

COMUNIDADES BENTONICAS DE LAGUNAS ALTIPLANICAS Y SU RELACION CON LA ACTIVIDAD TROFICA

MATILDE LOPEZ M.

DEPARTAMENTO MANEJO DE RECURSOS FORESTALES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES UNIVERSIDAD DE CHILE

RESUMEN

Se estudiaron varias lagunas salinas del altiplano caracterizando sus parámetros químicos y comunidades bentónicas, especialmente la abundancia de diatomeas relevantes en la dieta de flamencos. Se destacan las fluctuaciones químicas y bióticas en el año, comparando estaciones de invierno y verano. Se encontraron relaciones entre tamaños de especies de *Surirella* y concentraciones de sílice en las aguas. Existe una específica relación trófica entre diatomeas y 2 especies de flamencos (*Phoenicoparrus andinus* y *Ph. Jamesi*). Los resultados indican que la estabilidad de las asociaciones diatomológicas está dada no sólo por la homogeneidad ambiental de las lagunas sino además por la actividad de los flamencos. En el delicado equilibrio de las lagunas altiplánicas se discute el rol de la particular cadena trófica definida como nutrientes --> comunidades bentónicas ---> flamencos. El conocimiento de sus fluctuaciones naturales serviría de base para estimar efectos de origen antropogénico.

ABSTRACT

Saline altiplanic lakes were studied by describing their chemical parameters and benthic communities, specially the amount of diatoms suitable to be eaten by flamingoes. The annual chemical and biotic fluctuations were estimated by comparing summer and winter samples. A relation was found between the size of *Surirella* and the sílice concentrations in water. An special trophic relation exist between diatoms and 2 species of flamingoe (*Phoenicoparrus andinus* and *P. jamesi*). The stability of diatom associations would be determined not only by the homogeneous environmental parameters of the lagoons, but also by the activity of flamingoes. On the basis of the gentle equilibrium of altiplanic lakes, the role of the particular trophic chain: nutrients --> benthic communities ---> flamingoes is discussed. The knowledge of this natural fluctuations would be useful for estimations of further anthropogenic effect.

ANTECEDENTES

El término «Salar» identifica a cuencas cerradas (sin drenaje), con alta evaporación que excede el monto de agua aportada por los afluentes a la cuenca. Incluye una serie de espejos lacustres, cuerpos lagunares y llanuras con poca profundidad de sus aguas y depósitos salinos o con materiales elásticos parcialmente cementados por sales.

La salinidad tiene su origen principalmente en la alta evaporación, en otros casos, las sales son aportadas por los efluentes, o ambas situaciones contribuyen al acopio de sales.

Los lagos y lagunas salinas no sólo son importantes desde el punto de vista económico, sino que constituyen indicadores sensitivos de un pasado tectónico y de eventos climáticos pretéritos. Presentan una amplia variedad de composiciones salinas y rangos de concentración de las mismas; Beadle (1974), discutió un criterio para distinguir aguas salinas de dulces, marcando el límite en 5.000 ppm de sólidos disueltos y basándose principalmente en la tolerancia biológica. El límite superior estaría dado por la solubilidad del mineral más soluble en equilibrio con las salmueras residuales. Estas salmueras pueden alcanzar concentraciones cercanas a 400.000 ppm de sólidos totales disueltos.

El ecosistema de salares y lagunas está considerado como extremadamente frágil debido a la escasez de recursos hídricos superficiales. La poca profundidad de sus cuerpos de agua plantea que estudiar las comunidades planctónicas y bentónicas no puede hacerse como dos subsistemas separados. Ocurre aquí, por influencia del viento, una remoción alta de sedimentos («winnowing») que pasan a integrar parte de la masa biológica flotante en un lapso no mayor de 8-10 horas, día a día (López, 1980).

Debido a que los principales componentes del microbentos de los sedimentos son algas silíceas, el objetivo de este estudio fue visualizar si existen algunas regularidades cuantificables en su distribución y cómo se relacionan las mismas con los siguientes niveles tróficos. Especial énfasis fue dirigido a la determinación de sílice, biomasa, y distribución areal de diatomeas del género *Surirella* (Turpin), debido a la importancia que revisten como ítems alimentarios del flamenco Andino (López, 1988).

UBICACION GEOGRAFICA DE LOS CUERPOS DE AGUA MUESTREADOS

Se visitaron lagunas y salares altiplánicos entre los 17° y los 23° Lat. Sur, en una serie de expediciones efectuadas entre 1980 y 1985. En la Tabla Nº 1, se resumen datos sobre ubicación y elevación sobre el nivel del mar, de los cuerpos de agua estudiados (Krstulovic y Roa, 1985).

TABLA 1.
UBICACION GEOGRAFICA DE LOS CUERPOS DE AGUAS ESTUDIADOS

SALAR O LADO	LATITUD(S)	LONGITUD(W)	ELEVACION M S.N.M.	PROVINCIA
CHILE				
Salar de Atacama (Laguna Salada)	23° 41'	68° 08'	2303	El Loa
Salar de Carcote	21° 18'	68° 20'	3691	El Loa
Salar de Ascotán	21° 29'	68° 23'	3722	El Loa
Salar de Pujsa	23° 12'	67° 32'	4525	El Loa
Salar de Surire	18° 48'	69° 04'	4200	Parinacota
BOLIVIA				
Lago Soledad	17° 44'	67° 22'	3718	Sud-Lípez Sud-Lípez
Laguna Hedionda	21° 34'	68° 03'	4121	
Laguna Colorada	22° 11'	67° 47'	4278	
Laguna Uru-Uru	18° 05'	67° 06'	3693	

MATERIAL Y METODOS

1. PARTE BIOLOGICA

a) Técnicas de muestreo:

Este prodimiento fue extendido a todos los cuerpos de agua estudiados. Las muestras oscilaron desde 1 hasta 8.

Se procedió a trazar sobre los sedimentos del fondo, una figura de 1 m² entorno.

En los vértices y el centro del mismo se tomaron las muestras de sedimentos con 1 sacacorte triangular de área 6,9 mm² y con una profundidad de 5 mm (Hurlbert y Chang, 1983). Se tomaron e muestras de cada punto señalado del cuadro y luego esta muestra compuesta (345 mm³), se guardó en un frasquito plástico, donde fueron fijadas con formalina al 5 %. Las muestras se extrajeron, al inicio o al final del día, evitando así las horas de mayor viento.

b) Limpieza de Material:

Se procedió la siguiente forma para eliminar la gran concentración de carbonatos presente en la mayoría de las muestras:

1. De los frascos plásticos con material fijado se sacó 3 ml.
2. Se agregó 6 ml de ácido clorhídrico concentrado (HCL para remoción de carbonatos.
3. Se dejó reposar por algunos minutos, hasta que hubo disminuido la efervescencia producida.
4. Se centrifugó por cuatro minutos, se eliminó el sobrenadante y se lavó con agua destilada dos veces, repitiendo la centrifugación.
5. Se traspasó el material centrifugado a un vaso de precipitado agregando 6 ml de ácido nítrico (HNO₃ para remoción y eliminación de material orgánico.
6. Los 40 ml resultantes se reducen a 20 ml por ebullición bajo campana. Se colocan bolitas de ebullición en el fondo del vaso de precipitado que ayuda a disociar conglomerados de materia orgánica e inorgánica por medio de choques.
7. Se agregó dicromato de potasio K₂Cr₂O₇, para ayudar a eliminar restos de materia orgánica de las diatomeas.
8. Se lavó y centrifugó (como en punto N° 4), hasta alcanzar un pH cercano a la normalidad.

c) Preparación de placas con material fijado.

Se tomaron 2,5 ml con una pipeta Staempel (automática). A cada porta objetos (10) se le agregaron 5 gotas (0,24 mm³) del material (sedimento limpio) calentando hasta sequedad. El calefactor (hot plate) estaba graduado a 35° C. Luego de reducir la temperatura, se procedió a fijar las muestras en Hyrax y cubrir con un cubreobjetos. Posteriormente se dejó a Temperatura

ambiente por 24 horas para que la preparación adquiriera firmeza. Luego se sellaron los bordes del cubreobjetos con barniz de uñas transparente y se procedió a rotular.

Este procedimiento se realizó para cada estación de muestreo dentro de cada laguna, es decir, se prepararon diez placas por estación de muestreo.

d) Descripción de dos especies de *Surirella*.

Surirella sella Frenguelli (Husted)

Valvas grandes fuertemente heteropolaes. El área central hialina presenta una modificación muy marcada, variando desde un forma elíptica hasta una casi lineal estrecha. Numerosos ejemplares presentan una leve torción. Se las puede encontrar abundantemente en las lagunas poco profundas de los salares, especialmente en aquellas con aguas sulfatadas sódicas.

Sus dimensiones oscilan en:

Eje apical: 50 a 220 μm

Eje transapical: 54 a 129 μm . (Servant -V. y Blanco, 1984)

Surirella wetzeli (Husted)

Valvas elípticas simétricas en el eje apical. Área central prolongándose estrecha hacia los ápices. Estrías muy finas. Costas completas 2,5 en 10 μm . Tamaño:

Eje apical: 75 a 150 μm

Eje transapical: 30 a 85 μm

Esta especie difiere principalmente de *S. Sella*, por la estrecha simetría de su área central (López, 1980).

e) Recuento de algas silíceas y estimación de biomasa.

Para el recuento de las preparaciones se utilizó un microscopio Watson Microsystem 70, bajo aumento de 400 X. Se observaron 50 campos ópticos distribuidos al azar en cada preparación. Se recomentaron todas las especies de *Surirella sella* y *S. Wetzeli* de cada campo, midiéndose además los ejes apicales y transapicales.

Estas mediciones se efectuaron debido a que existe una relación entre el contenido de carbono y el tamaño de la célula (Paasche, 1960; López, 1977). En las lagunas del Salar de Atacama y Surire, se procedió a calcular la superficie-área promedio para cada especie, aplicando la fórmula de la elipse. Para conocer que superficie ocupan los individuos recomentados en la muestra total analizada de cada laguna, se multiplicó por la superficie-área promedio. Esta relación matemática encierra los siguientes supuestos:

- a) Que todos los individuos recomentados estaba uno al lado del otro, sin sobreposición, y
- b) Que todas las valvas (integrando o no el frústulo) yacen en forma horizontal.

2. PARAMETROS QUIMICOS

a) Técnica de muestreo.

Las muestras de agua se colectaron haciéndolas coincidir con las distintas estaciones de muestreo para sedimentos. Se utilización botellas plásticas de 500 ml y se determinaron concentraciones de SiO_2 , Ca^{+2} , Mg^{+2} , CaCO_3 (SO^{-2} , CO^{-2} y HCO^3). Todas las determinaciones se efectuaron con los métodos señalados por el Standard Methods for the examination of water and wastewater (APHA, 1981); a excepción de la determinación de sílice en agua, que se efectuó por un método colorimétrico y con las siguientes especificaciones:

Puede ser usado por muestras que contengan de 0,1 a 100 mg/l de sílice. Muestras que contengan más de 100 mg/l deberán ser analizadas por procedimientos gravimétricos estandares (Govet, 1961).

RESULTADOS

1. PARAMETROS BIOLOGICOS

a) Análisis a Macroescala.

De la Tabla 2 se desprende que en la Salar de Atacama ambas especies de *Surirella* muestran mayor abundancia en invierno que en verano.

TABLA 2.
CALCULO DE LA SUPERFICIE AREAL DE 2 ESPECIES DE SURIRELLA

Laguna	Especie	^{1/2} Eje apical (mm)	^{1/2} Eje transapical (mm)	Sup-Area (mm ²)	Nº indiv. por mm ²
Salada salar de Atacama	<i>S. Wetzei</i>	0,03346	0,02095	0,00220	454
	<i>S. Sella</i>	0,03792	0,01884	0,00224	446
Invierno	<i>S. Wetzei</i>	0,03351	0,01790	0,00188	529
	<i>S. Sella</i>	0,03292	0,01646	0,00188	584
Salar de Surire	<i>S. Wetzei</i>	0,02926	0,01759	0,00161	617
	<i>S. Sella</i>	0,02375	0,02160	0,00161	618
Salar de Ascotán	<i>S. Wetzei</i>	0,04281	0,03216	0,00432	321
	<i>S. Sella</i>	0,03022	0,01656	0,00157	636
Salar de Carcote	<i>S. Sella</i>	0,03269	0,03091	0,00314	318
Salar de Pujsa	<i>S. Sella</i>	0,04764	0,02536	0,00379	263
Laguna Hedionda	<i>S. Wetzei</i>	0,04157	0,03600	0,00470	212
Laguna Soledad	<i>S. Wetzei</i>	0,03757	0,02600	0,00306	325
Laguna Uru-Uru	<i>S. Wetzei</i>	0,04157	0,03600	0,00470	370
Salar de Atacama (afluente)	<i>S. Wetzei</i>	0,04658	0,03490	0,00515	194
	<i>S. Sella</i>	0,04690	0,04048	0,00712	130

En el curso escurrente a la laguna salada se encontró menor abundancia en ambas especies.

El número de individuos por mm², se mantiene dentro del mismo rango de abundancia, en las diferentes lagunas abarcando desde 17° a las 23° Lat. Sur y en transecto altitudinal que oscila entre los 2.300 m s.n.m. (prealtiplano) y los 4.500 m s.n.m. (Altiplano).

En el Salar de Surire la biomasa total de *Surirella* corresponde a 34,35 mg de C por mm³.

TABLA 3.
CALCULO DE BIOMASA PARA DOS ESPECIES DE SURIRELLA. FLUCTUACIONES TEMPORALES Y ESPACIALES

Localidad	Estaciones	Especies <i>S. sella</i> <i>S. wetzei</i>		Nº total cels.	MgC/mm ²
Salar de Atacama	V-1	37	134	171	4,07
	V-2	114	70	184	6,32
	V-3	47	169	215	8,38
	V-4	11	235	247	7,95
	V-5	2	15	17	0,02
	V-6	2	22	23	0,04
	V-7	1	27	269	12,70
Enero					Total 39,48
	I-1	44	164	208	6,15
	I-2	115	170	285	12,74
	I-3	221	90	212	6,01
	I-4	24	178	202	4,39
	I-5	32	106	138	2,41
	I-6	1	12	13	0,01
Agosto	I-7	7	202	209	6,10
					Total 37,81
Salar de Surire	P-1	25	221	246	6,82
	P-2	35	176	211	6,82
	P-3	22	111	133	2,02
	P-4	19	151	170	3,32
	P-5	99	114	213	3,34
	P-6	98	119	217	3,59
	P-7	86	118	204	6,28
	P-8	126	90	216	4,00
Septiembre					Total 34,35

TABLA 4.
ANALISIS QUIMICO DE AGUA (ppm)

		SO ₄	CO ₃	HCO ₃	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SiO ₂	pH	Dureza	Tº	Conductividad Micromhos/cm
Salar de Atacama											
Laguna Salada 2	20-8-83	2,224,03	52,40	164,68	902,86	908,26	58,58	8,10	5.992,07	10,0	22,506
Laguna Salada 3	20-8-83	2,321,94	52,40	128,35	1.025,62	901,06	59,79	8,05	6.268,93	9,0	--
Laguna Salada 4	09-1-83	1.306,11	---	272,16	422,24	507,66	75,23	--	3.143,41	20,0	66,000
Laguna Salada 6	20-8-83	2.307,13	52,40	169,52	1.037,49	905,86	59,58	8,15	6.318,37	11,0	--
Laguna Salada 7	20-8-83	1.875,98	51,21	181,63	839,50	725,65	64,00	8,15	5.082,38	10,0	
Lagunas Superficiales al Salar de Atacama											
Vertiente en Peine	1-80	657,60	20,70	41,40	298,50	103,20	--	7,70	--	--	--
Vertiente en Tilo Monte	1-80	576,00	33,00	98,40	260,50	144,50	--	8,00	--	--	--
Lag. Central Salar Surire	9-83	--	84,00	128,10	250,00	72,00	19,80	--	55,54	--	--
Lag. Central Salar Carcote	9-83	--	--	--	0,08	0,01	--	--	--	--	--
		2.980,00		200,00	60,00	260,00		7,50	3.400,00		

NOTA: Números en Laguna Salada corresponde a estaciones de muestreo.

b) Análisis a microescala

De la Tabla 3, se puede visualizar que en el Salar de Atacama las algas son más pequeñas en invierno que en verano, expresado en términos de biomasa total, estos valores son 37,81 mg C por mm² y 39,48 mg de C por mm², respectivamente.

2. PARAMETROS QUIMICOS.

Se entrega con detalles (Tabla N° 4) los parámetros químicos de las lagunas del Salar de Atacama, Surire y Carcote, por ser lagunas de concentración y fluctuaciones anuales de *Phoenicoparrus andinus* (Hurlbert y Keith, 1979).

En el Salar de Atacama lo más relevante, se refiere a las concentraciones de sílice, Calcio y bicarbonato comparando la situación estival (llamada «invierno Boliviano») y el invierno propiamente tal.

Si se comparan los datos especialmente, en época de invierno encontramos que el Salar de Surire tiene aproximadamente un tercio de la concentración de sílice que el Salar de Atacama y la décima parte o menos respecto al Magnesio. La dureza total es de 2 órdenes de magnitud menor.

Introducción los datos de Carcote, encontramos que la concentración de Magnesio es un tercio menor que el Salar de Atacama y la de Calcio es un orden de magnitud menor.

DISCUSION

En la Tabla 2, se observa que el número (N°) más alto de individuos por mm², para ambas especies se presenta en el Salar de Surire, sin embargo corresponde a individuos con pequeña superficie - área. El número más bajo de las mismas, corresponde a muestra del afluente a la laguna salada del Salar de Atacama. Estos últimos valores (194 *Surirella Wetzeli* y 130 *S. Sella*) son los que más se aproximan a los informados por Hurlbert y Chang (1983), donde se reporta una densidad de 110 individuos por mm² en los sedimentos superficiales de la laguna Puripica - Chico, Bolivia. En las otras lagunas bolivianas y chilenas se observa una distribución regular en el número de individuos por mm².

Comparando dos períodos de muestreo, en la laguna salada del Salar de Atacama, se puede decir que en verano estas especies están mejor representadas por ejemplares más grandes que durante el invierno. Comparando ambas especies entre sí, *Surirella Sella* mantiene individuos de tamaño relativamente constantes en ambas épocas, a diferencia de *S. Wetzeli*, la cual muestra frústulos más pequeños en invierno que en verano.

Relacionando las variaciones temporales de tamaño, con el contenido de sílice (SiO₂), se puede ver que el mayor aporte (por efecto de las lluvias) de sílice al salar se produce en el verano, de allí que se podría inferir que durante este período las algas cuentan con más materia prima para construir frústulos de mayor tamaño. Así existiría también una mayor cantidad de biomasa expresada como mg de carbono por mm³ en los sedimentos del fondo.

INTERACCION DIATOMEAS - FLAMENCOS

Muchos de los cuerpos de agua altiplánicos son lugares de alimentación o sitios de importancia poblacional para las tres especies flamencos sudamericanos que coexisten habitualmente allí. Hay una clara correlación entre la existencia de altas salinidades, diatomeas y presencia de *Phoenicoparrus andinus* y *Ph. Jamesi*. La otra especie *Phoenicopterus chilensis* utiliza sectores con sedimentos y también áreas con fondos endurecidos o arenosos y aguas con salinidad medianas a bajas, incorporando en su dieta preferentemente planctones e invertebrados bentónicos tales como copépodos, anfípodos, quirínómidos, corixidos y *Artemia salina*, siendo ésta la más omnívora de las 3 especies (Hurlbert *et al.*, 1984.)

Existen pocas evidencias experimentales de como la estructura y el funcionamiento de un ecosistema acuático se alteraría por la desaparición de una o más especies de aves que se alimentan habitualmente allí. Hurlbert y Chang (1993) realizaron un experimento para delimitar el rol de los flamencos en la determinación de la flora diatomológica bentónica. Sus resultados nos indican que existiría una modificación sustancial de aquella, comparando áreas exluídas y no exluídas.

Por otra parte, en muestras de excrementos del flamenco andino y sedimentos, obtenidos de tres lagunas de diferentes ubicación en el Salar de Carcote (López, 1988) se encontró una distribución bimodal para algas provenientes de las fecas y unimodal para aquellas de los sedimentos. La explicación de esta distribución se basa en que los espacios inter-lamelares del filtro alimentario de *Ph. andinus* miden de 300 a 600 µm por 140 a 1.200 µm y que esta especie ingiere partículas de 100 a 500, µm o más (Servant-Vildary, 1984). Con este rango de tamaño, los flamencos comerían diatomeas y hasta estados inmaduros de insectos o microcrustáceos (Jenkin, 1957; Hurlbert *et al.*, 1991). Estos últimos quedarían retenidos mecánicamente entre las lamelas del pico, ayudando a la sujeción de las algas más pequeñas.

Por otra parte estudios sobre los contenidos estomacales de flamencos provenientes de la laguna Colorada de Bolivia y de dos lagunas saladas chilenas, mostraron una impresionante similitud de tamaño de las diatomeas. Esto no se debería a un tipo de alimentación selectiva de *Ph. jamesi*, sino más bien a la similitud de la microflora en los lagos de composición química idéntica

y a la selección mecánica de los lamelas bucales (Patrick, 1968).

Servant - Vildery (op. cit) estudiando la flora de los sedimentos superficiales de la laguna Colorada, encontró que ésta era similar a lo encontrado por Patrick (op. cit.), aproximadamente 20 años antes. Así, los flamencos podrían tener un doble efecto en mantener estas asociaciones diatomológicas sin grandes variaciones en el año (similar diversidad específica) por:

- 1° La remoción que efectúan en los sedimentos, evitando que las vainas gelatinosas de las algas azul verdes (*Cyanophyta*), formen masas densas similares a jaleas, y
- 2° La fertilización con sus deyecciones de las áreas que frecuentan, permitiendo que, en épocas de baja presencia, estos nutrientes favorezcan el crecimiento de las asociaciones diatomeológicas.

Un hecho se suma en favor de estas hipótesis. En febrero, época durante la cual los flamencos son particularmente abundantes, en la Laguna Colorada, existen asociaciones de diatomeas comparables a aquellas de mayo que es una época poco favorable a los flamencos. Así mismo, muchas de estas diatomeas son dispersadas, por las aves, siendo devueltas por defecación en otras lagunas distintas a aquellas donde fueron comidas, contribuyendo a la homogeneidad estructural en todas las lagunas.

CONCLUSIONES:

En el caso de las tres especies de flamencos Altiplánicas se pueden alcanzar algunas generalidades:

- a) Todas ellas obtienen su alimento por filtración el sedimento limoso del fondo de las lagunas. La profundidad máxima para la obtención del alimento es inferior a 1 m.
- b) Las 3 especies presentan diferentes sistemas de búsqueda y preferencias alimentarias. El tamaño de los items alimentarios retenidos está determinado por el tamaño del sistema de filtros de cada especie.
- c) La salinidad de las aguas, jugaría un rol fundamental en la calidad de las asociaciones diatomológicas. Así las especies de *Phoenicoparrus* se verían favorecidas por altos niveles de sales y decrecimiento de estos niveles determinaría la presencia de *Phoenicopterus chilensis*.

En este delicado ambiente lagunar la evolución trófica ha conducido a una especialización doble. Existiendo una parte mecánica de obtención, manejo e ingestión del alimento, particular de cada especie, y otra parte bioquímica que requiere de un estudio más experimental como proyección futura.

REFERENCIAS

- Beadle, L.C., 1974. The Inland Water of Tropical Africa. An Introduction to Tropical Limnology. Longman Group Ltd., London, 365 p.
- Govet, G. J.S., 1961. Critical factor in the Colorimetric Determination of Silica. Anal. chemical, V. XXV, p. 69-80
- Hurlbert, S.H. y J.O. Keith, 1979. Distribution and Spatial Patterning of flamingoes in the Andean Altiplano. The AUK 96: 328-342.
- Hurlbert, S.H. y C. Chang, 1983. Ornitholimnology effect of grazing by the Andean Flamingo (*Phoenicoparrus Andinus*). Proc. Nat. Acad. Sc. USA, Vol. 80; 4766-4769
- Hurlbert, S. H., M. López y G. O. Keith, 1984. Wilson's Phalarope in the Central Andes and its interaction with the Chilean Flamingo. Rev. Chilean Hist. Nat., 57: 47 - 57.
- Hurlbert, S.H. et al., 1991. Flamingo biology and ancient ice deposits in Saline lakes of the Central Andes. Procc. 5th Internat. Sympos. on Inland Saline Lakes, p. 9.
- Jenkin, P., 1957 The filter-feeding and food of flamingoes (*Phoenicopteri*). Nature, London 240: 404-490.
- Krstulovic, y Roa C., 1985. Determinación de Sílice, Biomasa y Distribución Areal de dos especies del género *Surirella* Turpin 1827 en Lagunas de Salares. U. de Antofagasta, 65 p.
- López, M., 1980. Un nuevo subgenero de *Surirella* en Sedimentos del Salar de Carcote, Chile. Not Mens. Museo Nacional del Historia Natural XXIV (281-287) 3-7.
- López, M., 1988. Alimentación de flamencos altiplánicos, con énfasis en *Phoenicoparrus andinus* (Philippi) en el Salar de

Carcote, Chile. 1er taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos. CONAF, Chile - N.Y. Zool Soc., USA, p. 84-89.

Paasche, E., 1960. On the relationship between primary production and standing stock of phytoplankton. J. Conseil, Conseil Perm. intern. Exploration Mer. 26:33-48.

Patrick R., 1961. Diatoms (Pacillariophyceae) from the alimentary tract of *Phoenicoparrus jamesi* (Sclater). Portilla. Yale Peabody Mus. Of Nat. History, 49: 3-42.

Servant - Vildary, S., 1984. Les Diatomées des lacs sursalés Boliviens. Cahiers ORSTOM, Sér. Géol., vol XLV: 35-53.

Servant-Vildary, S. y M. Blanco, 1984. Les diatomées fluviolacustres du Pléistocène à la Formación Charaña. Cahiers. O.R.S.T.O.M. Sér. Géol., Vol. XIV, (1):55-102.