

Figura 1. Microfotografía de diatomeas, mostrando el característico frústulo ornamentado.

seston (conjunto de materia orgánica y microorganismos) y el *bacterioplancton* (microorganismos en el medio líquido).

En relación con la información disponible sobre Mar Chiquita para los períodos de aguas bajas y alta salinidad se cuenta con el estudio de Seckt (1945). Para los períodos de aguas altas se dispone de observaciones aisladas (ver Reati *et al.* 1997). En todos los casos se trata de datos cualitativos únicamente.

En julio de 2005 y marzo de 2006 realizamos un relevamiento cualitativo y cuantitativo con el objeto de cubrir las variaciones de invierno y verano. Se establecieron dos estaciones de muestreo: una en el área limnética situada a 10 km al norte de Miramar y otra en la Laguna del Plata. Para estos muestreos se utilizaron las técnicas corrientes en limnología (Lopretto & Tell 1995)¹.

1. FITOPLANCTON

En el fitoplancton se agrupan las algas que flotan libremente, la mayoría de ellas unicelulares, aunque algunas son filamentosas y forman cadenas multicelulares. El fitoplancton constituye uno de los productores primarios más importantes del ecosistema, ya que fija energía solar y utiliza carbono inorgánico (CO₂) para producir materia orgánica, la cual es posteriormente usada por el resto de los seres vivos (consumidores).

De acuerdo con la información disponible acerca de otros lagos salados, a medida que aumenta la salinidad de Mar Chiquita se espera que disminuya la abundancia y diversidad del fitoplancton. Este efecto se debe, en primer término, a las condiciones adversas impuestas por la salinidad y en segundo lugar a una mayor turbidez del agua que dificulta la entrada de luz y por ende la fotosíntesis (Hammer 1986).

La lista de especies de algas identificadas en Mar Chiquita se indica en el Apéndice. Se identificaron 48 géneros de algas, distribuidas en los siguientes taxones: 29 géneros de Heterokontophyta (diatomeas) (Fig. 1), nueve de Cyanophyta (algas azules o cianobacterias), siete de Chlorophyta (algas verdes), dos de Euglenophyta (euglenoides) y uno de Dinophyta (dinoflagelados). La abundancia de individuos de cada uno de estos grupos se indica en la Figura 2.

La cantidad de individuos del fitoplancton a nivel de especie en los diferentes sitios de la laguna Mar Chiquita, obtenida en el relevamiento de 2005-2006, fluctuó entre 274 y 4.692 individuos por litro (Tabla 1).

El relevamiento de 2005-2006 muestra una mayor abundancia del fitoplancton en la estación cálida comparada con la estación fría (Fig. 1), fenómeno asociado al efecto de la temperatura del agua. Asimismo, tanto la abundancia como la diversidad del fitoplancton —expresada por el número de géneros presentes—

¹ La identificación del material fue encomendada a los especialistas H. R. Fernández, V. Mirande, C. Seeligmann, B. C. Tracanna, A. Villagra Gamundi, K. García, S. C. Isasmendi, C. I. Locascio de Mitrovich y S. Martínez De Marco (ILINOA, Universidad Nacional de Tucumán). La identificación de los moluscos fue realizada por A. Rumi.

Tabla 1. Abundancia de fitoplancton en Mar Chiquita (individuos por litro) en el área abierta (limnética) y en la Laguna del Plata en el muestreo de 2005-2006.

Taxones	Área Limnética		Laguna del Plata	
	Julio 2005 ind/L	Marzo 2006 ind/L	Julio 2005 ind/L	Marzo 2006 ind/L
División Cyanophyta				
<i>Anabaena</i> sp.	1	11	1	15
<i>Anabaenopsis</i> sp.	0,3	1	1	0
<i>Cyanobium</i> spp.	3	10	19	1
<i>Nodularia</i> sp.	0	2	19	0
<i>Merismopedia</i> sp.	0	0	2	0
<i>Lyngbya</i> spp.	0	0	8	0
Subtotal	4,3	24	50	16
División Chlorophyta				
<i>Chlamydomonas</i> sp.	0	82	7	1.682
<i>Oocystis</i> spp.	53	151	77	143
<i>Ultrichopsis</i> sp.	30	38	106	28
<i>Pediastrum</i> sp.	0	0	0	1
Subtotal	83	271	190	1.854
División Euglenophyta				
<i>Euglena</i> sp.	0	1	1	1
Subtotal	0	1	1	1
División Dinophyta				
<i>Peridinium</i> sp.	0	6	0	2
Subtotal	0	6	0	2
División Heterokontophyta				
<i>Achnanthes</i> sp.	11	52	412	2
<i>Chaetoceros</i> spp.	0	11	412	0
<i>Cyclotella</i> spp.	154	1.115	1.283	2.377
<i>Gyrosigma</i> sp.	0	0	0	3
<i>Entomoneis</i> sp.	0	3	0	3
<i>Navicula</i> ssp.	12	54	12	8
<i>Nitzschia</i> spp.	0	107	1	413
<i>Thalassiosira</i> sp.	10	2	14	0
<i>Cocconeis</i> sp.	0	0	1	0
<i>Cymbella</i> spp.	1	0	1	0
<i>Ulnaria</i> sp.	0	0	2	0
Diatomeas pennadas	0	59	12	13
Subtotal	187	1.403	2.150	2.819

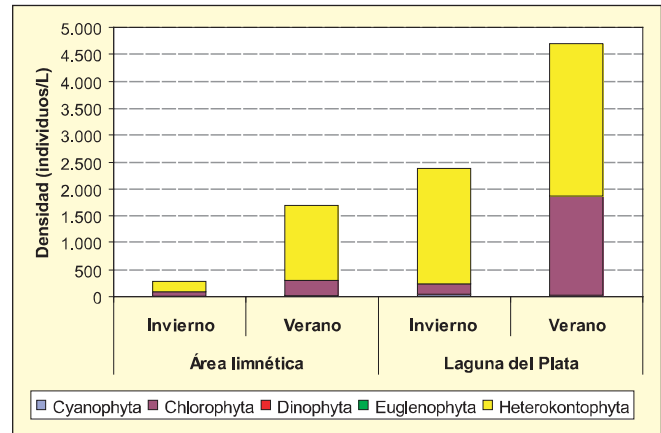


Figura 2. Densidad (total de individuos por litro) del fitoplancton en el área limnética y en la Laguna del Plata en invierno (julio 2005) y verano (marzo 2006).

fueron mucho mayores en la Laguna del Plata que en el área limnética (Tabla 2). La causa de esta diferencia podría deberse al aporte de agua dulce y de nutrientes provenientes del río Primero que desemboca en la laguna.

Las diatomeas (división Heterokontophyta) constituyen el grupo más numeroso y diverso en ambos sitios y épocas del año (Tablas 1 y 2, Fig. 1). La especie *Cyclotella* sp. fue dominante en todos los ambientes estudiados. Las diatomeas son algas unicelulares que viven tanto en agua salada como en agua dulce y forman la mayor parte del fitoplancton. El cuerpo celular de las diatomeas está encerrado entre paredes de

Tabla 2. Número de géneros de algas detectados en los muestreos de 2005-2006 en Mar Chiquita en el área limnética y en la Laguna del Plata.

	Área Limnética	Laguna del Plata
Dinophyta	0	1
Euglenophyta	1	1
Chlorophyta	3	4
Cyanophyta	4	6
Heterokontophyta	9	12
Total	17	24

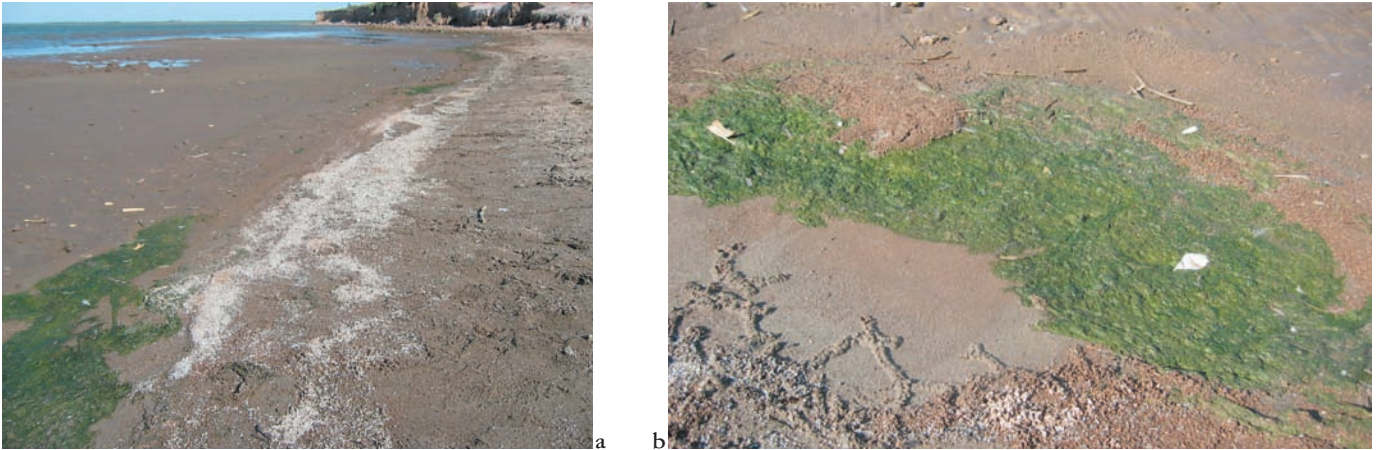


Figura 3. a) Playa de la Laguna del Plata donde se aprecian acumulaciones del alga *Cladophora* sp. y conchillas de caracoles. b) Detalle de la masa de *Cladophora* sp. Esta masa verde es el lugar de cría ideal para la mosca de la sal (*Ephydra* sp.).

sílice, las cuales poseen patrones geométricos muy delicados, con “ornamentos” de varias formas (Fig. 2). Esta especie de cápsula recibe el nombre de frústulo. Debido a su composición “vítrea”, el frústulo queda inalterado con posterioridad a la muerte de la célula y, por lo tanto, puede acumularse en los sedimentos, a veces en grandes cantidades.

Se estima que las diatomeas aportan alrededor del 25% de la producción primaria total del planeta. Es posible, sin embargo, que esa proporción sea aún mayor en lagos salados, dado que se trata de un grupo muy bien adaptado a las aguas salinas, donde estas algas son más abundantes y diversas (Hammer 1986). Debido a la distinta tolerancia a la salinidad, las especies presentes varían según el nivel de las aguas y, en consecuencia, su tenor salino. Dada esta tolerancia diferencial, las diatomeas son muy usadas para estimar la salinidad del agua (y, por ende, las condiciones climáticas) de los ambientes donde vivieron en épocas geológicas pasadas (Hassan *et al.* 2004) (ver capítulos 3 y 5).

Además de las algas presentes en el plancton, hay que tener en cuenta que en Mar Chiquita es muy importante la densa acumulación de algas filamentosas, fenómeno significativo que se da particular-

mente en períodos de crecientes, cuando la salinidad es relativamente menor. Estos acúmulos se observan tanto en las partes poco profundas como en las playas, donde en algunos lugares pueden alcanzar un manto hasta de un metro de espesor (Reati *et al.* 1997). Las masas de algas están dominadas por *Cladophora* sp. (posiblemente *C. fracta*), seguidas por las diatomeas *Melosira nummuloides* y *Achnanthes* sp., y la rodofita *Compsopogon* sp., también muy abundantes (Fig. 3). Otras especies menos frecuentes pero todavía abundantes en esta asociación son las cianofíceas *Lyngbya* sp. y *Oscillatoria* sp. La clorófita *Chlamydomonas* spp., la cianobacteria *Anabaena* sp. y las diatomeas *Nitzschia acicularis* y *Rhopalodia* sp. son escasas o raras.

2. ZOOPLANCTON

El zooplankton incluye los principales consumidores primarios y secundarios de los sistemas acuáticos, tanto herbívoros que se alimentan sobre bacterias, fitoplancton y materia orgánica, como carnívoros, los que lo hacen especialmente de consumidores primarios. Desde el punto de vista taxonómico, los principales grupos incluyen los protozoarios, rotíferos y crustáceos. En relación con su tamaño, se lo divide en micro y macro zooplankton.

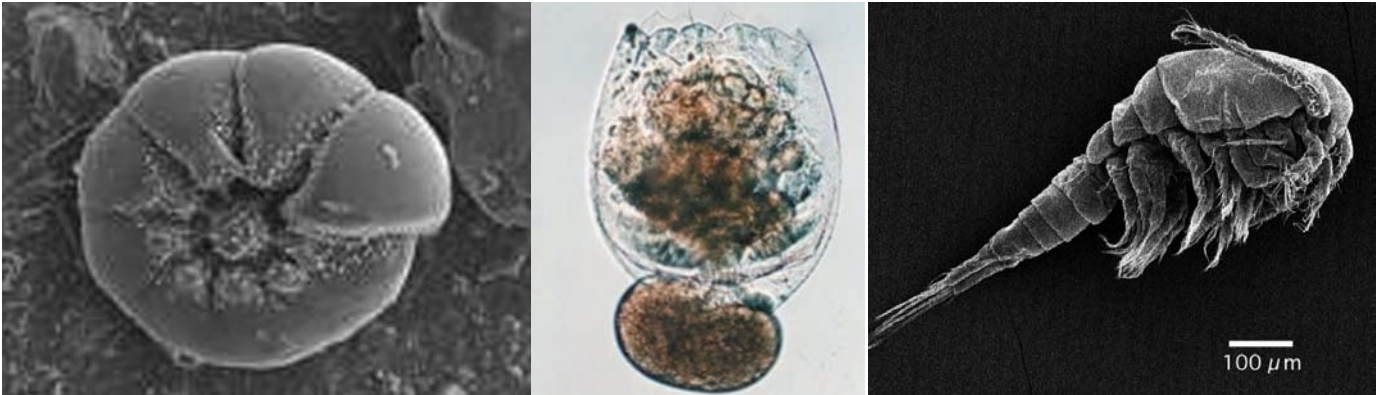


Figura 4. Especies comunes del zooplancton de Mar Chiquita. De izquierda a derecha: *Ammonia* sp. (foraminífero), *Brachionus plicatilis* (rotífero), y *Apocyclops* sp. (copépodo).

En condiciones de aguas bajas y alta salinidad, el zooplancton de Mar Chiquita estuvo dominado por *Artemia franciscana* (Frank 1912; Guiñazú 1949). En esas condiciones *Artemia* alcanza gran abundancia y se torna un consumidor clave del fitoplancton (ver capítulo 9). *Artemia* casi ha desaparecido en la actual situación de aguas altas y baja salinidad.

Las condiciones de aguas altas fueron estudiadas en el relevamiento 2005-2006 ya mencionado, el cual cubrió las estaciones de verano e invierno. Los resultados obtenidos indicaron un zooplancton poco diverso. Los grupos dominantes fueron los protozoarios rotíferos y los crustáceos copépodos (Tabla 3 y Apéndice).

2.1. ROTÍFEROS

Brachionus plicatilis fue la especie más abundante (Fig. 4). Además de estar ampliamente distribuida en los lagos salados del mundo, es el rotífero más investigado, por lo que su ecología es bien conocida. Esta especie presenta una enorme adaptación a grandes variaciones de salinidad, ya que puede tolerar un rango de entre 3 y 250 g/L y es capaz de soportar bajas concentraciones de oxígeno. Este rotífero se alimenta de

Tabla 3. Densidad de zooplancton (individuos por litro) en el área abierta (limnética) y en la Laguna del Plata (julio de 2005 y marzo de 2006).

Taxon	Área Limnética		Laguna del Plata	
	2005	2006	2005	2006
	Individuos/L			
Microzooplancton				
Rotíferos				
Adultos	14,7	0	64,16	1.576
Nauplios (inmaduros)	6,3	1,6	3,16	48,33
Total	21	1,6	67,32	1.624,33
Macrozooplancton				
Copépodos				
Ciclopoideos				
Adultos				
<i>Apocyclops procerus</i>	0	0,02	1,8	34,87
<i>Boeckella poopoensis</i>	0,76	0,02	0	0
Copepoditos	6,5	0,5	2,07	26,72
Total	7,26	0,54	3,87	61,59
Harpacticoideos				
Adultos				
<i>Attheyella</i> sp.	0	0	0,1	0
<i>Cletocamptus deitersi</i>	0,18	0,01	0,17	2,6
Copepoditos	0,11	0	0,07	0,1
Total	0,29	0,01	0,34	2,7

detritos orgánicos, bacterias, microalgas y protozoarios, y puede alcanzar altas densidades cuando el ambiente le es favorable (Hammer 1986). *Brachionus plicatilis* es muy usada en acuicultura para alimento de otras especies acuáticas. Desde el punto de vista genético, las investigaciones actuales sugieren que *B. plicatilis* sería en realidad un complejo compuesto por varias especies.

Brachionus angularis y *Hexarthra fennica* son dos especies de distribución cosmopolita en aguas salobres, aunque poco abundantes en Mar Chiquita.

2.2. COPÉPODOS

Apocyclops procerus: especie característica del plancton de ambientes salobres de regiones tropicales y subtropicales. En Argentina solo ha sido citada en Mar Chiquita (Menu Marque 2001).

Boeckella poopoensis: especie halobionte, indicadora de ambientes con alta salinidad. Común en aguas temporarias salinas. Se encuentra bien representada en la región central de Argentina, incluyendo Mar Chiquita, y también en lagunas poco profundas del altiplano andino. Esta especie tolera salinidades de entre 1 y 90 g/L, y tiende a ser muy abundante entre 45 g/L y 90 g/L (De Rios & Crespo 2004).

Cletocamptus deitersi: especie sobre todo bentónica que vive en una amplia gama de ambientes (eurítopa), con gran tolerancia a variaciones de salinidad y a pH alcalino. Se alimenta de algas y detritos de los sedimentos. Esta especie, como los copépodos harpacticoides, en general constituye una fuente importante de alimento para peces en sus primeros estadios, por lo que se utiliza a menudo en acuicultura.

Otros invertebrados presentes en el zooplancton incluyeron foraminíferos (*Ammonia* sp.) y nemátodos (estos últimos en bajas cantidades).

3. NECTON

El necton comprende a aquellas especies que se encuentran dentro de la masa de agua, que son de mayor tamaño que el plancton y que tienen capacidad de desplazarse en forma autónoma. Se incluyen aquí peces y grandes invertebrados, como las chinchas de agua (Hemiptera). En Mar Chiquita el necton es muy pobre y se limita a algunos insectos nadadores, unas pocas especies de peces en las áreas costeras donde hay aporte de agua dulce y al pejerrey, único pez capaz de habitar toda la laguna cuando la salinidad está por debajo de 50 g/L (ver capítulos 11 y 12).

4. SESTON

El seston incluye los detritos orgánicos y los microorganismos asociados que flotan en el medio acuático. Constituye un componente biológico importante de las aguas de Mar Chiquita. Los detritos están formados por material de origen vegetal y animal. Los componentes vegetales incluyen restos de plantas, así como el material vegetal no digerido presente en las heces de los animales. El material de origen animal incluye cuerpos enteros, fragmentos de tejido en degradación, heces, etc. En el caso de Mar Chiquita, el aporte de detritos por los ríos tributarios es muy significativo, teniendo en cuenta: a) la carga que reciben a través de su curso, b) el hecho de que muchos organismos de agua dulce mueren al entrar en el agua salina (desde microorganismos hasta peces) y c) los pulsos de las inundaciones —particularmente del río Dulce— que aportan la materia orgánica proveniente de tierras cubiertas por las crecidas anuales.

Los detritos incluyen la materia orgánica particulada que comprende partículas de tamaño superior a 0,45 μm y la materia orgánica disuelta compuesta por sustancias orgánicas solubles resultantes de la actividad bacteriana y excreciones de plantas y animales. Más adelante se describe el componente microbiano, que también es considerado separadamente como bacterioplancton.

5. BENTOS

El bentos comprende al conjunto de organismos que viven sobre y dentro del sustrato del fondo. Incluye fundamentalmente bacterias, algas y animales invertebrados. El tipo de comunidad que se desarrolla en el fondo depende de las características del sustrato (desde arenoso hasta arcilloso y con cantidades variables de fango orgánico) (capítulo 5).

En condiciones de alta salinidad, el fitobentos está integrado esencialmente por algas ubicadas sobre la capa superficial del sedimento (epibentos). De acuerdo con Seckt (1945), los animales bentónicos son muy escasos o faltan por completo en el fondo fangoso de Mar Chiquita.

Con respecto a los períodos de aguas altas y menor salinidad, la información aportada por el relevamiento de 2005-2006 confirma la opinión de Seckt (1945) (Tabla 3, Apéndice). La muestra estuvo dominada por protozoarios (foraminíferos), crustáceos (ostrácodos y copépodos), moluscos gasterópodos (caracoles) y dípteros. Asimismo, también se observó cierta tendencia a una mayor diversidad y abundancia en la Laguna del Plata (Tabla 3).

Foraminíferos: *Ammonia* sp. fue muy abundante en los sitios muestreados.

Ostrácodos: *Cyprideis?* sp. estuvo presente en todos los sitios muestreados. Fue particularmente abundante en la muestra limnética en 2005, sobre el típico sedimento de fango negro de la laguna. La presencia de huevos de esta especie indicó que la población está en buenas condiciones.

Gasterópodos: el caracol *Heleobia* fue abundante en forma alternada, según las estaciones del año, en el área limnética y en la Laguna del Plata. Es común en los acúmulos de algas costeras.

Copépodos: las especies *Cletocamptus deitersi* (Harpacticoida) y *Boeckella poopensis* (Calanoida) fueron comunes –aunque no abundantes– en todos los sitios



Figura 5. Adulto de la mosca de la sal (*Ephydra* sp.)

muestreados. *C. deitersi* es una especie típicamente bentónica, mientras que *B. poopensis* es básicamente planctónica, posiblemente accidental en la muestra.

Dípteros: se registraron bajas cantidades de especímenes de la familia Ceratopogonidae que no fue posible identificar.

En síntesis, la información disponible indica que la fauna bentónica de Mar Chiquita está caracterizada fundamentalmente por foraminíferos y ostrácodos, lo que es frecuente en lagos salados (Hammer 1986). Asimismo, y en concordancia con lo observado para el fito y zooplancton, la abundancia del bentos es mayor en la Laguna del Plata que en el área limnética. Sin embargo, este análisis debe considerarse como preliminar, teniendo en cuenta posibles diferencias resultantes del enorme tamaño y la variación de ambientes que presenta Mar Chiquita. Para lograr un panorama más preciso, sería recomendable por lo tanto aumentar la intensidad, cobertura geográfica y extensión temporal de los muestreos.

En períodos de aguas altas y salinidad decreciente pueden aparecer otras especies de dípteros, en especial quironómidos. Los dípteros son el componente más importante de la fauna béntica microscópica en los lagos salados de América del Norte (Hammer 1986).

5.1. ÁREA LITORAL

La línea costera constituye una variante muy importante del bentos de Mar Chiquita. Se caracteriza por una carencia casi total de vegetación emergente, excepto en la desembocadura de ríos tributarios y en áreas reducidas, con afloramiento de agua dulce de perforaciones surgentes abandonadas. La información disponible sobre este tipo de ambiente es muy limitada, por lo que aquí sólo se puede proporcionar información básica.

A los fines de este análisis, el área litoral puede dividirse en el sector de playa y el área costera sumergida de poca profundidad (hasta alrededor de medio metro) donde la luz penetra hasta el fondo.

Las playas de Mar Chiquita se caracterizan por ser barrosas o arenosas y en muchos casos están cubiertas por capas de sal de espesor variable, según la proximidad a la costa y las características particulares de cada lugar. Al alejarse de la costa, las playas son gradualmente colonizadas por vegetación de matorrales halófilos, característicos de los bañados

salinos (ver capítulo 10). Estas playas salinas son pobres en vida vegetal y animal, aunque sin dudas en ellas se producen importantes procesos bacterianos. La acumulación de algas filamentosas, la presencia de la planta *Ruppia maritima* y la acumulación de conchillas de caracoles constituyen elementos característicos de estas playas.

En el área litoral sumergida de las costas suele desarrollarse una capa importante de algas, incluyendo acúmulos de *Cladophora*, ya mencionados (Fig. 3). Asimismo, el hecho de que la luz alcance el sedimento del fondo permite el desarrollo de un importante manto de algas y bacterias, de gran relevancia para la producción primaria de la laguna. Es en esta área donde se alimentan flamencos, aves playeras, gallaretas y macaes (Bucher & Herrera 1981) (ver capítulo 14).

En las acumulaciones de material vegetal y barro superficial pueden desarrollarse larvas de la mosca de la sal en grandes densidades (*Ephydra* sp., familia Ephydriidae) (Fig. 5). Estos insectos se alimentan fundamentalmente de algas y restos vegetales que se acumulan sobre la playa. Los adultos viven entre 1 y 6 días, período en el que las hembras depositan sus huevos. Las moscas de la sal son muy comunes en lagos con salinidad por encima de 100 g/L. En el Gran Lago salado de Utah, Estados Unidos, se registró una productividad de 50 g de larvas por m² (Hammer 1986). En Mar Chiquita pueden ser muy abundantes en primavera en períodos alta salinidad, ocasiones en las que se convierten en el alimento preferidos por el chorlo *Steganopus tricolor* (ver capítulos 8 y 16).

La única planta superior que se encuentra en cantidades significativas sobre la costa salina de Mar Chiquita es *Ruppia maritima* (familia Ruppiceae). Es una planta herbácea sumergida común, con gran tolerancia a la salinidad, difundida por todo el mundo. Tiene la apariencia de un pasto tenue sumergido, con tallos filiformes de hasta unos 40 cm y hojas largas y estrechas que forman una vaina en la zona de unión

Tabla 4. Abundancia (individuos por litro) de fauna bentónica en el área abierta (limnética) y en la Laguna del Plata en invierno (julio de 2005) y verano (marzo de 2006). Salinidad del agua: 34,5 g/L en invierno y 38,4 g/L en verano.

Estación del año	Área limnética		Laguna del Plata	
	Invierno Ind/L	Verano Ind/L	Invierno Ind/L	Verano Ind/L
Ostracoda				
<i>Cyprideis ? spp.</i>	0,50	0,10	0,02	0,08
Foraminifera				
<i>Ammonia sp.</i>	0,51	0,31	0,03	0,83
Gasteropoda				
<i>Heleobia sp.</i>	0,34	0,01	0,05	0,57
Insecta				
Ceratopogonidae	0,01	0,00	0,0	0,0

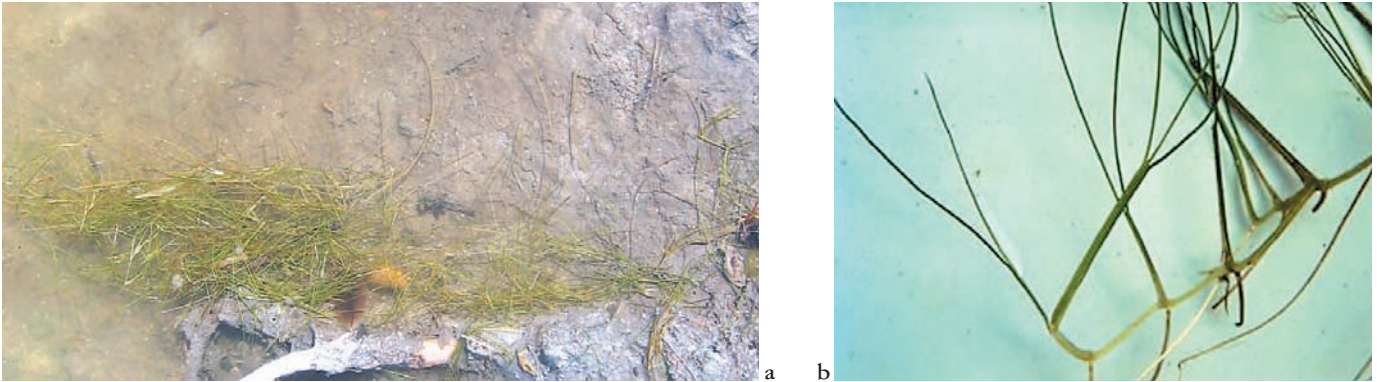


Figura 6. *Ruppia maritima*, planta vascular sumergida que crece en las costas de la laguna de Mar Chiquita con niveles de salinidad bajos y medios: a) planta sumergida en la costa, b) detalle de las hojas.

con el tallo. Las inflorescencias se ubican en la parte superior de un largo pedúnculo. El fruto es una drupa pequeña (Fig. 6). En España es conocida como “broza fina” y en América del Norte se la denomina *widgeon grass* (pasto de pato).

Ruppia maritima fue colectada por primera vez en Mar Chiquita en mayo de 1946². Durante el período de aguas altas de 1990 fue muy común, particularmente sobre la costa este de la laguna (Reati *et al.* 1997). En la actualidad se la observa sobre la costa a poca profundidad, en especial donde hay fuentes de agua dulce que penetran en la laguna, incluyendo arroyos y perforaciones surgentes. Es particularmente abundante en la desembocadura del arroyo Saladillo (antigua boca del río Segundo). En esa área suelen concentrarse muchas aves herbívoras, particularmente el ganso coscoroba y varias especies de patos, los que se alimentan de esta planta por la cual tienen gran preferencia. Un fenómeno similar ha sido observado en la laguna costera de Mar Chiquita en la provincia de Buenos Aires (Bortolus *et al.* 1998).

5.1.1. CARACOLES

Las acumulaciones de conchillas de caracoles (moluscos gasterópodos) es característica de las playas de Mar Chiquita, particularmente en las márgenes sur y oeste y en la Laguna del Plata (Figs. 3 y 7) Estas acumulaciones incluyen tanto especies acuáticas como terrestres. Entre las especies más comunes se encuentran las siguientes (Fig.7):

Heleobia montana: caracolitos muy pequeños y muy abundantes. Especie acuática, preferentemente bentónica, y tolerante a la salinidad. La ecología de este género fue estudiada en la albufera de Mar Chiquita en la provincia de Buenos Aires (De Francesco 2003).

Plagiodontes daedaleus: es una especie terrestre. La conchilla es muy fuerte y tiene forma de dedal, de allí su nombre científico. Especie terrestre. Aparece como la segunda más común después de *Heleobia* en las playas de Mar Chiquita.

² Ejemplar depositado en el Museo Botánico de la Universidad Nacional de Córdoba.



Figura 7. Caracoles cuyas conchillas son frecuentes en las playas de Mar Chiquita: a) *Strophocheilus oblongus*, raro (90 mm); b) *Plagiodontes dedaleus*, muy común (25-30 mm); c) *Epiphragmophora* sp., raro (30 mm); d) *Bulimulus apodemetes*, raro (30 mm); e) *Biomphalaria* sp., raro (12 mm); f) *Heleobia montana*, extremadamente común (5 mm); g) *Spixia* sp., muy raro (25 mm).

Las siguientes especies son raras:

Strophocheilus (= *Megabulimulus*) *oblongus*: especie terrestre de gran tamaño.

Biomphalaria sp.: conchilla redonda y achatada. Género acuático, de amplia distribución en Sudamérica.

Spixia spp. : caracoles finos y elongados, terrestres.

Epiphragmophora trenquelleonis: terrestre, con conchilla redondeada. Rara, aparece con una frecuencia de 1 a 20 en relación con *Plagiodontes dedaleus*.

Bulimulus apodemetes: terrestre, con conchilla similar a la de *Plagiodontes dedaleus*, pero mucho más frágil.

Todas especies terrestres encontradas en las playas de Mar Chiquita son típicas del bosque chaqueño. El hecho de que en general estén muy desgastadas sugiere que han sufrido procesos de arrastre por los ríos tributarios, particularmente el río Dulce. En algunos casos se trata de subfósiles (ejemplares enterrados en los sedimentos pero aún no fosilizados, por lo que

conservan su conchilla inalterada), los cuales provienen de la erosión de las barrancas que rodean a la laguna, ricas en conchillas de moluscos, tal como lo describen Frenguelli y De Aparicio (1932) (ver también Kröhling & Iriondo 1999 y capítulo 3).

5.2. EPIBENTOS

Al considerar el bentos, debe tenerse muy en cuenta el epibentos, también llamado tapete o manto (*mat*, en inglés), el cual constituye la zona de contacto entre el sedimento del fondo y el agua (Fig. 8). En lagos salados, el área de contacto entre los sedimentos y el agua da lugar al desarrollo de una muy diversa comunidad de bacterias, algas y animales microscópicos (Jonkers *et al.* 2003). Aunque se trata de una capa fina de pocos milímetros, el tapete tiene enorme importancia en la actividad biológica en los lagos salinos, ya que es allí donde se origina una parte significativa de la productividad primaria (Hammer 1986). Es muy posible también que, debido a su riqueza en biomasa, el tapete sea un componente importante de la dieta de los flamencos (ver capítulo 15). Se carece de estudios específicos del epibentos para Mar Chiquita.

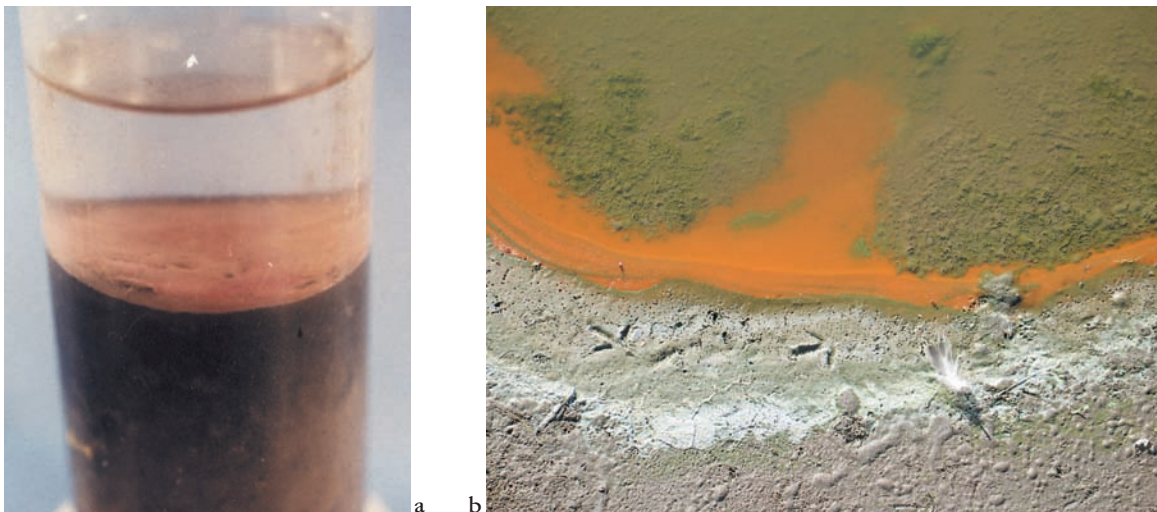


Figura 8. a) Tapete de algas y bacterias en la interfase sedimento-agua, desarrollado en una columna de Winogradsky con agua y fango de Mar Chiquita (ver Cuadro 2). b) El tapete queda casi a ras de la superficie cuando desciende el nivel del agua en la costa de la laguna, mostrando una variada coloración debido a algas y bacterias.

6. BACTERIAS

Las bacterias tienen un rol preponderante en la transformación de la materia y el flujo de energía en los ecosistemas acuáticos salinos. Su importancia solo fue reconocida hace poco tiempo. Los primeros estudios microbiológicos en lagos salados se realizaron en el

Mar Muerto, el cual previamente era considerado estéril. A partir de allí, se demostró que en ambientes salinos las bacterias controlan en mayor medida que los organismos eucariotas el flujo de energía y los ciclos biogeoquímicos, incluyendo la producción primaria y los procesos de descomposición (Oren 2002).

Cuadro 1. Ecología de las bacterias en ambientes salinos

Las bacterias tienen tamaño reducido y gran diversidad metabólica. Su metabolismo por unidad de biomasa es enorme y muy significativo en términos del flujo de energía y ciclado de nutrientes (Fenchel *et al.* 1998). Los microorganismos pueden encontrarse en la columna de agua (tanto libres como asociados al detrito particulado) y en los sedimentos. De especial importancia en lagos salados es la capa de bacterias denominada epibentos o “tapete” que se desarrolla en la interfase agua-sedimento (Jonkers *et al.* 2003).

Gracias a su enorme plasticidad metabólica, las bacterias desarrollan varios procesos clave en la dinámica de los nutrientes y el flujo de energía en los sistemas acuáticos. Los principales grupos funcionales incluyen:

- a) *Bacterias autótrofas o fotosintéticas*: fijan la energía solar en forma de energía química en la materia orgánica.
- b) *Bacterias heterótrofas*: utilizan la energía y los nutrientes almacenados en sustancias químicas orgánicas. Pueden ser *aeróbicas*, si actúan en medios con oxígeno disponible, o *anaeróbicas*, si se desarrollan en ausencia de oxígeno.
- c) *Bacterias oxidadoras inorgánicas o litotróficas*: son capaces de obtener energía de la oxidación de sustancias inorgánicas. En los procesos litotróficos se incluyen las bacterias oxidadoras del hierro, del azufre y del amonio.
- d) *Bacterias desnitrificadoras y desulfatadoras*: realizan procesos de heterotrofia bajo condiciones de anoxia. A falta de oxígeno utilizan, como aceptores de electrones, compuestos oxidados de nitrógeno y azufre, como los nitratos y los sulfatos, que son reducidos a nitrógeno elemental o a sulfuro de hidrógeno, respectivamente. La respiración anaeróbica por bacterias desulfatadoras es un proceso dominante en cuerpos de agua hipersalinos ricos en sulfatos, como Mar Chiquita. Producen gran cantidad de sulfuro de hidrógeno, gas con fuerte olor a huevos podridos, característico de las playas barrosas de Mar Chiquita. El sulfuro de hidrógeno se combina con el hierro y precipita como sulfuro de hierro (Fig. 9)
- e) *Bacterias fijadoras de nitrógeno*: algunas bacterias autótrofas y heterótrofas tienen la capacidad de tomar nitrógeno atmosférico elemental (N_2) e incorporarlo a la materia orgánica de la célula.

Las principales adaptaciones de las bacterias a condiciones de alta salinidad incluyen: a) elevada concentración de iones en el citoplasma para contrarrestar la presión osmótica, b) producción de sustancias mucosas que las recubren (glea) y c) capacidad de usar vías metabólicas anaeróbicas que les permiten vivir en condiciones de baja disponibilidad de oxígeno, frecuentes en aguas saladas. Los organismos capaces de vivir en condiciones extremas de temperatura, salinidad, etc. han sido denominados recientemente como extremófilos (Madigan & Martinko 2005). En la actualidad, estos grupos reciben mucha atención por parte de los científicos, entre otras razones porque podrían eventualmente usarse para colonizar otros planetas (Marte) que presentan ambientes muy inhóspitos.

6.1. TAXONOMÍA

Usamos aquí el término bacteria en forma amplia, incluidos microorganismos que hoy se consideran como muy diferentes en términos de su clasificación filogenética con base evolutiva. Hasta el siglo pasado, los seres vivos se dividían en reinos (animal y vegetal, fundamentalmente). Pero a partir del 1970, los descubrimientos vinculados al código genético del ADN y ARN celular permitieron reestructurar toda la clasificación taxonómica. En la actualidad, se considera que todos los seres vivos pertenecen a tres dominios fundamentales: Arquea, Bacterias y Eucaria o Eucariotes (Oren 2002; Madigan & Martinko 2005).

Arquea: (originalmente denominado Archeobacteria) incluye seres vivos muy primitivos, muchos de los cuales viven en ambientes extremos en cuanto a temperatura y salinidad, como Mar Chiquita.

Bacterias: incluye tanto los microorganismos tradicionalmente denominados bacterias como así también las Cianobacterias. Generalmente, las Cianobacterias son denominadas Cianofíceas o “algas azules”, y se las ubica dentro de las algas del fitoplancton.

Eucariotas: este dominio se divide usualmente en cuatro reinos: plantas, animales, hongos y protistas. Su principal característica común es que tienen células con núcleo. Entre los *protistas* se incluye a un grupo heterogéneo de especies que no pueden asignarse a ninguno de los otros grupos, excepto por tener células con núcleo y vivir en ambientes húmedos. Se agrupan aquí a protozoarios (amebas, ciliados, flagelados y otros grupos parásitos), “hongos mucilaginosos” (Myxomycota, Chytridiomycota y Oomycota) y algas (euglenoidas, dinoflagelados, diatomeas, algas verdes, algas pardas y algas rojas).

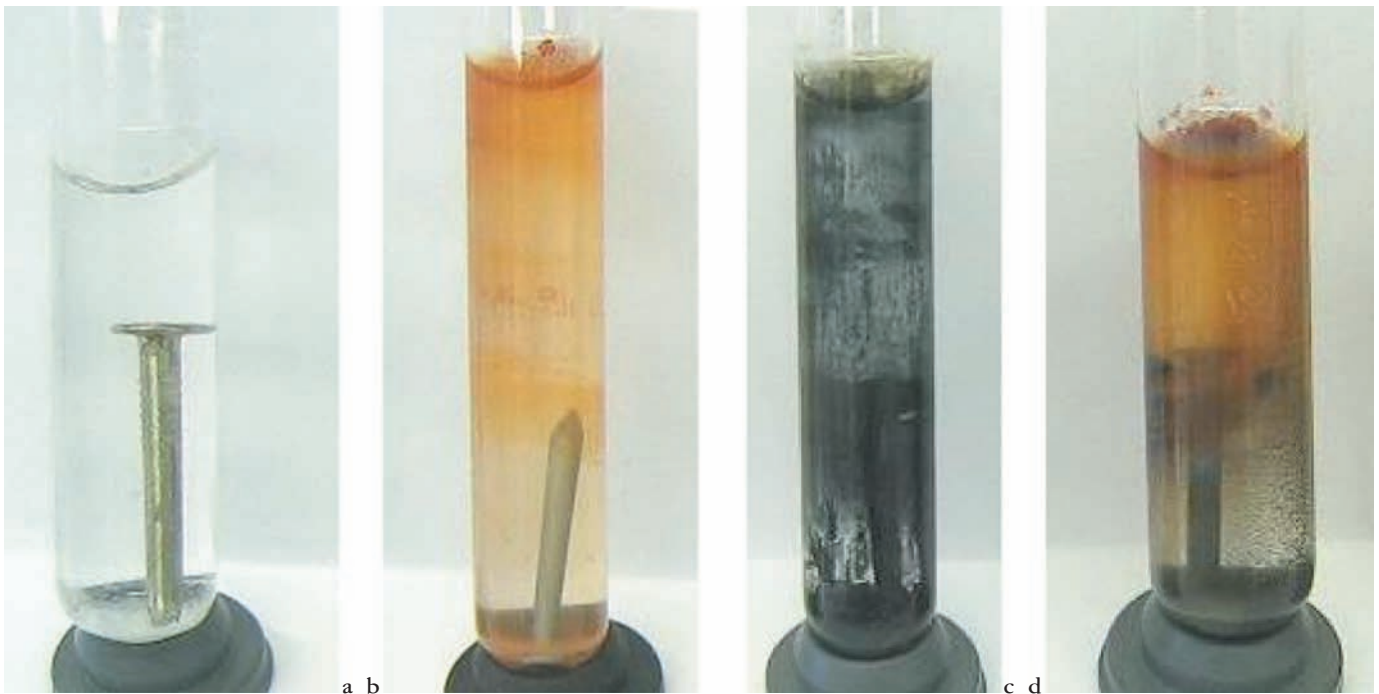


Figura 9. Al sumergir clavos en tubos tapados (sin entrada de oxígeno) con agua de Mar Chiquita se producen reacciones químicas mediadas por bacterias, las que pueden variar con las características fisicoquímicas particulares de cada muestra de agua y de las comunidades microbianas presentes en ella. a) Agua estéril de Mar Chiquita como control; b) coloración anaranjada debido a la formación de hidróxido de hierro por la actividad de las bacterias oxidadoras del hierro; c) coloración negra intensa de sulfuro de hierro generada por respiración anaeróbica de las bacterias desulfatadoras; d) ambas coloraciones indican que en algunos casos los dos procesos suceden simultáneamente (ver Cuadro 1).

Estudios recientes del ADN de los protistas han demostrado que este grupo es mucho más diverso de lo que se esperaba y que en realidad debería subdividirse en varios reinos. No obstante, por el momento el término “protista” se mantiene para los eucariotas que no pueden asignarse a plantas, animales u hongos.

6.2. EL COMPONENTE BACTERIANO EN MAR CHIQUITA

En esta sección se describen los resultados de observaciones recientes sobre la microbiología de Mar Chiquita. Se incluyen algunos relevamientos aislados y un análisis de muestras tomadas en el sector noroeste de la laguna. Las observaciones fueron realizadas tanto con muestras de agua como de sedimentos, en un período de baja salinidad (noviembre de 2002), en dos sitios con 28 y 36 g/L, respectivamente.

6.2.1. AGUA

En el agua se detectó una gran cantidad de bacterias heterótrofas aeróbicas con cápsulas mucosas y de fuerte coloración amarilla, así como gran abundancia de bacterias productoras de amonio (Tabla 5). También estaban bien representadas las bacterias litótrofas oxidadoras de hierro y azufre. En cambio, no se registraron bacterias oxidadoras de amonio. La presencia de grupos anaeróbicos fue muy escasa, inclu-

yendo una pequeña proporción de reductores de nitrato y de sulfato.

En el sector con mayor salinidad se encontró gran cantidad de bacterias anaeróbicas heterótrofas y fijadoras de nitrógeno. Es de destacar que en general no se vieron reducidas las poblaciones óxicas, tanto heterótrofas como litótrofas. En sectores aislados y poco profundos, se encontró la mayor cantidad de bacterias anaeróbicas. Probablemente esto se deba a que en esos sectores la temperatura del agua se eleva más que en las áreas abiertas, lo que determina un aumento en la salinidad y una reducción en el tenor de oxígeno.

6.2.2. SEDIMENTOS

Las muestras de sedimentos fueron tomadas tratando de cubrir un rango amplio de situaciones. Se analizaron sedimentos recolectados: a) frente a Miramar (zona limnética), b) cerca de la desembocadura del río Dulce (con gran aporte de nutrientes y detritos), c) en el sector noroeste, en pequeñas lagunas aisladas del cuerpo principal de la laguna y de más alta salinidad, y d) en playas arenosas.

Se encontró que los sedimentos con mayor cantidad de bacterias (tanto aeróbicas como anaeróbicas) fueron los que se hallan en zonas poco profundas con alto contenido de materia orgánica y mayor salinidad. Es probable que en el tapete se desarrolle una gran can-

Tabla 5. Abundancia de grupos funcionales de bacterias presentes en el agua de la laguna Mar Chiquita, según dos valores de salinidad. Muestra tomada en noviembre de 2002.

Grupos funcionales de bacterias (Log/ml)	Salinidad 36 mg/L		Salinidad 28 mg/L	
	Media	Rango	Media	Rango
Heterótrofas aeróbicas	5,05	–	3,30	2,65 – 3,67
Oxidadoras de S ⁻²	0,68	0,39 – 0,97	1,75	0,39 – 2,14
Oxidadoras de Fe ⁺²	2,84	2,65 – 3,04	2,26	0,6 – 3,4
Productoras de NH ₄ ⁺	3,21	0,78 – 5,65	4,99	3,48 – 7,30
Oxidadoras de NH ₄ ⁺	0		0	
Heterótrofas anaeróbicas	2,04	1,48 – 2,04	1,40	1,20 – 1,82
Fijadoras de N ₂	4,34	4,29 – 4,39	1,83	0,85 – 2,79
Denitrificadoras	4,42	3,81 – 5,04	0,61	0,04 – 2,04
Desulfatadoras	1,32	1,04 – 1,06	0,43	0 – 0,6

tividad de bacterias fotótrofas oxigénicas (Cianobacterias) y anoxigénicas (Clorobiaceas y Tiorodaceas).

Contrariamente, los sedimentos con escasa materia orgánica (playa arenosa) mostraron poca cantidad de bacterias, la mayoría de ellas aeróbicas (Tabla 6). En cambio, la muestra correspondiente a la desembocadura del río Dulce, muy rica en materia orgánica por los abundantes aportes de detritos exógenos, mostró alta actividad de organismos reductores de sulfato (desulfatadoras) asociados a la respiración anaeróbica.

Es probable que los sedimentos extraídos de la zona cercana a Miramar hayan alcanzado un punto de estabilidad en la dinámica de los fangos. En ellos están representados todos los grupos funcionales bacterianos casi en igual medida, lo que es coincidente con la aseveración de que en los sedimentos de ambientes salinos los nutrientes se ciclan de manera completa, existiendo un alto grado de interacción e interdependencia entre heterótrofos –fotótrofos y oxidadores– reductores (Jonkers *et al.* 2003).

6.3. PIGMENTOS, AGUAS ROJAS Y FLAMENCOS ROSADOS

En ambientes acuáticos salinos es frecuente observar densas comunidades de microorganismos halófilos (Fig. 10) que dan una intensa coloración roja a las aguas. Este fenómeno es conocido desde tiempos muy antiguos. Se ha sugerido que la mención bíblica de la primera plaga de Egipto, cuando el agua del río Nilo se transformó en sangre, se referiría a un evento de este tipo. Estas coloraciones tienen varios orígenes posibles (Oren 2002). En la mayoría de los casos, las floraciones de color rosado-rojo se deben a pigmentos carotenoides (bacterioruberina) presentes en casi todos los microorganismos de la división Arquea, particularmente las Halobacteriaceas. En este último grupo de bacterias, los carotenos tienen además una importante función de protección contra el daño causado por la alta radiación solar y, en forma secundaria, como refuerzo de las membranas celulares (Oren 2002). Dentro de las arqueas pueden darse algunos florecimientos de coloración púrpura brillante, causados por las bacteriorodopsinas, pigmentos bacteria-

Tabla 6. Abundancia de grupos funcionales de bacterias presentes en los sedimentos de cuatro sitios de la laguna con diferentes características. Muestra tomada en noviembre de 2002.

Sitios	Frente a Miramar	Desembocadura del río Dulce	Sectores aislados NO	Playa NO
Características				
Coordenadas	30° 24' 16" 62° 32' 36"	30° 22' 14" 62° 32' 32"		
Salinidad (mg/L)	26,2	26,4	36,4	31,4
Materia Orgánica (%)	2,8	16,3	3,7	0,46
Profundidad del agua (m)	2,1	1,2	< 0,3	< 0,3
Aspecto	negro arcilloso	negro untuoso	negro verdoso	arenoso
Grupos funcionales de bacterias (Log/ml)				
Heterótrofas aeróbicas	4,5	4,0	8,5	4,9
Oxidadoras de S ⁻²	0,1	1,6	2,4	0,2
Oxidadoras de Fe ⁺²	5,5	4,4	-	-
Oxidadoras de NH ₄ ⁺	0	0	2,1	0,4
Productoras de NH ₄ ⁺	4,8	2,9	10,0	7,3
Heterótrofas anaeróbicas	4,2	3,8	2,7	1,3
Fijadoras de N ₂	3,5	3,1	2,7	2,7
Denitrificadoras	1,4	0,6	4,5	0
Desulfatadoras	3,4	3,6	4,1	0

Cuadro 2. Columna de Winogradsky

Una manera simple de observar la zonación vertical generada por la actividad microbiana en humedales salinos es por medio de la columna de Winogradsky, denominada así en honor a su creador, el destacado microbiólogo ruso Sergei Winogradsky. Consiste en un cilindro de vidrio que representa al microcosmos de una columna de agua de un humedal, en el cual se pueden realizar distintas experiencias. Para preparar una columna que reproduce el sistema de Mar Chiquita, solo es necesario agregar fango y agua de la laguna y dejarla expuesta a la luz solar.

A medida que la columna comienza a equilibrarse, se observan cambios que señalan el desarrollo de distintos procesos microbianos. Lo más notable es la aparición de las bacterias anaerobias reductoras de sulfato, que originan áreas negras causadas por la formación de sulfuro de hierro resultante de sus procesos respiratorios. Este sedimento ennegrecido se corresponde con el típico fango de la laguna. Posteriormente, en la parte negra pueden formarse áreas de color verde-violeta como consecuencia del desarrollo de bacterias fotosintéticas anaeróbicas, las que usan el sulfuro producido por las reductoras de sulfato como receptor de electrones. En la porción superior de la columna hay un sedimento de color rojo, resultante del desarrollo de bacterias fotosintéticas anaeróbicas, las cuales fijan la luz mediante pigmentos rojos, de acuerdo con lo descrito en el texto. En la interfase entre el agua y el sedimento se desarrolla una capa más clara (manto o tapete) que indica la profundidad a la cual penetró el oxígeno, lo que limita las actividades de las bacterias anaeróbicas. Como se ha mencionado previamente, esta región es de gran actividad biológica. En la Figura 11 se muestra una columna preparada con agua de laguna salada, en la que se puede observar la zonación descrita.



Figura 10: Laguna roja por florecimiento bacteriano al norte de Mar Chiquita. Fotografía tomada en época de aguas bajas (década de 1960).

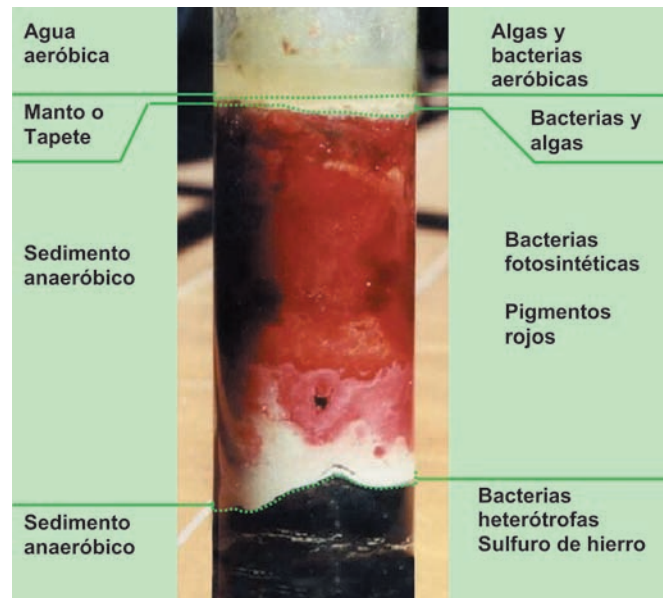


Figura 11. Columna de Winogradsky desarrollada a partir de agua salada similar a la de Mar Chiquita. La porción superior clara corresponde al agua sobrenadante, en la cual hay disponibilidad de oxígeno. El sedimento (donde hay carencia de oxígeno) tiene coloración roja en la parte superior debido a que hay actividad de bacterias fotosintéticas anaeróbicas (bacterias púrpuras del azufre) adosadas al vidrio por donde penetra la luz (el material del interior no tiene esa coloración). La fracción más profunda del sedimento es de color negro, debido a la formación de sulfuro de hierro resultante de la reacción de hierro presente en los sedimentos con el sulfuro de hidrógeno producto de la respiración anaerobia de las bacterias (ver texto).

nos muy parecidos a la rodopsina presente en la retina del ojo humano (Oren 2002).

Los florecimientos rojizos pueden también ser producidos por las bacterias púrpuras del azufre, cuyos pigmentos fotosintéticos (carotenos) tienen predominancia de colores rojos. Estos pigmentos son capaces de captar la luz de baja intensidad, como la bacterioclorofila, que al actuar en forma combinada con varios carotenoides dan colores en la gama del rojo, anaranjado y marrón (Oren 2002). En la Laguna del Plata se han observado florecimientos de bacterias púrpuras del azufre del género *Chromatium* durante el verano. Este género se caracteriza por ser una de las bacterias de mayor tamaño que se conoce, muy móvil y con gran cantidad de gránulos de azufre dentro de su citoplasma (Madigan & Martinko 2005). Cuando son muy intensos, estos florecimientos pueden alarmar a los bañistas que ven su piel manchada de rojo. No obstante, este grupo de bacterias es totalmente inocuo para el hombre.

Otro grupo de microorganismos que pueden producir coloración roja son las cianobacterias (conocidas anteriormente como cianofíceas o algas verde azuladas), que usualmente tienen color verdoso. En ocasiones pueden tener un color que va de amarillo a anaranjado brillante, debido a la abundancia de pigmentos carotenoides, al punto de colorear tanto el agua como la capa superior del sedimento (tapete o manto).

Las algas clorofíceas del género *Dunaliella*, comunes en lagos salados, tienen por lo general una coloración verde, pero en circunstancias favorables pueden producir un pigmento carotinoide rojo, similar al pigmento de las bacterias halofílicas.

Cuando se dan altas poblaciones (florecimientos) de *Dunaliella*, los lagos salados pueden tomar una coloración rojiza, alcanzando una concentración tal que hace factible su explotación comercial para la producción de caroteno.

Finalmente, la coloración roja de las aguas de lagos salados también puede provenir de predadores (por ejemplo, *Artemia*) que adquieren esta tonalidad al ingerir microorganismos pigmentados de rojo (tal como las algas *Dunaliella*) y luego excretan el pigmento por sus heces. Más aún, *Artemia* también puede tomar ese color a partir de su propio metabolismo, ya que es capaz de producir hemoglobina, el pigmento rojo de la sangre humana, como mecanismo de adaptación a la alta salinidad (Abatzopoulus *et al.* 2002).

Como puede apreciarse, los pigmentos rojos son muy importantes en los lagos salados. En Mar Chiquita es posible ver en algunas ocasiones la aparición de aguas teñidas de rojo. Estos eventos, siempre registrados en la época estival, suelen darse en condiciones de un alto contenido de materia orgánica en el medio y fuerte anoxia, fenómenos usuales en aguas muy salinas en días cálidos. En períodos de aguas bajas y alta salinidad, hemos podido ver ocasionalmente lagunas sobre la costa norte de Mar Chiquita que presentaban una fuerte coloración roja púrpura (Fig. 10).

El color rojo que toma el plumaje de los flamencos se origina en los carotenos obtenidos por ingestión directa de bacterias (particularmente en el tapete del sedimento) o indirectamente al alimentarse de *Artemia* o alguna otra especie del zooplancton que haya ingerido bacterias pigmentadas (ver Cuadro 2).

APÉNDICE

LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN LA LAGUNA MAR CHIQUITA.

 Fuente: (1): Seckt (1945); (2): Reati *et al.* (1997), (3): Cohen (1998), (4): este trabajo.

Año	1945	1989	1998	2005-06	Año	1945	1989	1998	2005-06
Salinidad (g/L)	100	35	45	35	Salinidad (g/L)	100	35	45	35
Fuente	(1)	(2)	(3)	(4)	Fuente	(1)	(2)	(3)	(4)
CYANOPHYTA (Cianobacteria)					HETEROKONTOPHYTA (diatomeas)				
<i>Anabaena spiroides</i>		X		X	<i>Achnantes delicatula</i>	X			X
<i>Anabaenopsis circularis</i>			X	X	<i>Amphora aff exigua</i>			X	
<i>Calothrix parietina</i>					<i>Amphora copulata</i>			X	
<i>Chroococcus turgidus</i>	X				<i>Amphora normanii</i>	X			
<i>Clastidium setigerum</i>	X				<i>Amphora veneta</i>				
<i>Cyanobium</i> spp.				X	<i>Amphora</i> sp.				X
<i>Dermacarpa prasina</i>	X				<i>Anomoneis sphaerophora</i>	X			X
<i>Gomphosphaeria</i> sp.				X	<i>Aulacoseira</i> sp.				X
<i>Lyngbya aesturii</i>	X				<i>Campylodiscus bicostatus</i>			X	
<i>Lyngbya hieronymusii</i>	X				<i>Campylodiscus clipeus</i>		X		
<i>Lyngbya</i> sp.	X		X	X	<i>Campylodiscus</i> sp.				X
<i>Merismopedia</i> sp.				X	<i>Chaetoceros mülleri</i>		X		
<i>Microcoleus vaginatus</i>	X				<i>Chaetoceros</i> sp.			X	X
<i>Microcystis chroococcoidea</i>	x				<i>Chanantes brevipes</i>			X	
<i>Microcystis</i> sp.					<i>Cocconeis pediculus</i>	X			
<i>Nodularia spumigera</i>		X		X	<i>Cocconeis placentula</i>			X	
<i>Nostoc commune</i>	X				<i>Cocconeis</i> sp.				X
<i>Nostoc gelatinosum</i>	X				<i>Craticula</i> sp.				X
<i>Oscillatoria (Limnothryx) putrida</i>	X				<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>			X	
<i>Oscillatoria limosa</i>	X				<i>Cyclotella meneghiniana</i>	X			
<i>Oscillatoria</i> sp.		X	X	X	<i>Cyclotella</i> spp.				X
<i>Phoridium</i> sp.					<i>Cymatopleura</i> sp.				X
<i>Phormidium breve</i>	X				<i>Cymbella pusilla</i>			X	
<i>Phormidium deflexum</i>	X				<i>Cymbella venticosa</i>	X			
<i>Phormidium murrayi</i>	X				<i>Cymbella</i> spp.				X
<i>Phormidium simplicissimum</i>	X				<i>Diatoma</i> sp.				X
<i>Phormidium chalybeum</i>	X				<i>Entomoneis alata</i>		X		
<i>Pseudoanabaena constricta</i>	X				<i>Entomoneis</i> sp.			X	X
<i>Siphonema polonicum</i>	X				<i>Fragilaria</i> sp.				X
<i>Tolypotrix</i> sp.				X	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	X			
<i>Trichodesmium iwanoffianum</i>	X				<i>Gyrosigma macrum</i>	X			
					<i>Gyrosigma strigilis</i>			X	
					<i>Gyrosigma</i> sp.				X
					<i>Hantzscnia amphioxys</i>	X			
					<i>Hyalodiscus</i> sp.				X
					<i>Melosira lineata</i>		X		

APÉNDICE (continuación)

Año	1945	1989	1998	2005-06
Salinidad (g/L)	100	35	45	35
Fuente	(1)	(2)	(3)	(4)

<i>Melosira moliniformis</i>			X	
<i>Melosira</i> sp.		X		X
<i>Navicula cincta</i>			X	
<i>Navicula halophila</i>	X			
<i>Navicula mutica</i>			X	
<i>Navicula placentula</i>	X			
<i>Navicula pygmaea</i>	X			
<i>Navicula recens</i>			X	
<i>Navicula salinarum</i>	X			
<i>Navicula</i> sp.		X		X
<i>Nitzschia acicularis</i>	X			
<i>Nitzschia capitellata</i>			X	
<i>Nitzschia hustediana</i>			X	
<i>Nitzschia linearis</i>	X			
<i>Nitzschia scalpelliformis</i>			X	
<i>Nitzschia</i> spp.				X
<i>Pinnularia</i> sp.				X
<i>Pleurosira</i> sp.				X
<i>Rhopalodia</i> spp.				X
<i>Surirella striatula</i>			X	
<i>Surirella</i> sp.				X
<i>Synedra tabulata</i>	X			
<i>Synedra ulna</i>		X		
<i>Tabularia fasciculata</i>			X	
<i>Thalassiosira</i> sp.				X
<i>Ulnaria</i> sp.				X

XANTHOPHYTA (algas verde-amarillas)

<i>Vaucheria</i> sp.		X		
----------------------	--	---	--	--

CHLOROPHYTA (algas verdes)

<i>Binuclearia tetraona</i>		X		
<i>Bulbuchaete</i> sp.	X			
<i>Chlamydomonas</i> sp.				X
<i>Cladophora fracta</i>		X		
<i>Closterium prorum</i>		X		X
<i>Enteromorpha salina</i>	X			
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	X			
<i>Enteromorpha intestinalis</i>		X		
<i>Mougeotia</i> sp.	X			
<i>Oocystis</i> spp.				X
<i>Pediastrum</i> spp.				X

Año	1945	1989	1998	2005-06
Salinidad (g/L)	100	35	45	35
Fuente	(1)	(2)	(3)	(4)

<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>	X			
<i>Scenedesmus</i> spp.				X
<i>Staurastrum</i>				X
<i>Stigeoclonium falklandicum</i>	X			
<i>Ulothrix limnetica</i>	X			
<i>Ulothrix pseudoflacca</i>		X		
<i>Ulothrix tenuis</i>	X			
<i>Ulotrichopsis</i> sp.				X

EUGLENOPHYTA (euglenas)

<i>Euglena</i> spp.				X
<i>Trachelomonas</i> sp.				X

DINOPHYTA (dinoflagelados)

<i>Peridiniu</i> spp.			X	
-----------------------	--	--	---	--

SARCOMASTIGOPHORA protozoarios)

Foraminiferida (foraminíferos)				
<i>Ammonia becarii parkinsoniana</i>		X		
<i>Ammonia</i> sp.				X

SPERMATOPHYTA (plantas superiores)**Ruppiaceae**

<i>Ruppia maritima</i>		X		X
------------------------	--	---	--	---

ROTIFERA (rotíferos)

<i>Brachionus</i> sp.			X	X
<i>Brachionus plicatilis</i>				X
<i>Brachionus angularis</i>				X
<i>Brachionus fennica</i>				X

CRUSTACEA (crustáceos)**Branchiopoda**

<i>Artemia franciscana</i>	X	X	X	
----------------------------	---	---	---	--

Ostracoda

<i>Cyprideis</i> ? sp.		X		X
------------------------	--	---	--	---

Copepoda

Calanoida		X	X	
------------------	--	---	---	--

APÉNDICE (continuación)

Año	1945	1989	1998	2005-06
Salinidad (g/L)	100	35	45	35
Fuente	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Boeckella poopoensis</i>				X
Cyclopoida				
<i>Apocyclops procerus</i>				
Harpacticoidea				
<i>Cletocamptus deitersi</i>				X
INSECTA (insectos)				
Diptera				
Ephydriidae				
<i>Ephydra?</i> sp.	X			
Dolichopodidae				
<i>Hydrophorus praecox</i>		X		
Especie indeterminada				X
Hemiptera				X
Corixidae				
Especie indeterminada		X		X
MOLUSCA (caracoles)				
Hidrobiidae				
<i>Heleobia (=Littoridina)</i> sp.		X		X
<i>Ceratodes</i> sp.		X		

BIBLIOGRAFÍA

- ABATZPOULUS T.J., BERARDMORE J.A., CLEGG J.S. & SORGELOOS P. (eds.) (2002). *Artemia: basic and applied biology*. Kluwer Academic Publishers, London.
- BORTOLUS A., IRIBARNE O.O. & MARTINEZ M.M. (1998). Relationship between Waterfowl and the Seagrass *Ruppia maritima* in a Southwestern Atlantic Coastal Lagoon *Estuaries*, 21:710-717.
- BUCHER E.H. & HERRERA G. (1981). Comunidades de Aves Acuáticas de la Laguna Mar Chiquita (Córdoba-Argentina). *Ecosur Argentina*, 8:91-120.
- COHEN R.G. (1998). Prospección y Evaluación del Recurso Natural Artemia (Crustacea Branchiopoda) en Forma de Quistes en la República Argentina, y su Utilidad en Proyectos de Acuicultura para Latinoamérica. Informe Técnico no publicado. *Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad de Buenos Aires; Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal, CSIC, Castellón, España*. Buenos Aires.
- DE BILLERBERCK M.A. (1979). Comentarios sobre aspectos microbiológicos de los estudios hidrobiológicos de la Mar Chiquita. En: Laguna Mar Chiquita (Mar de Ansenusa) (ed. Comisión de Apoyo al Desarrollo del Noreste), pp. Anexo 10, 1-7. *Gobierno de la provincia de Córdoba, Córdoba, Argentina*.
- DE FRANCESCO C.G. (2003). Distribution and Abundance of Hydrobiid Snails in a Mixed Estuary and a Coastal Lagoon, Argentina. *Estuaries*, 26:790-797.
- DE RIOS P.L. & CRESPO J.E. (2004). Salinity Effects on the Abundance of *Boeckella poopensis* (Copepoda, Calanoida) in Saline Ponds in the Atacama Desert, Northern Chile. *Crustaceana*, 77:417-423.
- FENCHEL T., G.M. K. & BLACKBURN T.H. (1998). Bacterial Biogeochemistry: the Ecophysiology of Mineral Cycling. Second edn. *Academic Press*, San Diego.
- FRANK H. (1912). Contribución al Conocimiento de la Mar Chiquita. *Boletín del Departamento General de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba*, 6:87-101.
- FRENGUELLI J. & DE APARICIO F. (1932). Excursión a la Laguna de Mar Chiquita (Provincia de Córdoba). *Publicaciones del Museo Antropológico y Etnográfico de la Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires, Serie A*, 2:121-147.
- GUIÑAZÚ N. (1949). *Artemia salina* en Mar Chiquita. Tesis Doctoral. *Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba*.
- HAMMER U.T. (1986). *Saline Lake Ecosystems of the World*. Dr. W. Junk Publishers, Boston.
- HASSAN G., ESPINOSA M.A. & ISLA F. (2004). Análisis paleoambiental de una secuencia del Holoceno tardío del arroyo Claromecó (provincia de Buenos Aires, Argentina) basado en diatomeas. *Ameghiniana*, 41:161-170.
- JONKERS H.M., LUDWIG R., DE WIT R., PRINGAULT O., MUYZER G., NIEMANN H., FINKE N. & DE BEER D. (2003). Structural and Functional Analysis of a Microbial Mat Ecosystem from a Unique Permanent Hypersaline Inland Lake: La Salada de Chiprana (NE Spain). *FEMS Microbiology Ecology*, 44:175-189.
- KRÖHLING D.M. & IRIONDO M. (1999). Upper Quaternary Palaeoclimates of the Mar Chiquita Area, North Pampa, Argentina. *Quaternary International*, 57/58:149-163.
- LOPRETTO E.C. & TELL G. (eds.) (1995). Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. *Editorial Sur*, La Plata.
- MADIGAN M. & MARTINKO J. (2005). *Brock Biology of Microorganisms*. 11 edn. *Prentice Hall*, New York.
- MENU MARQUE S. (2001). Datos biogeográficos y nuevas localidades de copépodos de la familia Cyclopidae (Copepoda, Cyclopoida) de la Argentina. *Physis secc. B*, 58 (134 - 135):37-41.
- OREN A. (2002). Halophilic Microorganisms and their Environments. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht.
- REATI G.J., FLORÍN M., FERNÁNDEZ G.J. & MONTES C. (1997). The Laguna de Mar Chiquita (Córdoba, Argentina): A little Known, Secularly Fluctuating, Saline Lake. *International Journal of Salt Lake Research*, 5:187-219.
- SECKT H. (1945). Estudios hidrobiológicos hechos en la Mar Chiquita. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina)*, 37:279-309.

