

ESTUDIOS LIMNOLOGICOS EN LA CUENCA DEL RIACHUELO (CORRIENTES, ARGENTINA) *

IV. ESTUDIOS ECOLOGICOS SOBRE LAS ALGAS PSAMMITICAS DE LA LAGUNA TOTORAS

Guillermo TELL ** y Carlos BONETTO ***

SUMMARY: Limnological studies in the Riachuelo River basin (Corrientes, Argentina). IV. Ecological studies about psammitic algae of the Totoras pond.

This paper deals with a freshwater benthonic blue green algae community growing in the Totoras pond (Corrientes, Argentina) at about 4 to 5 m depth.

The community structure and distribution on the substratum are described, giving data about the chlorophyll *a* content, primary production and related parameters.

The sand thickness occupied by the algae is about 2 cm although the photosintetic activity is restricted to the superficial layer. Thus, it seems there would be a slowly and constant sand removal in the upper strata of the sediment, with colonization of the superficial new grains by algae and the loss of them which are transferred to a lower position where no enough light is received.

INTRODUCCION

La laguna Totoras, cuyos rasgos limnológicos principales fueron descritos por Bonetto *et al.* (1978), presenta fondos arenosos de pendiente suave y regular, donde se establece, a favor de una elevada transparencia de las aguas, una abundante vegetación de macrófitas arraigadas. Entre los 4 y 5 m de profundidad se encuentra una franja de arena verdosa, colonizada por un denso periliton, que sustituye a tal vegetación, en tanto que la parte central y más profunda de la cubeta está cubierta por una capa de sedimentos orgánicos laxos.

* Trabajo realizado en el Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL), Plácido Martínez 1383, 3400 Corrientes, Argentina.

** Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas de la Rep. Argentina (CONICET). Dpto. de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires.

*** Becario del CONICET

ECOSUR	Argentina	ISSN 0325-108X	v. 5	n. 9	pág. 85 - 96	marzo 1978
--------	-----------	-------------------	------	------	-----------------	---------------

La estructura poblacional de este periliton, compuesto exclusivamente por algas cianofitas, resultó muy estable durante el período de estudios, no sólo por la aparición constante de las especies registradas, sino también en lo que respecta a su abundancia relativa.

El desarrollo de esta florula tan particular, condiciona en buena medida la presencia de una fauna bentónica abundante y variada, contribuyendo asimismo a elevar localmente los tenores de oxígeno disuelto.

Dado sus peculiares características, como así también debido a la escasa información bibliográfica que en nuestro medio se dispone sobre el tema, se consideró de interés la realización de un estudio relativo a la estructura y funcionalidad de tal comunidad.

CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL AGUA EN LOS ESTRATOS ADYACENTES A LA COMUNIDAD

Tal como fuera señalado, los principales parámetros limnológicos de la laguna Totoras han sido considerados en detalle por Bonetto *et al.* (*loc. cit.*) por lo tanto se consignan aquí sólo aquellas variables físicas y químicas del agua en la inmediata adyacencia de la comunidad psammítica, más relacionada con su actividad.

La temperatura del agua fluctuó, a esta profundidad, en un rango comprendido entre 13 y 26 grados centígrados (fig. 1). En los meses de verano, las diferencias observadas con respecto al agua superficial son de hasta 4 grados.

La concentración de oxígeno disuelto mostró valores mayores en invierno (fig. 2), alcanzando un máximo de 9,5 mg/l, y 100 o/o de saturación en junio de 1976, disminuyendo progresivamente en verano hasta llegar al mínimo valor registrado de 5,5 mg/l y 71 o/o de saturación en enero de 1977. Tal disminución se debería a la descomposición de la materia orgánica que sedimenta desde los estratos más superficiales. No obstante, la actividad fotosintética de la comunidad psammítica contribuye a que tal depleción sea menor que la observada en la parte central de la cubeta, cubierta de sedimentos.

El pH varió entre 7,4 y 8,3 sin presentar mayores variaciones respecto de las mediciones superficiales.

La transparencia del agua se midió con disco de Secchi y con celda fotoeléctrica, obteniéndose una buena correlación entre ambas medidas. Con el disco de Secchi alcanzó una profundidad máxima de 3,5 m en el mes de julio y un mínimo de 1,5 m durante enero y febrero.

La absorción de la luz fue máxima para la longitud de onda correspondiente al azul, siguiéndole el rojo y el verde. En la profundidad en que prospera la comunidad psammítica la luz incidente es proporcionalmente más rica en sus componentes verde y rojo. (fig. 3).

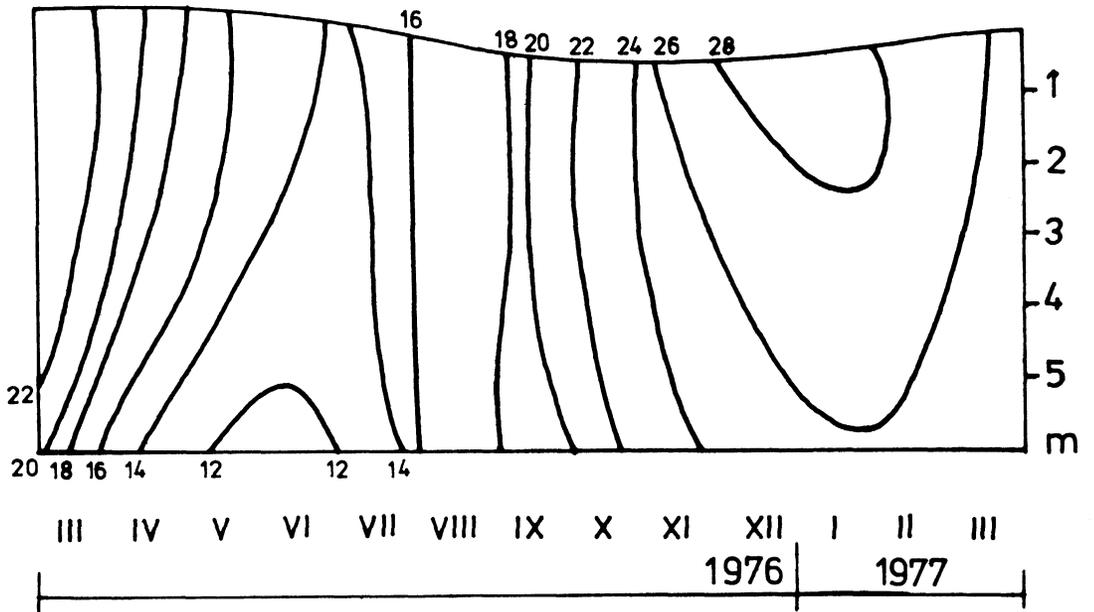


Fig. 1. Variaciones de la temperatura con la profundidad, en la laguna Totoras.

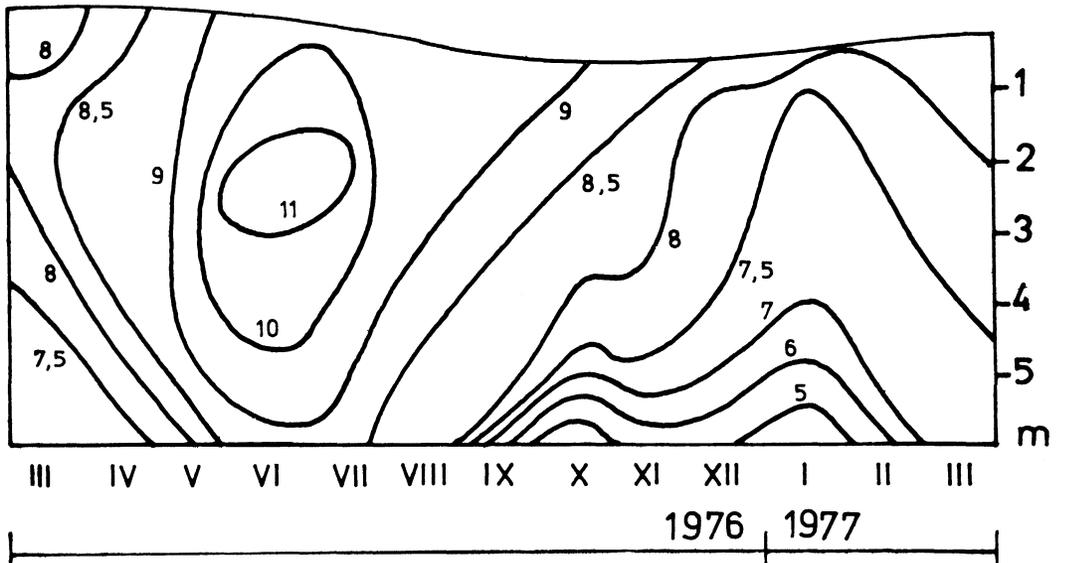


Fig. 2: Variaciones del contenido en oxígeno disuelto con la profundidad en la laguna Totoras.

La penetración de la luz en profundidad, expresada en luxes, registrada a las 12 h. del 29/3/77 y del 8/6/77 se consignan en la siguiente tabla:

	29/3/77	8/6/77
superficie	90.000	43.000
1 m	40.000	22.000
2 m	22.500	13.000
3 m	13.500	8.100
4 m	9.000	4.500
5 m	6.000	2.000

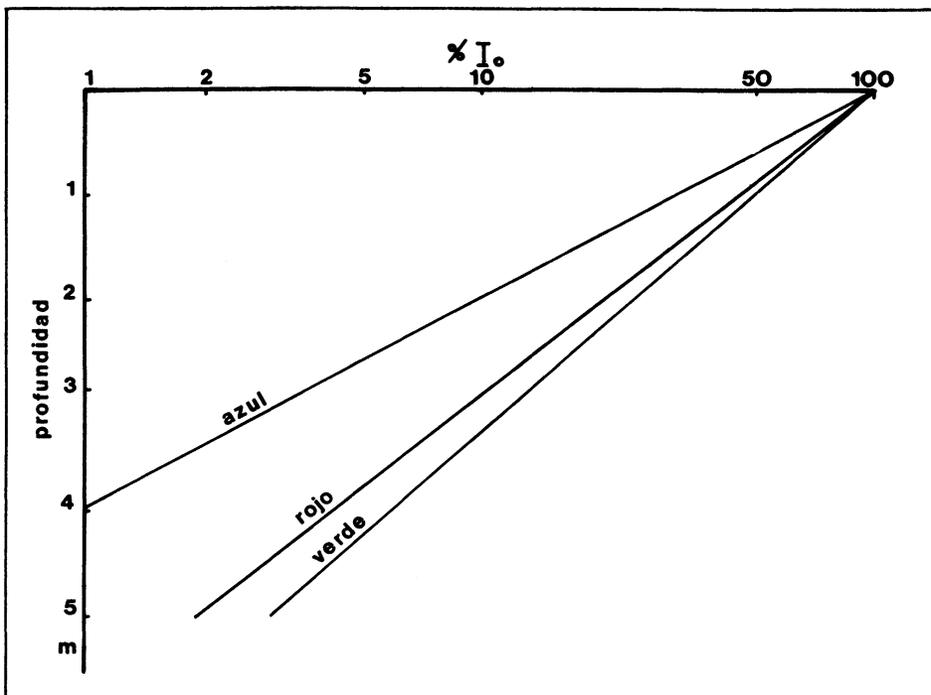


Fig. 3. Absorción de la luz en profundidad, para distintas longitudes de onda en la laguna Totoras.

RASGOS GENERALES DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES

Entre las algas planctónicas predominan las Desmidiaceae envueltas en abundante mucílago (**Cosmarium moniliforme*, **Staurodesmus pterosporum*, **Staurodesmus lobatus* var. *ellipticus* f. *minor*). Estas dominantes están acompañadas por una rica flora de otras Desmidiaceae no mucilaginosas y, en forma secundaria, Chlorococcaceae y cianofíceas de la familia Chroococcaceae.

El fondo posee una densa vegetación sumergida arraigada, cuya composición y cobertura guarda estrecha relación con la profundidad.

En un corte de la laguna se observa un gradiente que, si bien no es completamente homogéneo porque en parte se presenta en forma de mosaico, responde al siguiente esquema: una amplia faja circundante con predominancia de *Andropogon lateralis* que, en parte, queda sumergida cuando aumenta el nivel del agua; paralelo a ésta, se extiende un cinturón de vegetación sumergida con predominancia de *Echinodorus tenellus* y algas filamentosas desprendidas; continúa, en forma de amplios manchones una faja de *Egeria naias* con su vegetación perifítica asociada, donde predominan *Zygnema* sp. y *Oedogonium* spp. entre las clorofíceas y *Scytonema* sp., *Hapalosiphon* sp. y *Aphanocapsa* spp. entre las cianofíceas; a un nivel más profundo predominan, en forma de manchones, las *Characeae Chara* sp. y *Nitella* sp. y, posteriormente, las algas de la comunidad que denominamos psammítica.

La parte central de la cubeta está cubierta por sedimentos sueltos, en su mayor parte orgánicos, originados por la muerte y decantación de los fitoplanctones mucilaginosos; sobre estos restos orgánicos prospera una asociación de algas donde predomina *Oscillatoria princeps*, a la que acompañan, en forma secundaria, algunas diatomeas bentónicas y elementos ocasionales del fitoplancton.

En un extremo de la laguna se desarrolla un juncal de *Scyrrus californicus* con un diseño de distribución en manchones; aquí prolifera una rica ficoflora perifítica con la predominancia de *Oedogonium* spp. y *Bulbochaete* sp. entre las clorofíceas y *Gloeotrichia* aff. *natans* entre las cianofíceas.

LAS ALGAS PSAMMITICAS

Esta comunidad está delimitada, en el nivel superior, por una franja periférica de *Chara* sp., *Nitella* sp. y *Egeria naias* y, a un nivel más bajo, por una cubierta de sedimento orgánico suelto que tapiza el centro de la laguna. La franja periférica de macrovegetación tiene un gradiente de extinción,

* Los taxia con asterisco, se citan por primera vez para la Argentina.

cuyas densidades decrecientes con la profundidad, determinan un límite difuso e irregular entre ambas comunidades. La comunidad psammítica prospera entre 4 y 5 m de profundidad, con una extensión aproximada de 15 a 20 m de ancho, y un espesor constante de unos 2 cm.

El sustrato de las algas psammíticas corresponde a arena fina (200μ).

La flórua está compuesta exclusivamente por cianofíceas. La abundancia relativa de las especies se estimó siguiendo el criterio de Braun—Blanquet (1950).

A continuación se listan las especies en orden de dominancia según esa escala:

- * *Chlorogloea microcystoides* : 5= muy abundante
- * *Plectonema gracillimum* : 4= abundante
- Myxosarcina spectabilis* : 3= no frecuente
- * *Lyngbya lachneri* : 2= rara
- Coccochloris stagnina* : 1= muy rara
- Calothrix* sp. : 1= muy rara

De cada una de las especies damos una descripción de la fisonomía del talo; su diseño de distribución, para lo cual se consideraron 3 tipos: aisladas, en manchones, y en red y, finalmente, la posición del alga sobre el sustrato.

Las especies se ordenan siguiendo el criterio taxonómico de Geitler (1932)

Orden CHROOCOCCALES

Familia Croococcaceae

Coccochloris stagnina Sprengler (Fig. 4, D)

Fisonomía del talo: las células se distribuyen en forma separada unas de otras dentro de un mucílago colonial homogéneo. Células de $3-5 \mu$ de diámetro por 5μ de longitud. Colonias irregulares, semiglobosas, de tamaño variado, normalmente $35-45 \mu$ de diámetro.

Diseño de distribución: colonias aisladas.

Posición sobre el sustrato: las colonias, de aspecto globoso, se extienden irregularmente sobre el sustrato. No se diferencia una parte postrada y una erecta, ni tampoco una porción apical y otra basal.

Familia Enthophysalidaceae

Chlorogloea microcystoides Geitler (Fig. 4, B)

Fisonomía del talo: Células de 3μ de diámetro, dispuestas en hileras perpendiculares o radiales al sustrato. Un mucílago común, hemisférico e irregular, envuelve a las células, formando colonias globosas. Colonias de 80 a 140μ de diámetro.

Diseño de distribución: Normalmente los talos forman manchones.

Posición sobre el sustrato: Los talos se extienden formando cojines de varios micrones de espesor (hasta 10μ). Su base más ancha se apoya sobre el sustrato.

* Las especies con asterisco se citan por primera vez para la Argentina. El género *Chlorogloea* también se registra por primera vez para nuestro país.

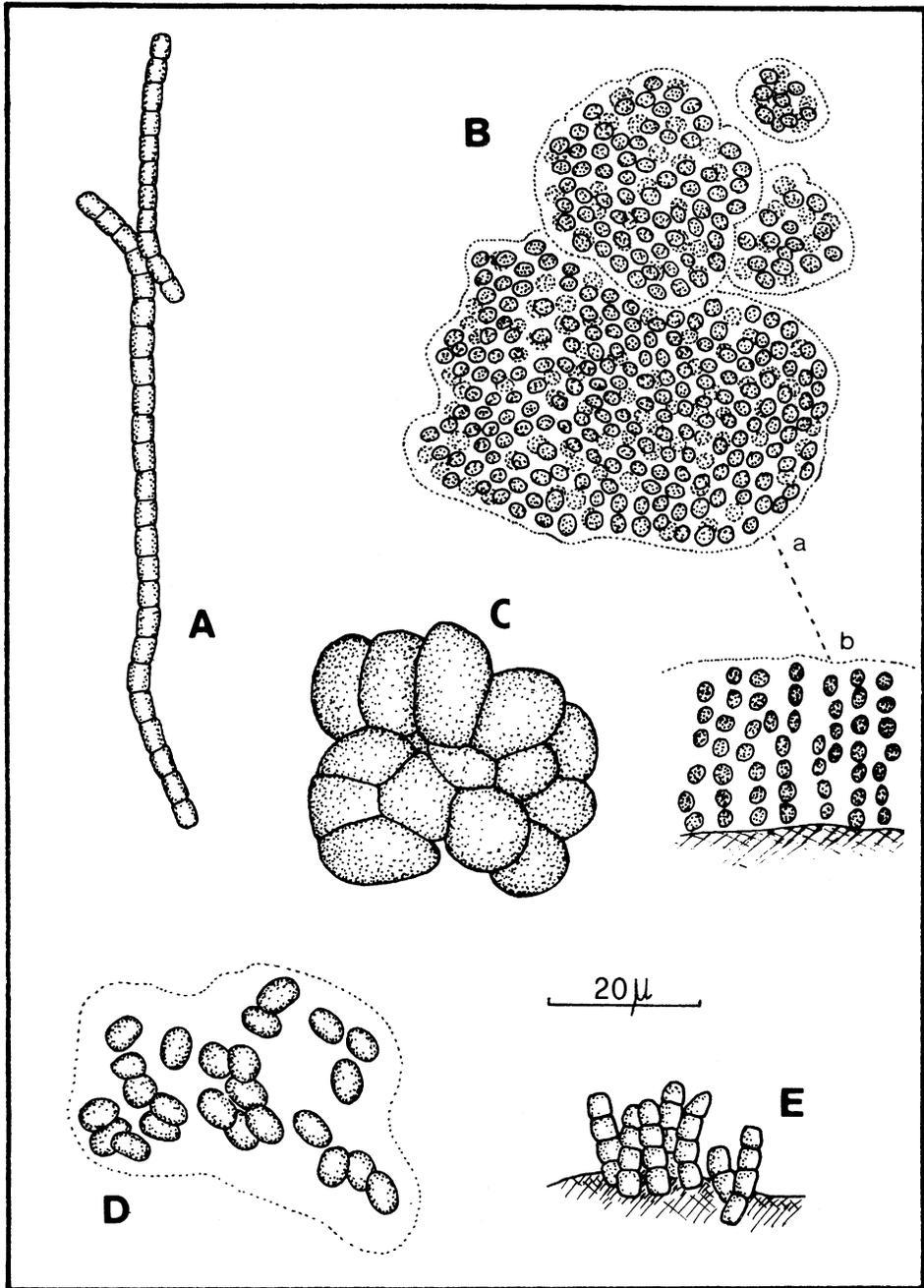


Fig. 4. A: *Plectonema gracillium*; B: *Chlorogloea microcystoides*, a) vista apical de las colonias, b) corte transversal; C: *Myxosarcina spectabilis*; D: *Coccochloris stagnina*; E: *Lyngbya lachneri*.

Orden DERMOCARPALES**Familia Dermocarpaceae*****Myxosarcina spectabilis* Geitler (Fig. 4, C)**

Fisonomía del talo: Las células cuadrangulares, de 8–13 μ de diámetro, se agrupan comprimidas unas contra las otras en series regulares, formando colonias redondeadas. Las colonias miden 28–35 μ de diámetro.

Diseño de distribución: En manchones.

Posición sobre el sustrato: Las colonias forman pequeños cojines sobre el sustrato, adhiriéndose por su parte basal más ensanchada.

Orden HORMOGONALES**Familia Oscillatoriaceae.*****Lyngbya lachneri* (Zimm.) Geitler (Fig. 4, E)**

Fisonomía del talo: Las células miden 2,5–3 μ de diámetro; se agrupan linealmente en cortos filamentos de 4–5 células. Los filamentos miden 12–15 μ de longitud.

Diseño de distribución: Siempre en manchones, formando diminutos céspedes.

Posición sobre el sustrato: Los filamentos se adhieren por su parte basal, presentándose erectos sobre el sustrato, con sus ápices libres.

Orden SCYTONEMATALES**Familia Scytonemataceae*****Plectonema gracillimum* (Zopf) Hansgirg (Fig. 4, A)**

Fisonomía del talo: Las células se reúnen en filamentos uniseriados, miden 2–2,5 μ de diámetro por 3,5 μ de longitud. Los filamentos tienen falsas ramificaciones muy esparcidas, dando al talo un aspecto dendroide laxo. Filamentos de 2,5 μ de diámetro por varias decenas de micrones de longitud (40 a más de 200 μ).

Diseño de distribución: Los talos postrados, debido a sus ramificaciones esparcidas, presentan un diseño en red con aberturas amplias.

Posición sobre el sustrato: En condiciones naturales los filamentos se adhieren completamente sobre el sustrato, sólo a veces los extremos están algo erguidos. En medios de cultivo, en cambio los filamentos abandonan al sustrato y forman matas densas y enmarañadas que superan ampliamente el diámetro de los gránulos de arena, llegando a formar verdaderos biodermas algales.

Familia Rivulariaceae***Calothrix* sp.**

Fisonomía del talo: Los filamentos son pequeños, de unos 4 μ de diámetro y 15–20 μ de longitud.

Diseño de distribución: Filamentos aislados, siempre solitarios.

Posición sobre el sustrato: Los filamentos se adhieren en toda su longitud sobre los gránulos de arena.

Al observar al microscopio los granos de arena de la comunidad psammítica se vio que no siempre la ficoflora adherida estaba viva, sino que muchos de ellos sólo presentaba restos de algas, no encontrándose casi nunca ambos estados en un mismo grano. Se calculó el porcentaje de arena vegetada y el de arena estéril, obteniéndose el siguiente resultado:

Granos de arena estéril: 23 o/o
Granos de arena vegetada: 77 o/o

Para el cálculo de la cobertura se dividió virtualmente el grano de arena y se consideró, siguiendo el criterio de Braun-Blanquet (1950), una escala con 5 clases, a saber:

1. Cobertura inferior a $1/20$ de la superficie.
2. Cobertura de $1/20$ a $1/4$ de la superficie.
3. Cobertura de $1/4$ a $1/2$ de la superficie.
4. Cobertura de $1/2$ a $3/4$ de la superficie.
5. Cobertura de $3/4$ a $4/4$ de la superficie.

En figura N° 5 se dan las frecuencias porcentuales de cada clase.

Primero se calculó la cobertura sólo para los granos vegetados, y luego se evaluó para toda la comunidad psammítica, incluyendo los granos estériles. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Cobertura en los granos vegetados: 56 o/o de la superficie.
Cobertura en toda la comunidad psammítica: 43 o/o de la superficie

Con el fin de estudiar la dinámica de colonización de la comunidad, se colocó una capa de arena vegetada en el fondo de una pecera y, en pequeñas cubetas de paredes delgadas, arena previamente esterilizada. Por otra parte se mezcló, en distintas proporciones, arena vegetada con arena estéril, manteniéndose las mezclas en recipientes separados. En ambos casos la luz y temperatura se mantuvo en condiciones semejantes a las del fondo de la laguna. Estos ensayos nos permitieron observar que, tanto en la arena estéril de las cubetas como en los recipientes que contenían las mezclas, se forma sobre la superficie un bioderma algal de espesor considerable, dominado completamente por los filamentos de *Plectonema gracillimum*. El tiempo de formación de estos biodermas varía según el tamaño de las cubetas y las proporciones de arena vegetada y estéril que se mezclaron.

La repoblación de los granos estériles en condiciones de laboratorio, es un fenómeno básicamente superficial, que no alcanza los granos más profundos por falta de luz y remoción de las partículas.

La concentración de clorofila *a* se determinó en muestras extraídas con draga de Eckman-Birge. En el laboratorio se procedió de acuerdo al método de Strickland y Parsons (Vollenweider, 1974). El resultado obtenido fue de $15,4 \mu\text{g}$ de clorofila *a*/gr de peso seco, siendo el índice $D\ 430/D\ 665 = 2,5$.

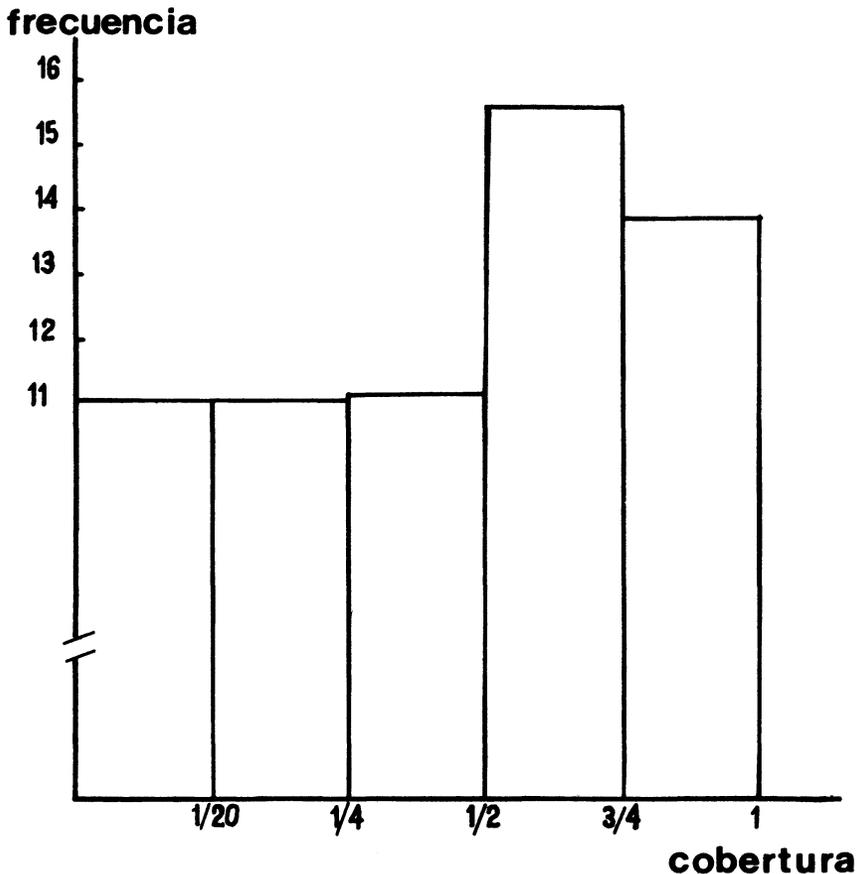


Fig. 5. Frecuencias porcentuales de granos de arena, con cobertura algal creciente.

La productividad se estimó en muestras extraídas de la laguna e incubadas en el laboratorio. El estrato con algas epilíticas se introdujo en botellas de DBO, donde se les permitió aclimatarse manteniéndolas abiertas y en la luz tenue durante unos días antes de llevar a cabo la medición. La determinación se hizo en base a la diferencia de oxígeno disuelto en botellas claras y oscuras. La producción se estimó con una incubación de 3 hs., iluminación de 3000 luxes y a una temperatura de 20° C. El resultado obtenido fue de 41 mg C/m²/h. La productividad de los biodermas algales obtenidos en experiencias de laboratorio fue de 220 mg C/m²/h, medidos con una luminosidad de 5000 luxes y a una temperatura de 26° C.

La materia orgánica determinada en la comunidad fue del 0,6 o/o del peso total (algas + sustrato). La determinación se hizo por combustión y diferencia de peso.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La penetración de la luz en la arena es mínima; según Hargrave (1960) a 0,3 cm. de profundidad la extinción es total. Sin embargo, como señaláramos anteriormente, la profundidad del estrato colonizado en la laguna Totoras es de 2 cm. Hickman y Round (1970), basándose en la capacidad heterotrófica de las algas adheridas y en el efecto de remoción por oleaje, consideran que estas algas pasarían solo parte de su vida expuestas a la luz.

Este hecho puede correlacionarse con nuestra observación de granos de arena con flórcula muerta, los que, probablemente, se originaron de granos superficiales vegetados que por remoción pasaron a capas más profundas, algunos de los cuales, por el mismo fenómeno, pudieron posteriormente haber sido devueltos a las capas superiores.

Hargrave (*loc. cit.*) determinó la concentración de clorofila en la superficie del sedimento y en los estratos subyacentes. Para sedimentos localizados a 4,5 m de profundidad determinó una concentración de clorofila de 22 unidades/gramo de peso seco, cantidad que disminuye rápidamente a medida que se penetra en el sustrato.

Los valores de producción que obtuvo en mediciones de campo de 4,5 m de profundidad, oscilaron entre un máximo de 470 ml $O_2/m^2/día$ durante el verano, con días de 16 hs. de luz, y 30 ml $O_2/m^2/día$ en invierno con días de 6 hs. de duración.

Hickman y Round, en incubaciones realizadas en laboratorio, con intensidades de luz de 3450 luxes, encontraron valores que oscilaron en un rango muy amplio, desde 200 mg $C/m^2/h$ en verano hasta prácticamente cero en invierno, con un promedio anual de 48,7 mg $C/m^2/h$ para 1967 y 19,9 mg $C/m^2/h$ para 1968.

Dada la poca luz que llega al fondo de la laguna entre los 4 y 5 m donde se desarrolla la comunidad psammítica, y su escasa penetración en la arena, la producción es un fenómeno estrictamente superficial, posible sólo por algas que, como las cianofíceas, están adaptadas a desarrollar en bajas intensidades lumínicas donde prevalecen los componentes de larga longitud de onda.

Según lo expuesto, se confirmaría la validez de lo señalado por Hickman y Round (*loc. cit.*) al suponer que la turbulencia causa una constante remoción de la arena superficial, produciendo un fenómeno de mezcla donde las algas quedarían expuestas a la luz sólo durante algunos períodos.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Dr. Argentino A. Bonetto por su asesoramiento y sugerencias; al Prof. Juan José Neiff por la determinación de las plantas fanerógamas y a los técnicos del Centro de Ecología Aplicada del Litoral que colaboraron en los muestreos y análisis químicos.

BIBLIOGRAFIA

- BONETTO, A. A.; CORRALES, M. A.; VARELA, M.E.; RIVERO, M.M.; BONETTO, C.A.; R.E. y ZALAKAR, Y. -1978- Estudios limnológicos en la cuenca del Riachuelo. II. Lagunas Totoras y González. *Ecosur* 5(9): 17-55
- BRAUN-BLANQUET, J. -1950- Sociología vegetal. Acme Agency, Buenos Aires. 144 pag.
- GEITLER, L. -1932- in RABENHORST, Kryptogamen-Flora 14: 1-1196, Leipzig.
- HARGRAVE, B. -1960- Epibenthic Algal Production and Community Respiration in the Sediments of Marion Lake, *J. Fish. Res. Board of Canada* 26(8): 2003-2025.
- HICKMAN, M. & ROUND, F.E. -1970- Primary Production and Standing Crops of Epipsammic and Epipelagic Algae. *Brit. Phycol. J.* 5: 247-255.
- HUTCHINSON, G.E. -1957- A treatise on limnology Vol 1: Geography, physics and chemistry. John Wiley; 1015 pag.
- Vol. 2 -1967- Introduction to lake biology and the limnoplakton. John Wiley, 1115 pag.
- MARGALEF, R. -1974- Ecología. Omega, 951 pag.
- PARSONS, T. R. and STRICKLAND, J. D. H. 1963. Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *J. Mar. Res.* 21: 155-163.
- SHANONN, C. E. and WEAVER, W. 1963. The mathematical theory of Communication. University of Illinois, Urbana, 117 pp.
- VOLLENWEIDER, R.A. -1969- A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments. Blackwell Scientific Publication. Oxford, 224 pag.