

ESTUDIO LIMNOLOGICO DE LAS LAGUNAS "CHICA DE SAN PEDRO", "LA POSADA" Y "LO MENDEZ" (*). II. ASPECTOS CUANTITATIVOS DEL FITOPLANCTON INVERNAL Y SU RELACION CON ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL AMBIENTE

P O R

V. DELLAROSSA, E. UGARTE y O. O. PARRA (**)

R E S U M E N

Se estudian tres lagunas durante la estación de invierno en la región de Concepción, Chile. Algunos aspectos físicos y químicos se relacionan con características cuali y cuantitativas del fitoplancton. Los resultados indican una situación de eutroficación en laguna Lo Méndez y de oligotrofia en laguna La Posada y Chica de San Pedro.

A B S T R A C T

Winter studies of three lagoons in the region of Concepción, Chile, have been made. Physical and chemical conditions are correlated with quali- and quantitative features of phytoplankton. The results indicate an eutrophication process in Lo Mendez lagoon and oligotrophy in La Posada and Chica de San Pedro lagoons.

I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo representa la segunda contribución de los autores en el estudio limnológico iniciado en las lagunas "Chica de San Pedro", "La Posada" y "Lo Méndez", en la región de Concepción.

El objetivo central de esta publicación es dar a conocer los resultados obtenidos en la determinación de algunas características del ambiente junto con las variaciones cuantitativas más resaltantes exhibidas por el fitoplancton. Con esta información se complementa la ya entregada (Parra *et al.*, 1975) y se pretende obtener una primera caracterización de los cuerpos lénticos en estudio. Además, se comparan los resultados obtenidos con los de investigaciones anteriores en esta región (Thomasson, 1963; Ramírez, 1966; Furet y Klenner, 1970).

(*) Investigación financiada por la Comisión de Investigación Científica de la Universidad de Concepción.

(**) Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Casilla 1367, Universidad de Concepción, Chile.

MATERIALES Y METODOS

Las tres lagunas en estudio se encuentran a muy poca altura sobre el nivel del mar. En cada una de ellas se ubicó una estación de muestreo en la zona de máxima profundidad.

PARAMETROS FISICOS.

Profundidad.— Se determinó mediante una sonda graduada en metros.
Temperatura.— Se determinó a diferentes profundidades mediante termómetro de inversión Kurt Gohla N° 2060. Los valores encontrados se presentan en la Tabla N° 4 y Fig. 1.

Transparencia.— Se utilizó un fotómetro de celda submarina Murayama Denki tipo BMA - 12 K N° 51469 D, que proporciona las lecturas directamente en lux. Los resultados (Tabla N° 3) se grafican en relación a la profundidad como porcentajes de la luz incidente en superficie (Fig. 2). Además se controló límite de visibilidad por disco de Secchi (Tabla N° 2).

Obtención de las muestras.— Las muestras de agua de superficie se obtuvieron directamente de la embarcación. Para las de profundidad, se utilizó una botella Van Dorm de 2 litros. En ambos casos el agua se almacenó en frascos de polietileno de un litro. En laboratorio, se filtraron por Millipore (0.45μ) y para las determinaciones se utilizó una alícuota de la muestra total.

PARAMETROS QUIMICOS.

Oxígeno. El análisis se realizó con el método de Winckler modificado (Carrit y Carpenter, 1966). Las muestras se fijaron en frascos ámbar de 250 ml con tapa esmerilada. Se calculó los porcentajes de saturación y los resultados se presentan en la Tabla N° 5.

Fósforo reactivo.— Se analizó según Murphy y Riley (1962) y para aumentar la sensibilidad se utilizó extracción con isobutanol (Strickland y Parsons, 1965).

Silicatos y Nitratos.— Se analizaron según Strickland y Parsons (op.cit.) y Apha (1963).

pH y Alcalinidad.— El pH se determinó potenciométricamente mediante un ph-metro Knick. La alcalinidad con HCl 0.01 N hasta pH 4.5. Los resultados se expresaron como mg CaCO_3 /l (Tabla N° 7).

ESTUDIO CUANTITATIVO DEL PLANCTON.

Los resultados para la distribución vertical se grafican como "Kugelkurven" (Figs. 3 y 5) de acuerdo al método introducido por Lohman (1908). El número de individuos presentes a cada profun-

didad queda representado como una esfera cuyo radio corresponde a la amplitud del gráfico a la profundidad correspondiente. Los radios se calculan a partir de la expresión: $R = k \sqrt[3]{V / 4.19}$ en que V es el número total de individuos a ser representados y k es una constante arbitraria.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las tres lagunas presentan características biótica y abiótica diferentes en la estación de invierno. El análisis general de los siguientes parámetros permite establecer:

Profundidad.— La Laguna Chica de San Pedro es la que presenta mayor profundidad (17 m) y Laguna La Posada la menos profunda (4.5 m).

Transparencia.— Laguna Lo Méndez es la única en que el límite de visibilidad es inferior a 1 m. Sólo en el mes de julio se detecta un estímulo lumínico que alcanza hasta el fondo de ella. Las otras dos lagunas poseen una mayor transparencia en este mismo lapso.

Temperatura.— No se detecta estratificación térmica en la estación de invierno. Los valores de temperatura indican bastante uniformidad desde superficie hasta el fondo.

pH y Alcalinidad.— El agua de las lagunas Chica de San Pedro y La Posada muestra un pH ácido. Laguna Lo Méndez en junio tiende a neutro y ligeramente ácido y básico en los meses de julio y agosto respectivamente. En los tres cuerpos de agua se detecta alcalinidad sólo por anaranjado de metilo, lo que indicaría un predominio de bicarbonatos (Tabla N° 7).

Oxígeno.— En el mes de agosto, Laguna Chica de San Pedro exhibe una marcada insaturación en los diferentes niveles de profundidad. La Posada presenta una situación normal y en Lo Méndez se pudo detectar desde una discreta insaturación en el fondo para el mes de julio, hasta sobresaturación en superficie durante el mes de agosto (Tabla N° 5).

Fosfatos.— Destacan los valores encontrados en Lo Méndez, desde 83 gamas/l en junio a 1.5 gamas/l en agosto. Es la única laguna en que este nutriente se detecta en todas las muestras. En la laguna Chica de San Pedro, en los meses de junio y agosto y sólo a las profundidades de 5 y 10 metros, se encuentran concentraciones que fluctúan entre 0.6 y 0.9 gamas/l. En La Posada no se detectó. (Tabla N° 6).

Nitratos.— En laguna Lo Méndez durante la estación de invierno las concentraciones se mantienen bastante estables y son superiores a las otras dos lagunas en diez veces o más. En La Posada destaca el descenso registrado en agosto y en la laguna Chica de San Pedro la no detección de este nutriente a 10 m de profundidad (Tabla N° 6).

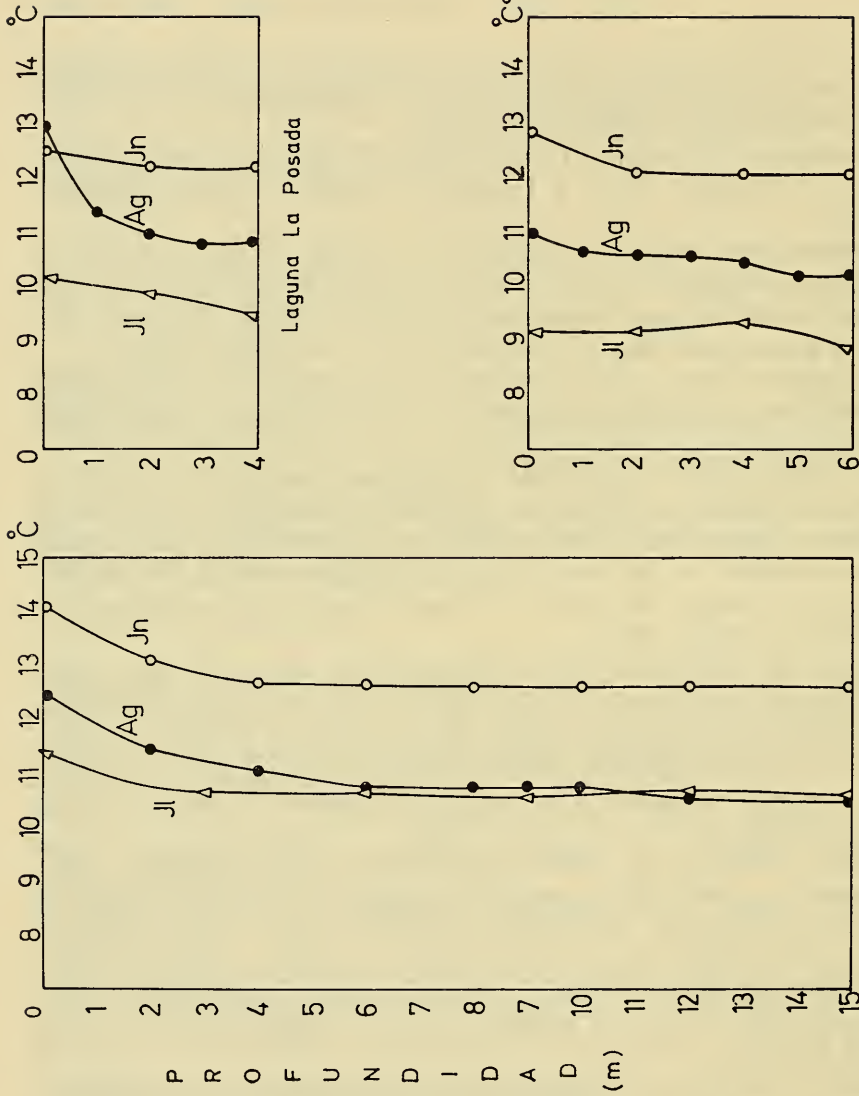


Fig. 1.— Perfiles de temperatura (°C) de las lagunas estudiadas. Estación de invierno.

Silicatos.— En laguna Lo Méndez las concentraciones de silicatos experimentan un alza en julio, seguida de un descenso en agosto. En San Pedro se observa sólo leves fluctuaciones al igual que en La Posada, aunque en esta última las concentraciones son superiores. Tabla N° 6. Fitoplancton.— Los resultados del análisis cuantitativo del fitoplancton se presentan en las figuras 3, 4 y 5.

En la Fig. 3 se indica la distribución vertical del fitoplancton total en cada una de las lagunas para los meses de julio y agosto; en todas ellas se detectó un incremento en agosto el que resulta más notorio en La Posada y Lo Méndez, especialmente en esta última, donde los valores registrados son aproximadamente diez veces más altos. En laguna Chica de San Pedro los máximos valores se presentan a 5 metros de profundidad. En La Posada éstos se obtienen en superficie, situación que se invierte en el mes de agosto para Lo Méndez, donde los valores mayores corresponden a las muestras de fondo.

La Fig. 4 indica porcentajes de las especies dominantes en relación al fitoplancton total.

En la laguna Chica de San Pedro durante la estación de invierno se observa una clara dominancia de dos clorófitas, *Botryococcus braunii* y *Sphaerocystis Schroeteri*. En julio, la primera es ligeramente superior a las profundidades de 5, 10 y 15 metros, pero en agosto esta situación se invierte y *S. Schroeteri* sobrepasa a *B. braunii* en forma bastante nítida. Aunque los porcentajes de ambas, con relación al resto de las especies, bajan en el mes de agosto, se observa que siempre ellas constituyen más del 70% del fitoplancton total.

En La Posada, la especie dominante es *Synura uvella*, representa el 90% del fitoplancton total en las muestras de superficie y experimenta sólo una leve disminución en el nivel de fondo (Fig. 4).

En laguna Lo Méndez, la situación es similar a La Posada, pero la especie dominante aquí es *Melosira granulata*. En el mes de agosto los valores porcentuales de esta especie aumentan con la profundidad.

La Fig. 5 indica las diferencias en la composición cuantitativa de las tres lagunas respecto a los grupos principales del fitoplancton (Cianófitas, Pirrófitas, Crisófitas, Diatomeas y Clorófitas).

El grupo cuantitativamente más importante en la laguna Chica de San Pedro es el de las Clorófitas y luego las Crisofíceas, Diatomeas, Cianófitas y Pirrófitas.

En La Posada son las Crisofíceas las dominantes, seguidas de Clorófitas, Diatomeas y Pirrófitas con valores muy cercanos entre sí. El grupo menos representado es el de las Cianófitas.

En Lo Méndez, destaca el grupo de las Diatomeas como el más importante en los meses estudiados, precedidas de Clorófitas y Crisofíceas. Los grupos que tienen valores más bajos son Cianófitas y Pirrófitas.

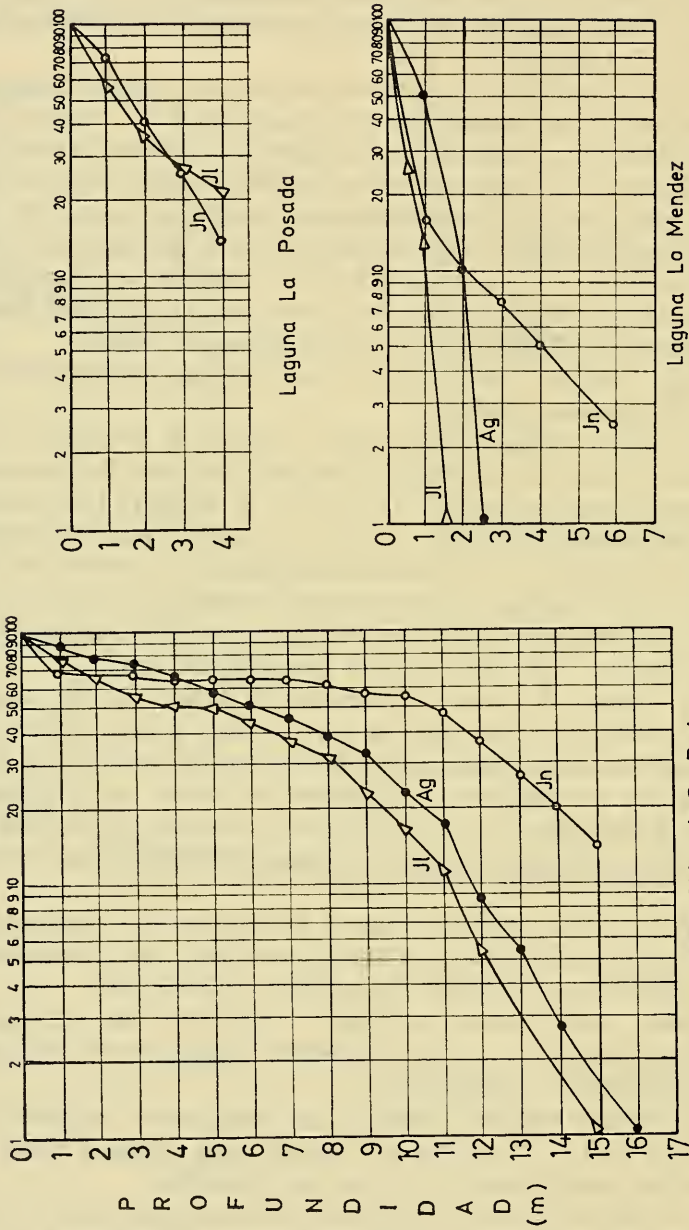


Fig. 2.—Perfiles de Iluminación de las lagunas estudiadas, Estación de invierno.

Por lo señalado en los párrafos anteriores, las tres lagunas estudiadas presentan características muy diferentes tanto en lo que respecta a los parámetros físicos y químicos controlados como por su composición cualitativa (ver Parra *et al.*, 1975) y cuantitativa del fitoplancton. La complementación de la información obtenida nos permite destacar algunos hechos que caracterizarían cada laguna en particular, durante la estación de invierno.

En Laguna Lo Méndez el repunte que experimenta el fitoplancton en el mes de agosto, especialmente *M. granulata*, se corresponde con una disminución en los valores de fosfatos y silicatos. Esta laguna presentaría características marcadas de eutroficación como se desprende de las altas concentraciones alcanzadas por algunos nutrientes, en especial, fosfatos y nitratos. Además el fitoplancton presentó un bajo número de especies (Parra *et al.*, op. cit.) pero alto número de individuos por especie.

Ramírez (1966), para laguna Lo Méndez, indica valores que fluctúan entre 10 y 453 células de *Melosira granulata* por litro en el mes de agosto (superficie y fondo respectivamente). Si se comparan estas cifras con las obtenidas en este estudio y que corresponden para el mismo mes de agosto a 2×10^6 y 5×10^6 células/litro (superficie y fondo), se ratificaría la situación de eutroficación antes mencionada. La comparación antes hecha tiende a repetirse con otras de las especies presentes en esta laguna.

En el fitoplancton se identifican especies como: *Scenedesmus quadricauda*, *S. acuminatus*, *Synedra ulna*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Melosira varians*, *Closterium acerosum*, *Micractinium pusillum* y *Pediastrum boryanum*, señaladas todas ellas como típicas de ambientes eutróficos (Palmer, 1969).

En laguna Lo Méndez, las concentraciones de fosfatos señaladas por Ramírez (op. cit.) en junio y agosto fluctúan entre 4.8 y 9.2 gamas/l; los valores detectados en este estudio (Tabla N° 6) varían desde 83 gamas/l en julio hasta 1.5 gamas/l en agosto. Respecto a silicatos (Ramírez, op. cit.) éstos son superiores a las concentraciones que hemos encontrado en los distintos meses de invierno, los cuales experimentan además una leve alza en julio y un descenso en agosto. Aunque Ramírez (op. cit.) registra valores de nitratos sólo en agosto (0.025 mg/l en superficie y fondo) éstas concentraciones sí serían sensiblemente inferiores a las que hemos detectado (0.45 a 0.51 mg/l) en esta misma laguna.

El marcado incremento del fitoplancton en agosto (especialmente *Melosira granulata*) se corresponde con la baja experimentada por fosfatos y silicatos; esta situación es totalmente distinta a la que registrara Ramírez (1966), en que el alza de los nutrientes va acompañada de una baja en el fitoplancton total, salvo *M. granulata* que presenta un leve aumento.

En la laguna Chica de San Pedro, la situación es diferente a Lo Méndez; presentaría bajos valores en las concentraciones de los nutrientes y éstos en rangos de variación típicos de aguas oligotróficas. En el fitoplancton total se presentó con valores de importancia la especie *Dinobryon divergens*, organismo indicador de aguas oligotróficas con requerimientos muy bajos de fósforo en la naturaleza; es poco tolerante a concentraciones altas de este nutriente (Hutchinson, 1967). Thomasson (1963) destaca para el mes de julio una clara dominancia de *Botryococcus braunii* seguida de *Dinobryon divergens* en esta laguna. Nuestros resultados indican como dominante en julio a *B. braunii* y *Sphaerocystis Schroeteri* con valores muy similares; en una secuencia de menor importancia se señalan *D. divergens* y *Microcystis elachista* var. *planctonica* con valores expresados en colonias/l. (Parra et al., 1975).

El estudio de Furet y Klenner (1970) no permite mayores comentarios sobre una base comparativa, ya que las muestras analizadas por ellos corresponden a diferentes estaciones del año; no obstante señalan fitoplanctones como *Microcystis aeruginosa*, *Gymnodinium* sp., etc. que aún no se detectan en nuestras muestras.

Laguna La Posada presentaría también características propias que le diferencian de las otras dos. Tiene la mayor diversidad específica y una serie de especies comunes con laguna Chica de San Pedro (Parra et al., 1975). Llama la atención la presencia de *Dinobryon divergens* en ella y los comentarios que sobre esta especie se hicieron en relación a laguna Chica de San Pedro, serían también válidos en este caso.

T A B L A 1

PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES CONTROLADAS MENSUALMENTE

	(metros)
Laguna Chica de San Pedro	17.0 m
Laguna La Posada	4.5 m
Laguna Lo Méndez	6.5 m

T A B L A 2

LIMITE DE VISIBILIDAD POR DISCO DE SECCHI (metros) DE LAS LAGUNAS EN LOS MESES ESTUDIADOS

	Junio	Julio	Agosto
Laguna Chica de San Pedro	4.00	4.15	7.90
Laguna La Posada	1.60	2.20	2.35
Laguna Lo Méndez	0.35	0.70	0.40

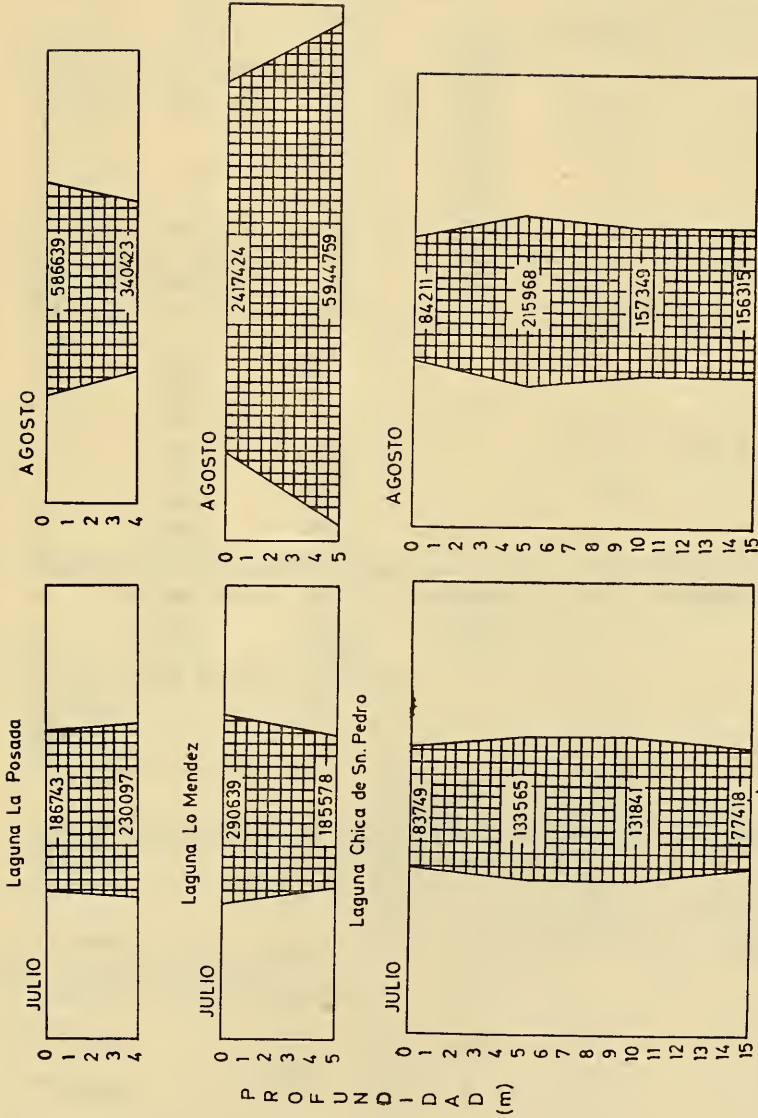


Fig. 3.— Diagramas de distribución vertical del fitoplancton total. Estación de invierno.

TABLA 3
 PORCENTAJES DE ILUMINACION INCIDENTE EN LA SUPERFICIE
 A DIFERENTES PROFUNDIDADES

	Junio	Julio	Agosto	Profundidad
Laguna Chica de San Pedro	100	100	100	0
	66.6	88.8		1
	55.5	77.7		2
	50.0	72.2	66.6	3
	50.0	66.6		4
	44.4	55.5		5
	38.8	50.0	63.3	6
	33.3	44.4		7
	22.2	38.8	60.0	8
	16.6	33.3		9
	11.1	22.2	53.3	10
	5.5	16.6	46.6	11
		8.5		12
		5.5	26.6	13
		2.7	20.0	14
1.0	1.0	13.3	15	
Laguna La Posada		100	100	0
		53.3	57.1	1
		40.0	35.8	2
		26.6	28.5	3
		13.3	21.4	4
Laguna Lo Méndez	100	100	100	0
	12.5	15.0	50.0	1
	0	10.0	10.0	2
		7.5	0	3
		5.0		4
		5.0		5
		2.5		6

TABLA 4
 PERFILES DE TEMPERATURA (°C) DE LAS TRES LAGUNAS EN
 LOS MESES ESTUDIADOS

LAGUNA CHICA DE SAN PEDRO

Profundidad	Junio	Julio	Agosto
0	14.01	11.39	12.47
1			
2	13.08		11.47
3		10.66	
4	12.78		11.08
5			
6	12.67	10.66	10.79
7			
8	12.58		10.79
9		10.55	
10	12.58		10.73

Profundidad	Junio	Julio	Agosto
11			
12	12.58	10.75	10.58
13			
14			
15	12.59	10.56	10.48

LAGUNA LA POSADA

Profundidad	Junio	Julio	Agosto
0	12.50	10.14	13.05
1			
2	12.20	9.87	10.98
3			
4	12.20	9.40	10.87

LAGUNA LO MENDEZ

Profundidad	Junio	Julio	Agosto
0	12.90	9.18	11.00
1			
2	12.10	9.17	10.68
3			
4	12.10	9.38	10.48
5			
6	12.05	8.88	10.28

TABLA 5

CONCENTRACION DE OXIGENO (mg/lt) Y SUS PORCENTAJES DE SATURACION EN LAS DISTINTAS PROFUNDIDADES DE LAS TRES LAGUNAS

LAGUNA CHICA DE SAN PEDRO

Profundidad	Junio	Julio	Agosto
0	9.93 (99.3)	10.51 (99.3)	6.12 (59.2)
5	9.86 (95.9)	10.19 (94.8)	5.95 (56.1)
10	9.91 (96.1)	9.45 (87.6)	6.06 (56.6)
15	9.80 (95.0)	9.48 (87.9)	6.06 (56.1)

LAGUNA LA POSADA

Superficie	9.84 (95.3)	9.73 (89.4)	10.16 (99.6)
Fondo	9.91 (95.4)	9.63 (89.2)	10.20 (95.3)

LAGUNA LO MENDEZ

Superficie	8.56 (83.7)	9.63 (86.6)	11.86 (111.1)
Fondo	8.53 (82.0)	7.54 (67.3)	9.03 (83.1)

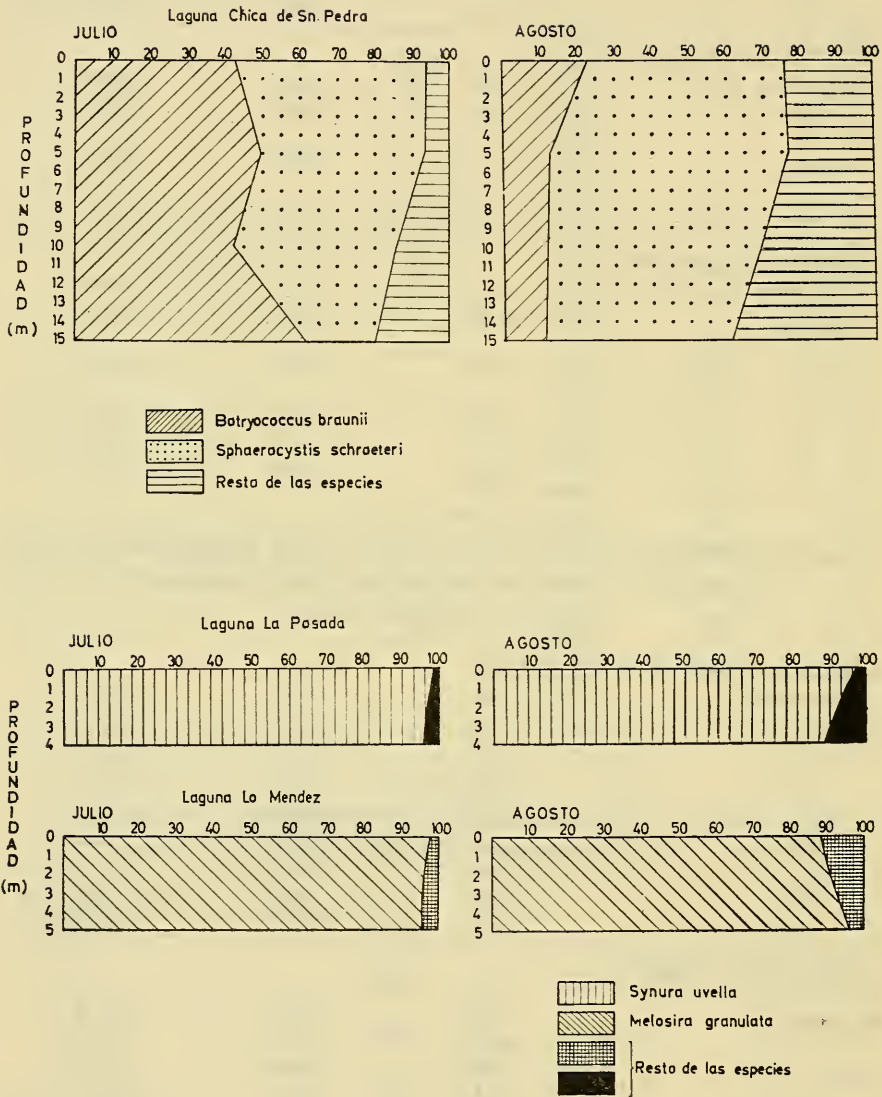


Fig. 4.— Porcentajes de las especies dominantes, en relación al fitoplancton total.

T A B L A 6

CONCENTRACIONES DE NITRATO (mg/lit), FOSFATO (gammas/lit) Y SILICATOS (mg/lit) EN LAS TRES LAGUNAS

Prof.	NITRATOS (mg/lit)		FOSFATOS (gammas/lit)		SILICATOS (mg/lit)		
	Junio	Julio	Junio	Julio	Junio	Julio	Agosto
<i>LAGUNA CHICA DE SAN PEDRO</i>							
0	0.022	0.036	---	---	3.3	3.4	3.9
5	0.018	0.027	---	---	3.4	3.5	3.8
10	0.013	0.041	---	0.6	3.2	3.9	3.8
15	0.013	0.021	---	---	3.3	3.7	3.8
<i>LAGUNA LA POSADA</i>							
Superf.	0.041	0.059	---	---	6.9	7.4	6.7
Fondo	0.028	0.065	---	---	6.9	7.4	6.9
<i>LAGUNA LO MENDEZ</i>							
Superf.	0.460	0.484	83	2	6.0	11.3	8.4
Fondo	0.491	0.452	83	2	5.6	12.6	10.9

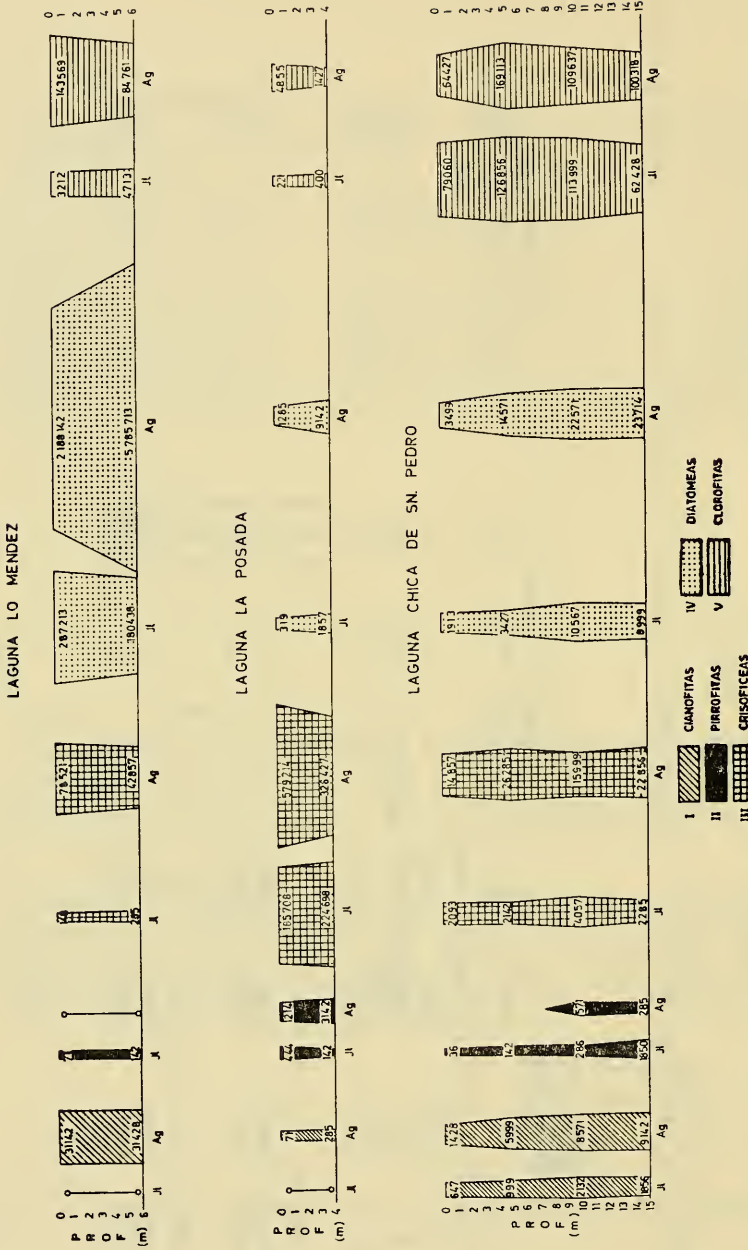


Fig. 5.— Diagrama de distribución vertical de los grupos integrantes del fitoplancton. Estación de invierno.

T A B L A 7

VALORES DE pH Y ALCALINIDAD EN LAS TRES LAGUNAS ESTUDIADAS

Prof.	pH			ALCALINIDAD		
	Junio	Julio	Agosto	Junio	Julio	Agosto
<i>LAGUNA CHICA DE SAN PEDRO</i>						
0	6.08	6.46	6.50	12.4	14.0	13.7
5	5.98	6.18	6.55	12.4	14.2	14.5
10	6.02	6.18	6.55	11.0	12.2	13.0
15	6.18	6.20	6.40	11.0	11.2	13.7
<i>LAGUNA LA POSADA</i>						
Superf.	6.75	6.65	6.70	6.8	7.2	11.2
Fondo	6.70	6.56	6.40	6.5	7.0	10.5
<i>LAGUNA LO MENDEZ</i>						
Superf.	7.01	6.82	7.40	59.5	63.5	71.2
Fondo	7.04	6.95	7.10	68.5	76.0	72.5

BIBLIOGRAFIA

- American Public Health Association, 1960. Standard methods for examination of water and waste water. 11th. ed. American Public Association, New York, N.Y. 769 p.
- Carrit, D.E. y J.H. Carpenter. 1966 Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater; a NASCO report. J. Mar. Res. 24(3):286-318.
- Furet, E. y N. Klenner. 1970. Estudio Limnológico comparativo de los lagos Ranco, Laja y Laguna Chica de San Pedro. Informe final al Consejo de Investigación Científica, Universidad de Concepción (mimeografiado). 55 p.
- Hutchinson, G.E. 1967. A treatise on Limnology. Vol. 2. Introduction to lake biology and the limnoplankton. Wiley and Sons, New York. 1115 p.
- Lohmann, H. 1908. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel. N.F., 10.
- Murphy, J. y J.P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chil. Acta 27(1); 31-36.
- Palmer, C.M. 1969. A composite rating of Algae tolerating organic pollution. J. Phycol., 5:78-82.
- Parra, O., V. Dellarossa y E. Ugarte. 1975. Estudio Limnológico de las lagunas "Chica de San Pedro", "La Posada" y "Lo Méndez". I. Análisis cuali y cuantitativo del plancton invernal. Bol. Soc. Biol. Conc. 49:
- Ramírez, A. 1966. Estudio Limnológico en las lagunas Redonda y Lo Méndez, provincia de Concepción, Chile. Tesis de Grado, Universidad de Concepción (mimeografiado):1-87.
- Strickland, J.D.H. y T.R. Parsons. 1968. A manual of sea water analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 125:1-185.
- Thomasson, K. 1963. Araucanian Lakes. Acta Phytogeogr. Suec., 47.
- Welch, P.S. 1952. Limnology, 2ª ed. McGraw-Hill, New York.