Moreno et al., 1996; Procopiak et al., 2006; Martínez-López et al., 2004; Siqueiros-Beltrones et al., 2004; Kravesky et al., 2009; Valadez et al., 2005a).

***Navicula agnita*** Hustedt (Fig. 53)

Valvas lanceoladas, de 9-10 µm de ancho y de 50-51 µm de largo; ápices ligeramente agudos redondeados; área central pequeña, con 2 estrías centrales cortas transapicales; área axial estrecha; rafe lineal; estrías de 8-10 en 10 µm.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden

con lo que registran Foged (1984, p. 59, lám. 45, figs. 8-9) y Moreno et al. (1996, p. 92, lám. 25, fig. 2). Se cita para el golfo de California (Moreno et al., 1996; Siqueiros-Beltrones et al., 2004, 2005).

***Navicula platyventris*** Meister (Fig. 54)

Valvas elípticas-lanceoladas, de 6.4-8 µm de ancho y de 12.9-16.8 µm de largo; ápices capitados; área central pequeña, semicircular, con una estría corta a cada lado de la porción central de la valva; área axial estrecha, ligeramente expandida; rafe lineal; estrías de 11-12 en 10 µm, radiales en el centro a paralelas hacia los ápices.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo registrado por Navarro (1982, p. 46, lám. 30, figs. 4-5) y Moreno et al. (1996, p. 97, lám. 25, figs. 20 a-b). Se cita para Baja California Sur, golfo de California, golfo de México y Quintana Roo (Moreno et al., 1996; Sánchez et al., 2002; Procopiak et al., 2006; Siqueiros-Beltrones et al., 2005; Siqueiros-Beltrones y López, 2006; Hernández-Becerril et al., 2008).

***Navicula pseudocrassirostris*** Hustedt (Fig. 55)

Valvas lanceoladas, de 8-12 µm de ancho y de 46-90 µm de largo; ápices redondeados a ligeramente capitados; área central pequeña, elíptica; área axial amplia; rafe lineal; estrías radiales, de 14-17 en 10 µm.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registran Navarro (1982, p. 47, lám. 31, fig. 1), Foged (1984, p. 69, lám. 50, fig. 14) y Gasse (1986, p. 109, lám. 16, fig. 25). Se cita para el golfo de México y Quintana Roo (Procopiak et al., 2006; Kravesky et al., 2009).

***Oestrupia powellii* var. *vidovichii*** (Grunow) Heiden (Fig. 56)

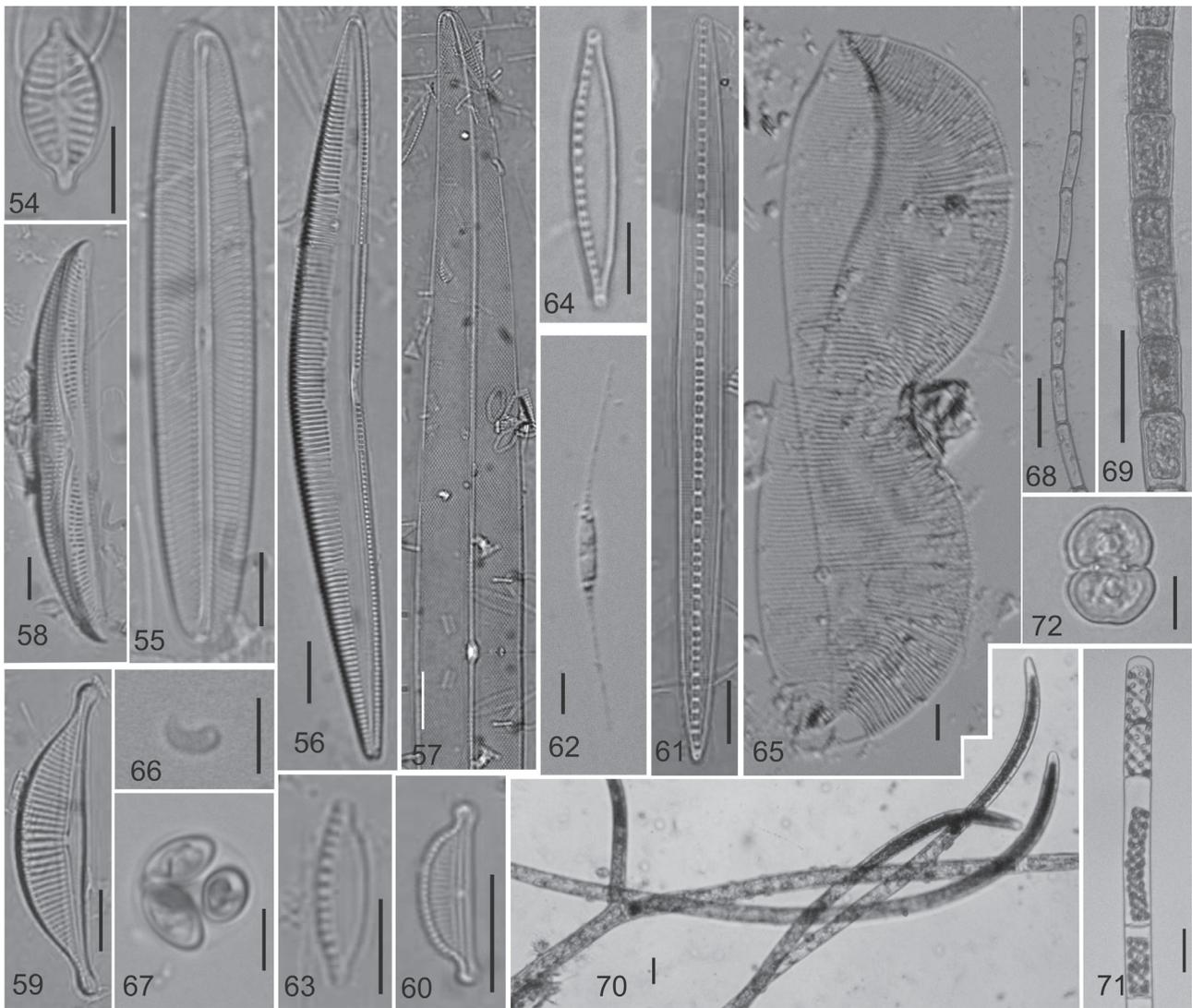
Valvas lanceoladas, ligeramente arqueadas, de 12-17.5 µm de ancho y de 86.4-125 µm de largo; ápices atenuados, redondeados; área central amplia; área axial amplia; rafe excéntrico hacia el margen ventral; estrías transversales a ligeramente radiadas, de 7-12 en 10 µm.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registran Siqueiros-Beltrones et al. (2004, 2005, p. 84, fig. 10). Se cita para Baja California Sur (Siqueiros-Beltrones et al., 2004, 2005).

***Pleurosigma elongatum*** Smith (Fig. 57)

Valvas sigmoide lanceoladas, de 16.8-22.5 µm de ancho y de 244-408 µm de largo; ápices atenuados, redondeados; área central elíptica; área axial amplia, sigmoide; rafe central, sigmoide; estrías de 15 en 10 µm.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con los registros de Gasse (1986, p. 161), Moreno et al. (1996, p. 112, lám. 28, fig. 16) y Krammer y Lange-Berta-



**Figuras 54-72.** 54. *Navicula platyventris*; 55. *N. pseudocrassirostris*; 56. *Oestrupia powelli* var. *vidovichii*; 57. *Pleurosigma elongatum*; 58. *Amphora proteus*; 59. *A. richardiana*; 60. *A. tenerrima*; 61. *Bacillaria paxillifer*; 62. *Cylindrotheca closterium*; 63. *Nitzschia microcephala*; 64. *N. palea*; 65. *Entomoneis alata*; 66. *Monoraphidium minutum*; 67. *Oocystis lacustris*; 68. *Oedogonium* sp. 1; 69. *Oedogonium* sp. 2; 70. *Cladophora glomerata*; 71. *Spirogyra* sp.; 72. *Cosmarium leave*. Escala de la barra 10  $\mu\text{m}$ ; 50  $\mu\text{m}$  para figura 70.

lot (1997, p. 295, lám. 113, fig. 4, lám. 114, fig. 3). Se cita para las costas del Pacífico mexicano, golfo de California y Quintana Roo (Moreno et al., 1996; Sánchez et al., 2002; Sterrenburg et al., 2003; Procopiak et al., 2006).

#### Orden Thalassiophysales

##### *Amphora proteus* Gregory (Fig. 58)

Valvas semilanceoladas, de 10-16.8  $\mu\text{m}$  de ancho y de 83- 97.5  $\mu\text{m}$  de largo; ápices ligeramente rostrados; margen ventral convexo en la parte central y cóncavo hacia los ápices; margen dorsal con estrías ordenadas en forma semilanceolada, más largas en la parte central y estrechas

hacia los ápices; área central semicircular; área axial estrecha y ondulada; rafe ondulado, excéntrico hacia el margen ventral; estrías de 7-10 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registran Navarro (1982, p. 33, lám. 21, figs. 2-3), Foged (1984, p. 19, lám. 12, figs. 1-2, lám. 55, figs. 1-3) y Moreno et al. (1996, p. 22, lám. 8, figs. 12-14). Se cita para Baja California Sur, golfo de California, golfo de México, Sonora, Sinaloa y Quintana Roo (Licea, 1974; Moreno et al., 1996; Procopiak et al., 2006; Siqueiros-Beltrones y López, 2006; Krayesky et al., 2009).

***Amphora richardiana*** B. J. Cholnoky (Fig. 59)

Valvas de 11-12  $\mu\text{m}$  de ancho y de 49-77  $\mu\text{m}$  de largo; ápices capitados; margen ventral ligeramente convexo en la parte central y cóncavo hacia los ápices; margen dorsal convexo; área central semicircular; área axial estrecha; rafe excéntrico hacia el margen ventral; estrías de 13-15 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registra Foged (1984, p. 19, lám. 54, fig. 2). Nuevo registro para México.

***Amphora tenerrima*** Aleem et Hustedt (Fig. 60)

Valvas de 4.8-5  $\mu\text{m}$  de ancho y de 12-18  $\mu\text{m}$  de largo; ápices capitados; margen ventral recto; margen dorsal convexo; área central pequeña, semicircular; área axial estrecha; rafe recto, excéntrico hacia el margen ventral; estrías 16-18 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de ejemplares observados en este estudio corresponden con lo que registra Siqueiros-Beltrones (2002, lám. 6, fig. 10). Se cita para Baja California Sur y golfo de México (Siqueiros-Beltrones, 2002; Siqueiros-Beltrones et al., 2004; Kraysky et al., 2009).

Orden Bacillariales

***Bacillaria paxillifer*** (O. F. Müller) Hendey (Fig. 61)

Sinónimo: *Bacillaria paradoxa* Gmelin.

Valvas lineares a lanceoladas, de 6-9.6  $\mu\text{m}$  de ancho y de 110-117  $\mu\text{m}$  de largo; ápices ligeramente capitados a redondeados; rafe y quilla central; fibulas de 8-9 en 10  $\mu\text{m}$ ; estrías de 17-20 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares del presente estudio corresponden con lo que registran Krammer y Lange-Bertalot (1988, p. 8, lám. 87, figs. 4-7) y Moreno et al. (1996, p. 29, lám. 10, fig. 14). Se cita para el golfo de California, golfo de México y Quintana Roo (Moreno et al., 1996, 2008; Martínez-López et al., 2004; Siqueiros-Beltrones et al., 2005; Procopiak et al., 2006; Hernández-Becerril et al., 2008; Kraysky et al., 2009).

***Cylindrotheca closterium*** (Ehrenberg) Reiman et Lewin (Fig. 62)

Sinónimo: *Nitzschia closterium* (Ehrenberg) W. Smith.

Valvas lineales lanceoladas, de 5-8  $\mu\text{m}$  de ancho y de 80-90  $\mu\text{m}$  de largo, márgenes inflados en la parte central; ápices alargados rectos o curvos hacia la misma dirección; rafe excéntrico; fibulas de 15-16 en 10  $\mu\text{m}$ ; estrías difíciles de observar con ML. Esta especie fue una de las más abundantes para el grupo de las diatomeas, pero sin llegar a ser dominante (Cuadro 2).

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados corresponden con lo que

registran Krammer y Lange-Bertalot (1988, p. 124, lám. 87, figs. 1-2), García-Baptista (1993, p. 67, figs. 184, 195-196) y Moreno et al. (1996, p. 61, lám. 18, fig. 13). Se cita para Campeche, golfo de California, golfo de México, Oaxaca, Quintana Roo y Yucatán (Moreno et al., 1996, Schmitter-Soto et al., 2002; Popowski et al., 2002; Moreno et al., 2008; Kraysky et al., 2009).

***Nitzschia microcephala*** Grunow in Cleve et Möller (Fig. 63)

Valvas lineares, de 4.8-5  $\mu\text{m}$  de ancho y de 14.4-15  $\mu\text{m}$  de largo, solitarias o en pequeños grupos; ápices capitados; fibulas marginales, de 9-10 en 10  $\mu\text{m}$ ; estrías difíciles de observar con ML.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares de estudio corresponden con lo que registran Gasse (1986, p. 137) y Krammer y Lange-Bertalot (1988, p. 120, lám. 83, figs. 10-18). Se cita para el golfo de California y golfo de México (Moreno et al., 1996; Kraysky et al., 2009)

***Nitzschia palea*** (Kützing) W. Smith (Fig. 64)

Valvas lineares a lanceoladas, de 40.8-43.2  $\mu\text{m}$  de ancho y de 3.6-4.8  $\mu\text{m}$  de largo; ápices ligeramente rostrados; fibulas marginales, de 9-10 en 10  $\mu\text{m}$ ; estrías difíciles de observar con ML.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares de estudio corresponden con lo registrado por Foged (1984, p. 79, lám. 16, fig. 10), Krammer y Lange-Bertalot (1988, p. 85, lám. 59, figs. 1-24), García-Baptista (1993, p. 65, figs. 174, 177-180, 255-256) y Valdez et al. (2005a, p. 88, lám. 2, fig. 44). Se cita para el Estado de México, golfo de California, golfo de México, Morelos, Oaxaca, Quintana Roo y San Luis Potosí (Moreno et al., 1996, 2008; Valdez et al., 2005a, 2005b; Procopiak et al., 2006; Novelo et al., 2007; Ibarra et al., 2009; Kraysky et al., 2009).

Orden Surirellales

***Entomoneis alata*** (Ehrenberg) Ehrenberg (Fig. 65)

Sinónimo: *Amphiprora alata* (Ehrenberg) Kützing.

Valvas lineares a lanceoladas, de 45-65  $\mu\text{m}$  de ancho y de 205-275  $\mu\text{m}$  de largo, con una torsión sobre el eje principal; ápices redondeados; área axial forma una quilla sigmoide que incluye al rafe; estrías de 11-17 en 10  $\mu\text{m}$ .

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares de estudio corresponden con lo que registran Navarro (1982, p. 35), Gasse (1986, p. 21, lám. 24, fig. 4), García-Baptista (1993, p. 70, figs. 124-125, 250), Moreno et al. (1996, p. 69, lám. 20, fig. 20) y Krammer y Lange-Bertalot (1997, p. 438, lám. 203, figs. 1-4). Se cita para Chiapas, golfo de California, golfo de México y Quintana Roo (Moreno et al., 1996; Popowski et al., 2002; Kraysky et al., 2009; Varona-Cordero et al., 2010).

División Chlorophyta  
Clase Chlorophyceae  
Orden Chlorococcales

***Monoraphidium minutum*** (Nägeli) Komárkova-Legnerová (Fig. 66)

Sinónimo: *Selenastrum minutum* (Nägeli) Collins.

Células cilíndricas, de 2-2.4 µm de ancho y de 6-7.2 µm de largo, en forma de media luna, sigmoides o ligeramente torcidas; ápices atenuados y redondeados; cloroplasto parietal, sin pirenoide.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo que registra Comas (1984, p. 12, fig. 19 a; 1996, p.101, fig. 31 e). Se cita para Oaxaca, Quintana Roo y Yucatán (Sánchez et al., 2002; Moreno et al., 2008; Lopez-Adrian y Catzim-Cruz, 2010).

***Oocystis lacustris*** Chodat (Fig. 67)

Sinónimo: *Oocystella lacustris* (Chodat) Hindák.

Cenobios elípticos, de 21.6-26.4 µm de diámetro, 2 a 4 células por cenobio; células elipsoidales, de 5-7.5 µm de ancho y de 11.2-12.5 µm de largo; ápices redondeados; 2 cloroplastos parietales; 1 pirenoide por cloroplasto.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo registrado por Comas (1996, p. 82, fig. 22 a), Tavera et al. (2000, p. 74, fig. 21 a-f) y Pérez et al. (2002, p. 103, fig. 2.3). Se cita para Michoacán, ciudad de México y Puebla (Ortega, 1984; Ortega et al, 1994; Tavera et al., 2000; Tavera y Diéz, 2009).

Orden Oedogoniales

***Oedogonium*** sp. 1 (Fig. 68)

Filamentos estériles, rectos, sin ramificación; células en forma de basto, de 7-12 µm de ancho y de 36-52.8 µm de largo, septos constreñidos; célula apical con ápice redondeado.

Ninguno de los ejemplares estudiados presentó talos reproductivos, por lo que no fue posible asignarles un epíteto específico.

***Oedogonium*** sp. 2 (Fig. 69)

Filamentos estériles, rectos, sin ramificación; células en forma de basto, de 14.4-19.2 µm de ancho y de 30-37.5 µm de largo; septos constreñidos; célula apical con ápice redondeado.

Ninguno de los ejemplares estudiados presentó talos reproductivos, por lo que no fue posible asignarles un epíteto específico.

Clase Cladophorophyceae

Orden Cladophorales

***Cladophora glomerata*** (Linnaeus) Kützing (Fig. 70)

Filamentos con ramificación dicotómica; células cilíndricas, de 30-60 µm de ancho y de 360-500 µm de largo,

células apicales ligeramente cónicas o atenuadas; pared celular gruesa y lamelada.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares observados en este estudio corresponden con lo registrado por Valadez et al. (1996, p. 254, lám. 9, figs. a, b). Se cita para Chihuahua, Morelos, San Luis Potosí y Yucatán. (Ortega, 1984; Valadez et al., 1996; Montejano et al., 2004; López-Adrián y Barrientos-Medina, 2005; López-Adrián y Catzim-Cruz, 2010).

Clase Zygnematophyceae

Orden Zygnematales

***Spirogyra*** sp. (Fig. 71)

Filamentos estériles, rectos, sin ramificación; células cilíndricas de 25-27.5 µm de ancho y de 72-240 µm de largo, con unión anular; con 3-4 cloroplastos parietales espiralados; célula apical con ápice redondeado.

Ninguno de los ejemplares estudiados presentó talos reproductivos, por lo que no fue posible asignarles un epíteto específico.

Orden Desmidiiales

***Cosmarium leave*** Rabenhorst (Fig. 72)

Células elípticas a piramidales, solitarias, de 16.8-24 µm de ancho y de 16.4-27.5 µm de largo; istmo de 7.5-8.0 µm de ancho; hemicélulas redondeadas, con ángulos basales redondeados y ápices truncados; pared celular finamente punteada, a veces lisa; cloroplasto con un pirenoide por hemicélula.

Los caracteres morfométricos y condiciones ecológicas de los ejemplares estudiados corresponden con lo registrado por Bourrelly y Couté (1986, p. 152, lám. 4. fig. 11) y Silva y Cecy (2004, p. 16, figs. 21-23, 65). Se cita para Yucatán (López-Adrián y Catzim-Cruz, 2010).

## Discusión

Se reconocieron 67 taxa: 28 Bacillariophyta, 22 Cyanoprokaryota, 7 Chlorophyta, 6 Dinoflagellata, 2 Euglenophyta y 2 Cryptophyta. La composición del fitoplancton en laguna Lagartos fue similar a la registrada en otras lagunas de la península de Yucatán (Popowski et al., 2002; Herrera-Silveira y Morales-Ojeda (2010) y a otra más fuera de la región (Varona-Cordero et al., 2010). Sin embargo, como grupo las cianofitas dominaron durante todo el periodo de estudio, con una contribución a la abundancia del fitoplancton, mayor al 80%. El resto de los grupos algales presentaron abundancias relativas menores al 10% (Cuadro 1).

Las cianofitas estuvieron representadas por especies coloniales (Chroococcales, 11 taxa) y filamentosas (Oscillatoriales, 9 taxa y Nostocales, 2 taxa). Fueron el grupo dominante, con las densidades más altas durante todo el

periodo de estudio (Cuadro 2). Bartram et al. (1999), mencionan que la constancia estacional de la temperatura y duración del fotoperiodo en regiones tropicales, favorecen el crecimiento de las algas azul verdes durante casi todo el año. Por otra parte, Hammer (1996) y Shapiro (1990), sugieren que las cianofitas tienen preferencia por aguas neutras a ligeramente alcalinas y temperatura alrededor de los 25 °C, como se registra en el presente trabajo (Cuadro 1).

En términos de abundancia, *Microcystis panniformis* (Chroococcales), contribuyó hasta con el 88% a la abundancia total de las cianofitas de noviembre a febrero (Cuadro 2). Algunas poblaciones tropicales de esta especie se asocian con la detección de microcistinas, toxinas que pueden afectar la salud de humanos y otros animales, con efectos hepatotóxicos, neurotóxicos y dermatotóxicos (White et al., 2003; Bittencourt-Oliveira et al., 2007; Moschini-Carlos et al., 2009). En México, la presencia de *M. panniformis* dio positivo con la detección de microcistinas en varios sistemas acuáticos de la región central del país (Vasconcelos et al., 2010). Por otra parte, las Oscillatoriales (*G. splendidum*, *P. nigro-viride*, *P. agardhii* y *S. labyrinthiformis*), con abundancias relativas entre el 12 y 50%, fueron dominantes de marzo a mayo (Cuadro 2). A *Geitlerinema splendidum* y *S. labyrinthiformis* se les asocia con la producción de compuestos que proporcionan sabor y olor desagradable al agua potable (Izaguirre y Taylor, 2004). En la región central de México, también *Planktothrix agardhii* se asocia con la producción de microcistina (Vasconcelos et al., 2010) y *P. nigro-viride* se ha registrado como productora de aplasiatoxina, toxina causante de dermatitis e inflamación oral y gastrointestinal (Chorus y Bartman, 1999). Finalmente, el conjunto de especies representativas de las cianofitas, codominaron de junio a septiembre (Cuadro 2); *M. panniformis* y *G. splendidum* fueron las que más contribuyeron a la abundancia total del grupo.

Las diatomeas, con densidades menores a 400 células ml<sup>-1</sup>, no mostraron diferencias temporales en su composición (Cuadro 2). El grupo estuvo representado por las clases: Coscynodyscophyceae (4 taxa), Fragilariophyceae (2 taxa) y Bacillariophyceae (22 taxa), cuyas especies tienen preferencia por hábitos bentónicos. La presencia de taxa bentónicos dentro de la flora planctónica (ticoplanton), se puede explicar por el carácter somero de la laguna cuya mezcla continua, favorecida por la acción del viento, posibilita la presencia de algunos elementos bentónicos en la columna de agua. Por otra parte, el predominio de diatomeas típicas de aguas de baja salinidad, coincide con las condiciones hiposalinas de laguna Lagartos (Cuadro 1), que a su vez, favoreció el desarrollo —en bajas proporciones— de los taxa marinos *Melosira nummuloides*, *Chaetoceros* sp., *Licmophora normaniana*, *Cocconeis scutellum*, *Diploneis caffra*, *Navicula agnita*, *N. platyventris*,

*Oestrupia powellii* var. *vidovichii*, *Amphora richardiana*, *A. tenerrima* y *Entomoneis alata* (Foged, 1984; Navarro, 1982).

Las algas verdes, con densidades menores a 300 células ml<sup>-1</sup>, no mostraron diferencias temporales en su composición (Cuadro 2). El grupo estuvo representado por Chlorococcales (*Monoraphidium minutum*, *Oocystis lacustris*), Oedogoniales (*Oedogonium* sp. 1 y *Oedogonium* sp. 2), Cladophorales (*Cladophora glomerata*) y Zygnematales (*Spirogyra* sp. y *Cosmarium leave*). La presencia de las especies filamentosas en la columna de agua se consideró accidental, toda vez que no fueron importantes en la comunidad fitoplanctónica de laguna Lagartos (Cuadros 1 y 2). Las Chlorococcales *Monoraphidium minutum* y *Oocystis lacustris* se han registrado en cuerpos de agua someros eutróficos (Round, 1981) en condiciones ambientales similares a las del presente estudio (Cuadro 1).

Los dinoflagelados, con abundancias menores a 500 células ml<sup>-1</sup>, no mostraron diferencias temporales (Cuadro 2). El grupo estuvo representado por especies marinas bentónicas, tanto de aguas templadas como tropicales (Dodge, 1965, 1975, 1982; Dodge y Bibby, 1973; Faust et al., 2005; Licea, 1997; Iwataki, 2008; Bustillos-Guzmán et al., 2004; Murray et al. 2004, 2006). Quinlan y Phlips (2007) sugieren que los dinoflagelados de ambientes litorales marinos prácticamente están ausentes en cuerpos de agua dulce ya que la baja salinidad limita su desarrollo. Probablemente, la baja abundancia relativa del grupo pudo estar influenciada por las condiciones hiposalinas de laguna Lagartos (Cuadro 1). Sin embargo, en términos ecofisiológicos, podría decirse que las especies registradas en el presente trabajo fueron tolerantes a valores bajos de salinidad y conductividad, así como a valores de pH circuneutros a ligeramente alcalinos (Cuadro 1).

Las criptofitas y euglenofitas no fueron importantes en la comunidad fitoplanctónica y tampoco mostraron diferencias temporales en su composición (Cuadros 1 y 2). Las criptofitas estuvieron representadas por *Cryptomonas erosa* y *Rhodomonas minuta*, mientras que las euglenofitas lo estuvieron por *Cryptoglana skujae* y *Phacus orbicularis*.

Es recomendable que los estudios taxonómicos relacionados con las comunidades fitoplanctónicas en México incluyan: *i*) fotografías o esquemas, para confirmar la determinación y *ii*) datos ecológicos detallados, incluyendo la composición de iones principales en el agua y la concentración de nutrientes, los cuales se consideran las principales variables ecológicas que determinan la distribución del fitoplancton (O'Brien y De Noyelles, 1974; Maostaka-Gouni y Nikolaidis, 1992; Vadas, 1992). Así, este tipo de información podría emplearse como base para la interpretación del estado de salud de los cuerpos de agua, intensidad del impacto humano y cambios en la calidad del agua.

Desde el punto de vista biogeográfico, se registran por primera vez para México *Chroococcus pulcherrimus*, *Coelosphaerium confertum*, *Cyanodictyon iac*, *Phormidium pachydermaticum*, *Planktolynbya contorta*, *Rhodomonas minuta*, *Amphidinium massartii*, *Ensiculifera* cf. *loeblichii*, *Heterocapsa* cf. *pseudotriquetra*, *Prorocentrum cassubicum*, *Licmophora normaniana*, *Fistulifera saprophila* y *Amphora richardiana*, lo cual evidencia la importancia de estudiar este tipo de ambientes para conocer la biodiversidad de nuestro país.

### Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, proyecto CONACYT-74164 y al Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C, por el financiamiento al presente trabajo. A la M. en C. Gabriela Rosiles-González, por sus comentarios, sugerencias y correcciones. Asimismo, a los árbitros anónimos por sus constructivos comentarios al manuscrito que enriquecieron el trabajo.

### Literatura citada

- Alves-da-Silva, S. M. y C. E. de M. Bicudo. 2009. *Cryptoglena*, *Monomorphina* and *Phacus* (Euglenophyceae) of a reservoir in the State of Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 32:253-270.
- Alves-da-Silva, S. M. y J. R. Fortuna. 2008. O gênero *Phacus* (Euglenophyceae) em sistemas lênticos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22:684-700.
- Alves-da-Silva, S. M. y M. S. Tamanah. 2008. Ocorrência de Euglenophyceae pigmentadas em rizipiscicultura na Região do Vale do Itajaí, SC, Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22:145-163.
- Anagnostidis, K. 1989. *Geitlerinema*, a new genus of oscillatorial cyanophytes. *Plant Systematics and Evolution* 164:33-46.
- Anagnostidis, K. y J. Komárek. 1985. Modern approach to the classification system of cyanophytes 1- Introduction. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement band 71. Algological Studies* 38-39:291-302.
- Anagnostidis, K. y J. Komárek. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3- Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement band 80. Algological Studies* 50-53:327-472.
- Bartram, J., W. W. Charmichael, I. Chorus, G. Jones y O. M. Skulberg. 1999. Introduction. *In Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*, I. Chorus y J. Bartram (eds.). E & F N Spon, London. p. 1-14.
- Bittencourt-Oliveira, M. C., A. Nascimento-Moura, S. Gouvêa-Barros y E. Pinto. 2007. HIP1 DNA fingerprinting in *Microcystis panniformis* (Chroococcales, Cyanobacteria). *Phycologia* 46:3-9.
- Bourrelly, P. y A. Couté, 1986. Algues d'eau douce de l'Ile Maurice (diatomées exclues). *Revista de Hydrobiologia Tropical* 19:131-158.
- Branco, L. H. Z., A. N. Moura, A. C. Silva y M. C. Bittencourt-Oliveira. 2003. Biodiversidade e considerações biogeográficas das cyanobacteria de un área de manguezal do Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17:585-596.
- Bustillos-Guzmán, J., I. Gárate-Lizárraga, D. López-Coerés y F. Hernández-Sandoval. 2004. The use of "fingerprints" in the study of harmful algal blooms. *Revista Biología Tropical* 52:17-26.
- Caljon, A. G. 1987. Phytoplankton of arecently landlocked brackish-water lagoon of Lake Tanganyika: a systematic account. *Hydrobiologia* 153:31-54.
- Cantoral, E. A. y G. Montejano. 1993. Las algas de El Salto, San Luis Potosí, México: un ejemplo de estudios florísticos en ambientes cambiantes. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 53:3-20.
- Chorus, I. y J. Bartram J. 1999. Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management. E & F N Spon, London. p. 41-90.
- Comas, A. 1984. Chlorococcales (Chlorophyceae) de algunos acuatorios de Pinar del Río, Cuba. *Acta Botanica Cubana* 17:1-60.
- Comas, A. 1996. Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. *Bibliotheca Phycologica*, Band 99. J. Cramer, Stuttgart. 165 p.
- Comas, A., E. Novelo y R. Tavera. 2007. Coccal green algae (Chlorophyta) in shallow ponds in Veracruz, México. *Archiv für Hydrobiologie Supplement Algological Studies* 124:29-69.
- Compère, P. 1974. Algues de la région du lac Tchad. II Cyanophycées. *Cahier ORSTOM Série Hydrobiologie* 8:165-198.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Península de Yucatán, Estado de Yucatán. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, CONAGUA, México, D. F. 20 p.
- Conforti, V., M. Lionard, M. Segura y R. Carmen. 2005. Las euglenófitas en las Tablas de Daimiel como ejemplo de las limitaciones de los indicadores biológicos de la degradación ambiental. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 62:163-179.
- de la Lanza E. G., J. Alcocer-Durand, J. L. Moreno-Ruiz y S. P. Hernández-Pulido. 2008. Análisis químico-biológico para determinar el estatus trófico de la laguna de Tres Palos

- Guerrero, México. *Hidrobiológica* 18:21-30.
- Crispino, L. M. B. y C. L. Sant'Anna. 2006. Cianobacterias marinhas bentônicas de ilhas costeiras do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29:639-656.
- Dale, B. 1977. New observations on *Peridinium faeroense paulsen* (1905), and classification of small orthoperidinioid dinoflagellates. *British Phycological Journal* 12:241-253.
- Davidovich, N. A., I. Kaczmarek y J. M. Ehrman. 2010. Heterothallic and homothallic sexual reproduction in *Tabularia fasciculata* (Bacillariophyta). *Fottea* 10:251-266.
- De P. Azevedo, M. T., C. A. Souza y M. Menezes. 1999. Synchococcaceae (Cyanophyceae/Cyanobacteria) from a tropical brackish water lagoon, Brazil. *Algological Studies* 94:45-61.
- Desikachary, T. V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research Institute, New Delhi. 686 p.
- Dodge, J. 1965. Thecal fine-structure in the dinoflagellate genera *Prorocentrum* and *Exuviaella*. *Journal of Marine Biology* 45:607-614.
- Dodge, J. y B. Bibby. 1973. The Procentrales (Dinophyceae) I. A comparative account of fine structure in the genera *Prorocentrum* and *Exuviaella*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 67:175-187.
- Dodge, J. 1975. The procentrales (Dinophyceae) II. Revision of the taxonomy within the genus *Prorocentrum*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 71:103-125.
- Dodge, J. D. 1982. Marine dinoflagellates of the British Isles. Her Majesty's Stationery Office, London. 300 p.
- D'Onofrio, G., D. Marino, L. Bianco, E. Busico y M. Montresor. 1999. Toward an assessment on the taxonomy of dinoflagellates that produce calcareous cysts (Calciodinelloideae, Dinophyceae): a morphological and molecular approach. *Journal of Phycology* 35:1063-1078.
- Faust, M. A., R. W. Litaker, M. W. Vandersea, S. R. Kibler y P. A. Tester. 2005. Dinoflagellate diversity and abundance in two Belizean coral-reef mangrove lagoons: a test of Margalef's Mandala. *Atoll Research Bulletin* 534:105-132.
- Fensome, R. A., F. I. R. Taylor, G. Norris, W. A. S. Sarjeant, D. I. Wharton y G. L. Williams. 1993. A Classification of living and fossil dinoflagellates. *Sheridian*, Hanover, Pennsylvania. 351 p.
- Foged, N. 1984. Freshwater and littoral diatoms from Cuba. *Bibliotheca Diatomologica*. J. Cramer, Berlin. 243 p.
- García-Baptista, M. 1993. Psammic Algae from Praia Azul, Brazil. *Bibliotheca Phycologica*. J. Cramer, Berlin. 167 p.
- Gasse, F. 1986. East African diatoms. Taxonomy, ecological distribution. *Bibliotheca diatomologica*. Band 11. J. Cramer. Berlin. 201 p.
- Gerloff, J., R. M. Natour y P. Rivera. 1978. Diatoms from Jordan. *Willdenowia*. 8:261-316.
- Greenson, P. E., T. A. Ehlike, G. A. Irwin, B. W. Lium y K. V. Slack. 1977. Methods for collection and analysis of aquatic biological and microbiological samples. U.S.A. Geology Survey Technology of Water-Resources Investigations. 332 p.
- Hammer, M. J. 1996. *Water and Wastewater Technology*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. p. 52-54
- Hernández-Becerril, D. U., J. A. García, D. A. Salas de León, M. A. Monreal, M. Signored y J. Aldeco. 2008. Fracción de nanoplacton en la estructura del fitoplancton en el sur del golfo de México (abril de 2000). *Ciencias Marinas* 34:77-90.
- Herrera-Silveira, J. A. y S. M. Morales-Ojeda. 2010. Chapter 13. Subtropical Karstic Coastal Lagoon Assessment, Southeast Mexico. The Yucatan Peninsula Case. *In Coastal Lagoons. Critical habitats of environmental change*, M. J. Kennish. y H. W. Paerl (eds.). CRC, Boca Ratón, Florida. p. 307-333.
- Hoek, C. van den, D. G. Mann y H. M. Jahns. 1995. *Algae. An introduction to Phycology*. Cambridge University Press. 640 p.
- Huber-Pestalozzi, G. H. 1968. *Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie*. 3. Teil: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae. E. Schweizerbart'sche, Stuttgart. 322 p.
- Ibarra, C., R. Tavera y E. Novelo. 2009. Diversity and structure of periphyton and metaphyton diatom communities in a tropical wetland in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:763-769.
- Iwataki, M. 2008. Taxonomy and identification of the armored dinoflagellate genus *Heterocapsa* (Peridinales, Dinophyceae). *Plankton and Benthos Research* 3:135-142.
- Komárek, J. 1989a. Studies on the cyanophytes of Cuba 4-6. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 24:57-97.
- Iwataki, M., G. Hansen, T. Sawaguchi, S. Hiroishi y F. Fukuyo. 2004. Investigations of body scales in twelve *Heterocapsa* species (Peridinales, Dinophyceae), including a new species *H. pseudotriquetra* sp. nov. *Phycologia* 43:394-403.
- Izaguirre, G. y W. D. Taylor. 2004. A guide to geosmin- and mib-producing cyanobacteria in the United States. *Water Science and Technology* 49:19-24.
- Komárek, J. 1989b. Studies on the cyanophytes of Cuba 7-9. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 24:131-206.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2- Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie/Supplementband* 73, *Algological Studies* 43:157-226.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis. 1999. Cyanoprokaryota 1 Teil: Chroococcales. *In Subwasserflora von Mitteleuropa*, 19/1, H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.). Gustav Fischer, Jena. 548 p.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis. 2005. Cyanoprokaryota -2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. *In Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/2, B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner y M. Schagerl (eds.). Elsevier/Spektrum, Heidelberg. 759 p.
- Komárek, J. y J. Komárková-Legnerová. 2002a. Contribution

- to the knowledge of planktic cyanoprokaryotes from central Mexico. *Preslia* [Prahá] 74:207-233.
- Komárek, J. y J. Komárková-Legnerová. 2002b. Review of the European Microcystis-morpho species (Cyanoprokaryotes) from nature. *Czech Phycology*. Olomouc 2:1-24.
- Komárek J. y J. Komárková-Legnerová. 2004. Taxonomic review of the cyanoprokaryotic genera *Planktothrix* and *Planktothricoides*. *Czech Phycology*. Olomouc 4:1-18.
- Komárek, J. y J. Komárková-Legnerová. 2007. Taxonomic evaluation of the cyanobacterial microflora from alkaline marshes of northern Belize, 1. Phenotypic diversity of coccoid morphotypes. *Nova Hedwigia* 84:65-111.
- Komárek, J. y E. Novelo. 1994. Little know tropical *Chroococcus* species (Cyanoprokaryotes). *Preslia* [Prahá] 66:1-21.
- Komárek, J., S. M. F. Azevedo, P. Domingos, J. Komárková y M. Tichý. 2001. Background of the Caruaru tragedy; a case taxonomic study of toxic cyanobacteria. *Algological Studies* 103:9-29.
- Komárek, J., J. Komárková-Legnerová, C. L. Sant'Anna, M. T. P. Azevedo y P. A. C. Senna. 2002. Two common *Microcystis* species (Chroococcales, Cyanobacteria) from tropical America, including *M. panniformis* sp. nov. *Cryptogamie, Algologie* 23:159-177.
- Komárek, J., S. Ventura, S. Turicchia, J. Komárková, C. Mascali y E. Soldati. 2005. Cyanobacterial diversity in alkaline marshes of northern Belize (Central America). *Algological Studies* 117:265-278.
- Komárková-Legnerová, J. y G. Cronberg. 1994. Planktic blue-green algae from lakes in South Scania, Sweden. Part I. Chroococcales. *Algological Studies* 72:13-51.
- Kosmala, S., M. Bereza, R. Milanowski, J. Kwiatowski J. y B. Zarkryś. 2007. Morphological and molecular examination of relationships and epitype establishment of *Phacus pleuronectes*, *Phacus orbicularis*, und *Phacus hamelii*. *Journal of Phycology* 43:1071-1082.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. *In* Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhaur (eds.). Gustav Fischer, Stuttgart. 576 p.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *In* Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhaur (eds.). Gustav Fischer, Stuttgart. 576 p.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 4: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema & Gesamtliteraturverzeichnis. Teil 1-4. *In* Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhaur (eds.). Gustav Fischer, Stuttgart. 576 p.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1997. Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. *In* Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhaur (eds.). Gustav Fischer, Stuttgart. 876 p.
- Krayesky, D. M., M. Meave del Castillo, E. Zamudio, J. N. Norris y S. Fredericq. 2009. Diatomeas (Bacillariophyta) of the Gulf of Mexico. *In* Gulf of Mexico origin, waters, and biota biodiversity, J. W. Tunnell Jr., D. L. Felder y S. A. Earle (eds.). Texas A&M University Press. p. 155-186.
- Licea, S. 1974. Sistemática y distribución de diatomeas de la Laguna de Agiabampo, Son./Sin. Méx. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM 1:99-126.
- Licea, S. 1977. Variación estacional del fitoplancton de la Bahía de Campeche, México (1971-1972). *In* Symposium on Progress in Marine Research in the Caribbean and Adjacent Region, H. B. Stewart (ed.). FAO Fisheries Report 200:25-273.
- López-Adrián, S. J. y R. C. Barrientos-Medina. 2005. Diversidad y distribución del fitoplancton de agua dulce en la península de Yucatán, México. *Ibugana: Boletín del Instituto de Botánica* 13:3-12.
- López-Adrián, S. J. y L. A. Catzim-Cruz. 2010. Parte II. Biodiversidad. Capítulo 4. Especies. Microlagas dulceacuícolas. *In* Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Anexo II. R. Durán y M. E. Méndez (eds.). Centro de Investigación Científica de Yucatán/ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. p. 165-166.
- López-Cortés A., F. García-Pichel, U. Nübel y R. Vázquez-Juárez. 2001. Cyanobacterial diversity in extreme environments in Baja California, Mexico: a polyphasic study. *International Microbiology* 4:227-236.
- Marin, B., A. Palm, M. Klingberg y M. Melkonian. 2003. Phylogeny and taxonomic revision of plastid-containing euglenophytes based on SSU rDNA sequence comparisons and synapomorphic signatures in the SSU rRNA secondary structure. *Protist* 154:99-145.
- Martínez-López, A., D. A. Siqueiros-Beltrones y N. Silverberg. 2004. Transport of benthic diatoms across the continental shelf off southern Baja California Peninsula. *Ciencias Marinas* 30:503-513.
- Montejano, G., E. A. Cantoral y J. Carmona. 2004. Algas de ambientes lóticos en la cuenca baja del río Pánuco. *In* Biodiversidad de la sierra Madre Oriental, I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D. F. p. 111-126.
- Montejano, G., M. Gold-Morgan y H. León-Tejera. 2005. Survering the diversity of Cyanoprokaryotes in poorly known regions: the case of the central region of Mexico. *Algological Studies* 117:329-238.
- Moreno, J. L., S. Licea y H. Santoyo. 1996. Diatomeas del golfo de California. *Universidad Autónoma de California Sur*

- SEP-FOMES/ PROMARCO. La Paz. 273 p.
- Moreno, J. L., M. Tapia-García, M. C. González-Macias y M. G. Figueroa-Torres. 2008. Fitoplancton del río Tehuantepec, Oaxaca, México y algunas relaciones biogeográficas. *Revista de Biología Tropical* 56:27-54.
- Moschini-Carlos, V., S. Bortoli, E. Pinto, P. Y. Nishimura, L. Gomes de Freitas, M. L. M. Pompêo y F. Dörr. 2009. Cyanobacteria and cyanotoxin in the Billings Reservoir (São Paulo, SP, Brazil). *Limnetica* 28:273-282.
- Moustaka-Gouni, M. y G. Nikolaidis. 1992. Phytoplankton and physical-chemical features of Tavropos reservoir Greece. *Hydrobiologia* 228:141-149.
- Murray, S., F. Jørgensen, M. Daugbjerg y L. Rhodes. 2004. *Amphidinium* revisited. II. Resolving species boundaries in the *Amphidinium operculatum* species complex (Dinophyceae), including the descriptions of *Amphidinium trulla* sp. nov. and *Amphidinium gibbosum*. comb. nov. *Journal of Phycology* 40:366-382.
- Murray, S., M. Hoppenrath, J. Larsen y D. Patterson. 2006. *Bysmatrum teres* sp. nov., a new sand-dwelling dinoflagellate from north-western Australia. *Phycologia* 45:161-167.
- Mutchler, T., K. H. Dunton, A. Townsend-Small, S. Fredriksen y M. K. Rasser. 2007. Isotopic and elemental indicators of nutrient sources and status of coastal habitats in the Caribbean Sea, Yucatan Peninsula, Mexico. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 74:449-457.
- Navarro, N. J. 1982. Marine diatoms associated with mangrove prop roots in the Indian River, Florida, USA. *Bibliotheca Phycologica*. J. Cramer, Berlin. 151 p.
- Novelo, E., R. Tavera y C. Ibarra. 2007. Bacillariophyceae from karstic wetlands in Mexico. *Bibliotheca Diatomologica*. Band 54. J. Cramer, Berlin. 36 p.
- O'Brien, W. J. y F. De Noyelles. 1974. Relationship between nutrient concentration phytoplankton density and zooplankton density in nutrient enriched experimental ponds. *Hydrobiologia* 44:105-125.
- Okolodkov, Y. B., F. C. Merino-Virgilio, J. A. Aké-Castillo, J. A. Herrera-Silveira, S. Espinosa-Matías y A. C. Aguilar-Trujillo. 2010. Ciclo anual de dinoflagelados epifíticos en el norte de Yucatán, golfo de México. *Memorias del X Congreso Latinoamericano de Botánica*. Área temática: Ficología. Trabajo 77. Serena, Chile.
- Ortega, M. 1984. Catálogo de algas continentales recientes de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 565 p.
- Ortega, M., J. L. Godínez, G. Garduño y M. G. Oliva. 1994. *Ficología de México*. Algas continentales. AGT, México, D. F. 221 p.
- Ortega-Mayagoitia, E. y C. Rojo. 2000a. Fitoplancton del parque nacional Las Tablas de Damiel. II. Las cianofíceas, los dinoflagelados, las criptofíceas, las crisofíceas y las cantofíceas. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 57:251-266.
- Pérez, M. C., A. Comas, J. G. Del Río y J. P. Sierra. 2002. Planktonic Chlorophyceae from the lower Ebro River (Spain). *Acta Botanica Croata* 61:99-124.
- Popowski, G., J. N. Álvarez-Cadena, G. Delgado y M. Sánchez. 2002. Inventario de la microflora fitoplanctónica de la laguna Bojorquez, Caribe Mexicano. *Revista de Investigaciones Marinas* 23:173-178.
- Prescott, G. W. 1951. *Algae of the Western Great Lakes Area*. Bulletin 31. Cranbrook Institute of Science, Bloomfield Hills, Michigan. 946 p.
- Procopiak, L. K., L. F. Fernandes y H. Moreira Filho. 2006. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. *Biota Neotropica* 6:1-28.
- Quinlan, E. L. y E. L. Philips. 2007. Phytoplankton assemblages across the marine to low-salinity transition zone in a blackwater dominated estuary. *Journal of Plankton Research* 29:401-416.
- Round, F. E. 1981. *The ecology of algae*. Cambridge University Press. 653 p.
- Round, F. E., R. M. Crawford y D. G. Mann. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press. 747 p.
- Rushforth, S. R. y J. R. Johansen. 1986. The inland *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) species of North America. *Journal of Phycology* 22:441-448.
- Sánchez, M., J. Alcocer, E. Escobar y A. Lugo. 2002. Phytoplankton of cenotes and achialine caves along a distance gradient from the northeastern coast of Quintana Roo, Yucatan Peninsula. *Hydrobiologia* 467:79-89.
- Sant'Anna, C. L., M. T. Azevedo, P. A. Senna, J. Komárek y J. Komárková. 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasileira de Botânica* 27:213-227.
- Sant'Anna, C. L., S. S. Melcher, M. C. Carvalho, M. C. P. Gemelgo y M. T. P. Azevedo. 2007. Planktic Cyanobacteria from Tietê Basin Reservoirs, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 31:1-15.
- Santos, K. R. S. y C. L. Sant'Anna. 2010. Cianobactérias de diferentes tipos de lagoas ("salina", "salitrada" e "baía") representativas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 33:61-83.
- Schmitter-Soto, J. J., F. A. Comín, E. Escobar-Briones, J. Herrera-Silveira, J. Alcocer, E. Suárez-Morales, M. Elías Gutiérrez, V. Díaz-Arce, L. E. Marín y B. Steinich. 2002. Hydrogeochemical and biological characteristics of cenotes in the Yucatan Peninsula (SE Mexico). *Hydrobiologia* 467:215-228.
- Schwöerbel, J. 1975. *Métodos de hidrobiología*. Blume, Madrid. 262 p.
- Shapiro, J. 1990. Current beliefs regarding dominance by blue greens: the case for the importance of CO<sub>2</sub> and pH.

- Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie 24:38-54.
- Silva, L. H. S. 1999. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (Lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 59:281-303.
- Silva, S. R. V. F. y I. Í. T. Cecy. 2004. Desmídias (Zygnemaphyceae) da área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, Paraná, Brasil, I: Gênero *Cosmarium*. *Iheringia, Série Botânica*, Porto Alegre 59:13-26.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. 2002. Diatomeas bentónicas de la península de Baja California: diversidad y potencial ecológico. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN)/ Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz. 102 p.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. y F. O. López. 2006. Epiphytic diatoms associated with red mangrove (*Rhizophora mangle*) prop roots in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 54:287-297.
- Siqueiros-Beltrones, D. A., G. Valenzuela-Romero, O. Hernández, U. Argumedo-Hernández y F. O. López. 2004. Catálogo iconográfico de diatomeas de hábitats rocosos y su incidencia en la dieta de abulones (*Haliotis* spp.) jóvenes de Baja California Sur, México. *Oceánides* 19:29-103.
- Siqueiros-Beltrones, D. A., F. O. López-Fuerte e I. Gárate-Lizárraga. 2005. Structure of diatom assemblages living on prop roots of the red mangrove (*Rhizophora mangle*) from the West Coast of Baja California Sur, México. *Pacific Science* 59:79-96.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2010. Temperatura y precipitación. <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/climatologia.html>; última consulta: 18.V.2010.
- Sterrenburg, F. A. S., M. E. Meave del Castillo y M. A. Tiffany. 2003. Studies on the genera *Gyrosigma* and *Pleurosigma* (Bacillariophyceae): *Pleurosigma* species in the plankton from the Pacific coast of Mexico, with the description of *P. gracilitatis* sp. nov. *Cryptogamie, Algologie* 24:291-306.
- Tavera, R. y J. Komárek. 1996. Cyanoprokaryotes in the volcanic lake of Alchichica, Puebla State, México. *Algological Studies* 83:511-538.
- Tavera, R., E. Novelo y A. Comas. 2000. Chlorococcalean algae (s.l.) from the Ecological Park of Xochimilco, Mexico. *Algological Studies* 100:65-94.
- Tavera, R. y B. Diez. 2009. Multifaceted approach for the analysis of the phototrophic microbial community in a freshwater recreational area of Xochimilco, México. *Hydrobiologia* 636:353-368.
- Tell, G. 1994. Planktonic Cyanopyceae from northeastern Argentina. *Revista de Hydrobiologia Tropical* 27:347-360.
- Tucci, A., C. L. Sant'Anna, R. C. Gentil y M. T. de Paiva Azevedo. 2006. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoehnea* 33:147-175.
- Uthermühl, H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Limnologie* 9:1-38.
- Vadas, R. L. 1992. The springtime phytoplankton of two calcareous ponds in Ohio. *Journal of Freshwater Ecology* 7:407-418.
- Valadez, F., J. Carmona y E. A. Cantoral. 1996. Algas de ambientes lóticos en el estado de Morelos. México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 67:227-282.
- Valadez, F., M. Caballero, D. C. Rodríguez y Y. Sugiura-Yamamoto. 2005a. Siliceous microfossils (bacillariophyceae, Chrysophyceae) from the Upper Lerma Basin, Mexico. *Algological Studies* 118:79-93.
- Valadez, F., G. Oliva, G. Vilaclara, M. Caballero y D. C. Rodríguez. 2005b. On the presence of *Stephanodiscus niagarae* Ehrenberg in central Mexico. *Journal of Paleolimnology* 34:147-157.
- Valadez, F., G. Rosiles-González y J. Carmona. 2010. Euglenophytes from Lake Chignahuapan, Mexico. *Cryptogamie, Algologie* 31:305-319.
- Vasconcelos, V., A. Martins, M. Vale, A. Antunes, J. Azevedo, M. Welker, O. López y G. Montejano. 2010. First report on the occurrence of microcystins in planktonic cyanobacteria from Central Mexico. *Toxicon* 56:425-431.
- Varona-Cordero, F., F. J. Gutiérrez-Mendieta y M. E. Meave. 2010. Phytoplankton assemblages in two compartmentalized coastal tropical lagoons (Carretas-Pereyra and Chantuto-Panzacola, Mexico). *Journal of Plankton Research* 32:1283-1299.
- White, S. H., L. D. Fabbro y L. J. Duivenvoorden. 2003. Changes in cyanoprokaryote populations, Microcystis morphology, and microcystin concentrations in Lake Elphinstone (Central Queensland, Australia). *Environmental Toxicology* 18:403-12.
- Whitton, B. A. 2002. Phylum Cyanophyta (Cyanobacteria). *In* The freshwater algal flora of the British Isles and identification guide to freshwater and terrestrial algae, D. M. John, B. A. Whitton y A. J. Brook (eds.). Cambridge University Press and Natural History Museum, London. p. 25-122.