

Limnología básica de la Laguna del Barva

Gerardo Umaña V.

Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR)* Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

(Rec. 19-IX-1989. Acep. 5-VI-1990)

Abstract: The Laguna del Barva was visited once during the 1988 dry season. The morphometry and basic limnology were studied. It has an area of $9 \times 10^3 \text{ m}^2$, and a maximum depth of 7.7 m. The temperature decreases gradually towards the bottom, from 17°C at the surface to 14°C at the bottom. The dissolved oxygen also follows a slight clinograde curve. Only 19 phytoplankton species were observed, with a total density between 1.25×10^4 and 1.93×10^4 cells per ml. A high degree of taxonomical similarity among depths and a fairly uniform vertical distribution of the phytoplankton indicate that deep mixing events are common in the lake, however, despite its high elevation it does not actually fit well to the typical polymictic model of a paramo lake. The weak stratification encountered cannot be explained if a daily overnight mixing process is assumed due to the low oxygen concentration in bottom waters.

Key words: Crater lake, Tropics, basic limnology, phytoplankton.

La laguna del Barva ($10^\circ 8' 9'' \text{ N}$, $84^\circ 6' 27'' \text{ W}$) está localizada a 2840 m.s.n.m., dentro de un cráter viejo en el macizo volcánico del Barva, Costa Rica (Fig. 1). No calza estrictamente con la definición de un lago tropical de alta montaña (Löffler 1964, 1972). Se halla en la zona de vida denominada Bosque pluvial-Montano (Holdridge 1979) y el bosque es tropical/subtropical lluvioso-nuboso (Gómez 1987), con un clima bastante lluvioso y frío (Herrera 1987).

No hay ninguna investigación limnológica sobre esta laguna aparte de un muestreo del fitoplancton (Umaña 1985) y el presente trabajo que intenta dar una caracterización limnológica preliminar.

MATERIAL Y METODOS

La laguna fue visitada el 11 de marzo de 1988; se midió la profundidad aproximadamente cada 5 m de distancia a lo largo de un transecto diametral con una cinta métrica a la cual se le ató un peso. Para la temperatura se usó un termómetro de bulbo normal, y para el oxígeno disuelto el método

de Winkler (APHA 1980), a las siguientes profundidades: 0; 1; 2; 3.5; 4 y 7 m de profundidad en el punto central de la laguna.

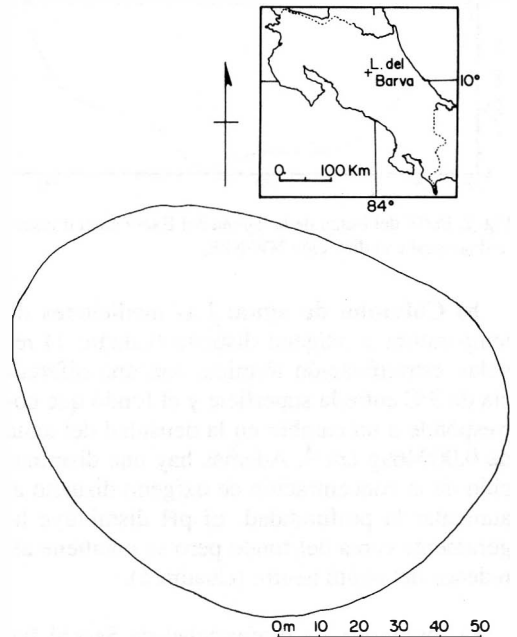


Fig. 1. Laguna de Barva.

Se midió el pH mediante un comparador de colores, a 0 m, a 3.5 m y a 7 m. A estas mismas profundidades se tomaron muestras para conteos de fitoplancton (preservadas con Lugol) y se midió el peso seco del seston total filtrando un volumen de 1L en filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C pesados previamente. Las muestras se tomaron con una botellade Niskin. Para el zooplancton se hicieron varios arrastres verticales en el punto más profundo, y un arrastre superficial del centro hacia la orilla. Se utilizó una red de plancton cónica simple de 64 μm de malla. El fitoplancton se contó en una celdilla de Palmer-Malloney, observando cuatro transectos en la parte central de la celda.

RESULTADOS

a) Morfometría: La Laguna del Barva tiene un área de $9 \times 10^3 \text{ m}^2$ y una profundidad máxima de 7.7 m. Es ligeramente elíptica, con un desarrollo de orilla de 1.04 y una longitud de orilla de 350m. En la Fig. 2 se muestra el perfil del fondo obtenido con un transecto de orientación NW-SE. En plena época seca se notó que el nivel del agua puede subir 0.5 m sobre el que se midió ese día.

A pesar de que la laguna está rodeada por paredes casi verticales de más de 10 m que se levantan desde su orilla, una brisa leve forma pequeñas ondulaciones en la superficie.

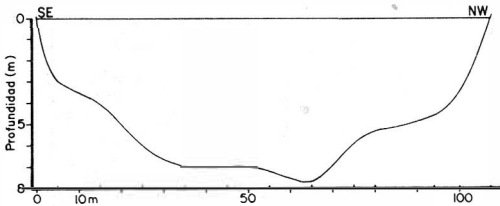


Fig. 2. Perfil del fondo de la laguna del Barva en el transecto diametral con dirección NW-SEE.

b) Columna de agua: Las mediciones de temperatura y oxígeno disuelto (Cuadro 1) revelan estratificación térmica, con una diferencia de 3°C entre la superficie y el fondo que corresponde a un cambio en la densidad del agua de $0.000469 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Además hay una disminución de la concentración de oxígeno disuelto al aumentar la profundidad. El pH disminuye ligeramente cerca del fondo pero se mantiene alrededor del punto neutro (Cuadro 1).

c) Plancton: La profundidad de Secchi fue de 2.10 m, lo que indica que el agua es un poco turbia. La materia en suspensión osciló entre

CUADRO 1

Variación vertical de la temperatura ($^\circ\text{C}$), oxígeno disuelto ($\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$), porcentaje de saturación del oxígeno corregido por altitud y pH en el punto más profundo de la Laguna del Barva

Profundidad (m)	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Oxígeno disuelto	Saturación del oxígeno	pH
0	17	6.84	101 %	7.5
1	16	6.87	99%	
2	16	7.04	102%	
3.5	15			7.5
4		6.28	89 %	
7	14	2.47	34 %	6.0

CUADRO 2

Índice de Similitud de Jaccard entre las muestras de fitoplancton de la Laguna del Barva tomadas por duplicado a tres profundidades (0 m, 3.5 m y 7 m)

Muestra No.	0 m		3.5 m		7 m	
		42	54	53	23	32
42	1	0.71	0.85	0.73	0.80	0.62
54		1	0.71	0.71	0.67	0.60
53			1	0.73	0.80	0.62
23				1	0.69	0.73
32					1	0.69
9						1

0.0164 g L^{-1} en la superficie y 0.0209 g L^{-1} en el fondo.

La densidad total del fitoplancton osciló entre 1.25×10^4 a 1.93×10^4 células por ml. Se observó un total de 19 especies de algas, de las cuales nueve estuvieron presentes en todas las muestras. La similitud de Jaccard (Cheetham y Hazel 1969) entre las muestras fue bastante alta, y en todos los casos mayor de un 60% (Cuadro 2).

La especie más abundante fue *Cosmarium* cf. *aspherosporum* que alcanzó más del 80% de la abundancia total, seguido de una diatomea pequeña ("diatomea desconocida 1" o "dd1") que alcanzó casi un 10% en todos los casos. Otras especies de importancia fueron *Ankistrodesmus falcatius*, *Peridinium volzii* y *Peridinium* sp. 1 (*P.* cf. *inconspicuum*). En términos del biovolumen, *Cosmarium* sp. fue también la especie dominante en la superficie y el fondo. A media agua dominan los dinoflagela-

CUADRO 3

Abundancia relativa de las especies del fitoplancton de la Lguna del Barva expresada como porcentaje del A) número de células por m l y B) biovolumen (μm^3 por ml).

<i>Cosmarium</i> cf. <i>aspherosporum</i>	86.59	54.71	84.40	26.14	84.87	73.60
<i>Ankistrodesmus</i> <i>falcatus</i>	3.06	1.75	3.18	0.94	3.49	2.74
<i>Staurastrum</i> cf. <i>ionatum</i>	0.11	0.13	0.26	0.14	0.20	0.30
<i>Arthrodesmus</i> <i>incus</i>	0.07	0.10	0.10	0.08	0.08	0.16
<i>Scenedesmus</i> <i>bijuga</i>	0.01	0.02	0.15	0.14	0.03	0.08
<i>Pteromonas</i> sp.	0.03	0.08	-	-	-	-
<i>Desmastracum</i> <i>bipiramidatum</i>	0.14	0.06	0.08	0.02	0.06	0.03
<i>Chlorogonium</i> sp.	0.005	0.03	0.14	0.37	0.06	0.48
<i>Coenocystis</i> sp.	0.16	0.05	0.05	0.01	0.03	0.01
<i>Peridinium</i> cf. <i>inconspicuum</i>	0.73	26.76	0.92	15.97	0.12	6.22
<i>Peridinium</i> <i>volzii</i>	0.02	11.12	0.16	52.18	0.01	8.37
Dinoflagelado desconocido	-	-	0.005	0.03	-	-
<i>Cryptomonas</i> sp.	0.28	4.36	0.46	3.49	0.32	6.99
Diatomea desconocida 1	8.79	0.86	10.06	0.49	7.11	0.96
<i>Cyclotella</i> sp.	-	-	0.03	0.02	-	-
Diatomea desconocida 2	0.005	0.04	-	-	-	-
<i>Merismopedia</i> sp.	-	-	-	-	0.02	<0.001
<i>Microcystis</i> sp. ?	-	-	-	-	3.55	0.65
<i>Anabaena</i> sp. ?	-	-	0.05	<0.001	0.04	0.001
Desconocida 2	-	-	-	-	0.05	<0.001
Totales: Cél/ml	14120.7		14943.6		17211.4	
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	5546612.5		12428579.0		494333.0	
Diversidad de Shannon-Weiner H'	0.54	1.42	0.62	1.21	0.63	0.98
Número de especies	14		15		16	

(-) representa ausencia de la especie.

dos, en especial *P. volzii*. La "ddl" no alcanzó a representar un alto porcentaje en biovolumen por su pequeño tamaño (Cuadro 3). La única especie zoo planctónica observada en las muestras fue *Tropocyclops prasinus* (Cyclopoidea).

El fitoplancton se distribuye bastante homogéneamente en la columna de agua, aunque la abundancia total tiende a aumentar hacia el fondo. También en términos del biovolumen, hay un pico a media profundidad principalmente debido a la distribución de los dinoflagelados. Cyanophyta apareció solamente en las muestras del fondo. En general la mayoría de las especies son menos abundantes cerca de la superficie, con la excepción de *Desmastracum bipiramidatum*.

DISCUSION

Aunque los páramos tropicales suelen mostrar una fuerte variación de temperatura del aire de hasta 10°C (Weber 1959, Gocke *et al.* 1981), la temperatura del agua de los lagos en éstas regiones muestra poca variación tantodiarria (Gocke *et al.* 1981) como estacionalmente (Löffler 1972) hallandose en condiciones termostáticas. La principal razón de esto es la casi constante cobertura nubosa. Los lagos de estas zonas altas se han clasificado como polimícticos fríos (Löffler 1964) pues no llegan a desarrollar una estratificación estable debido a la poca radiación directa que reciben y a las bajas

temperaturas del agua. Aunque la Laguna del Barva no se halla dentro de la zona de páramo propiamente dicha, sí se encuentra a suficiente altura, dentro del bosque pulvial-Montano, en una zona cuya temperatura máxima no llega a los 20°C y cuya mínima está entre 7.5 y 10°C (IMN 1985), por lo que se esperaría que presentara un comportamiento cercano al de un lago polimíctico frío.

En este caso se observó una leve estratificación de la temperatura y del oxígeno disuelto. La variación vertical en la temperatura se puede explicar por el hecho de que el muestreo se realizó al medio día de un día soleado y una leve brisa. Esto pudo favorecer el calentamiento y distribución del calor durante la mañana en las capas superiores del agua. La disminución del oxígeno en las capas profundas no puede explicarse solamente con base en el consumo por descomposición de materia orgánica durante la mañana, suponiendo que la laguna circulara totalmente la noche anterior. Por tanto, aunque no se tienen datos a lo largo del tiempo, la Laguna del Barva parece no presentar un comportamiento de mezcla diaria a lo largo del año, sino que se puede pensar que durante los meses de mayor brillo solar logrará mantener algún grado de estratificación si transcurren varios días soleados, la cual se rompería sin embargo fácilmente si se suceden uno o más días fríos. Esto parece confirmar la idea de que los lagos tropicales se ordenan a lo largo de un gradiente de tipos localizados entre dos extremos de oligomixis y polimixis (Hutchinson y Löffler 1956).

La composición taxonómica del fitoplancton se mantuvo muy similar a la encontrada en un muestreo anterior en marzo 1983 (Umaña 1985). Sin embargo cambiaron las abundancias relativas de las especies, especialmente de la especie más importante. Esta composición es típica de lagos de altura, con una abundancia relativamente alta de *Peridinium inconspicuum*, *Peridinium volzii*, algún *Cosmarium* sp. y algunos Cryptophyta (Löffler 1972, Gocke et al. 1981, Hargraves y Viquez 1981). No se observó *Botryococcus braunii* ni *Dinobryon* sp. que se mencionan como especies abundantes en los lagos de los páramos (Löffler 1972). Se ha hablado mucho de que los picos de las montañas tropicales constituyen ambientes insulares de temperaturas más frías que el resto del área vecina (Löffler 1972). Al parecer exis-

te también una microflora planctónica que logra colonizar exitosamente estos lagos de altura, aunque no necesariamente se haya restringida a las zonas frías, dato que debe ser corroborado con la recopilación de información sobre un mayor número de lagos y otros cuerpos de agua dulce del país.

La única especie de copépodo que se observó en las muestras colectadas no es exclusiva de lagos de altura. Collado et al. (1984) encontraron esta misma especie en tres lugares, desde zonas bajas (Río Jacó) hasta lagos de cierta altura (L. María Aguilar 780 m s.n.m. y L. Fraijanes 1660 ms.n.m.). Löffler (1972) menciona solamente que los Cyclopoidea de lagos de altura tienen una distribución más amplia que otros grupos de copépodos, pero en general es poco lo que se conoce sobre el zooplancton de los lagos y lagunas de las zonas altas de Costa Rica.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue posible gracias a la colaboración del Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica. La colaboración de Carmen Collado en la identificación del zooplancton fue muy valiosa. Agradezco también la ayuda del Alvaro Herrera y al personal del Servicio de Parques Nacionales por la colaboración brindada en la toma de datos de campo.

RESUMEN

La Laguna del Barva se visitó una vez durante la época seca de 1988 y se estudió su morfometría y limnología básica. El área superficial es de $9 \times 10^3 \text{ m}^2$, y la profundidad máxima es de 7.7 m. La temperatura mostró una disminución hacia el fondo, variando de 17°C en la superficie a 14°C en el fondo. El oxígeno disuelto mostró también una ligera curva de tipo clinogrado. Solamente 19 especies de algas fitoplanctónicas fueron observadas, con una densidad total que varió entre 1.25×10^4 y 1.93×10^4 células por ml. El alto grado de similitud taxonómica entre las diferentes profundidades y la

distribución vertical casi uniforme del fitoplankton indican que en la laguna ocurren comúnmente periodos de mezcla que alcanzan capas profundas. Sin embargo, aún estando localizada a bastante altura, la laguna no reúne las características de una laguna de páramo típicamente polimíctica. La débil estratificación encontrada no se puede explicar si se supone la existencia de periodos de circulación total cada noche debido a la baja concentración de oxígeno en el fondo.

REFERENCIAS

- APHA. 1980. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 15th ed. APHA-AWWA-WPCF. Cheatham, A.H. & J.E. Hazel. 1969. Binary (presence-absence) similarity coefficients. *J. Paleontol.* 43(5):1130-1136
- Collado, C., D. Defaye, B.H. Dussart & C.H. Fernando. 1984. The freshwater Copepoda (Crustacea) of Costa Rica with notes on some species. *Hydrobiologia* 119:89-99
- Gocke, K., E. Lahmann, G. Rojas & J. Romero. 1981. Morphometric and basic limnological data of Laguna Grande de Chirripó, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 29(1): 165-174
- Gómez, L.D. 1987. Vegetación de Costa Rica. *In:* Gómez, L.D. (ed.) Vegetación y clima de Costa Rica. Vol. 1. EUNED, San José, Costa Rica
- Hargraves, P.E. & R. Viquez. 1981. Dinoflagellate abundance in the Laguna Botos, Poas Volcano, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 29(2): 257-264
- Herrera, W. 1987. Clima de Costa Rica. *In:* Gómez, L.D. (ed.) Vegetación y clima de Costa Rica. Vol. 2. EUNED, San José, Costa Rica
- Holdridge, L.R. 1979. Ecología basada en las zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica
- Hutchinson, G.E. & H. Löffler. 1956. The thermal classification of lakes. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 42:84-86
- I.M.N. 1985. Atlas climatológico de Costa Rica. Instituto Meteorológico de Costa Rica, MAG, San José, Costa Rica
- Löffler, H. 1964. The limnology of tropical high-mountain lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 15:176-193
- Löffler, H. 1972. Contribution to the limnology of high-mountain lakes in Central America. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 57(3):397-408
- Umaña V., G. 1985. Phytoplankton species diversity of 27 lakes and ponds of Costa Rica (Central America). M.Sc. Thesis. Brock University, St. Catharines, Ontario
- Weber, H. 1959. Los páramos de Costa Rica y sus concatenaciones fitogeográficas con los Andes Suramericanos. Instituto Geográfico de Costa Rica, San José, Costa Rica