

LIMNOLOGIA QUIMICA DE LAS LAGUNAS PAMPASICAS (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

por RAÚL A. RINGUELET, ALFREDO SALIBIÁN, ELSA CLAVÉRIE y SUSANA ILHERO

SUMMARY : Chemical limnology of the Pampasic "lagunas" from the Province of Buenos Aires (Argentina)

The pampasic « lagunas » from Argentina are homologized with lakes of third order (without stratification). Following the Venedigo's system, based on salinity, most of pampasic lagunas are oligohaline and some others mesohaline till some cases of extreme hiperhalinity. The Agnesse's classification is applied with some modifications, based on promedium and annual fluctuations of salinity. Using the graphic system of Maucha, 1932 each body of water is typified by the relative amount in milliequivalents by litre of Ca, Mg, K, Na, CO_3 , CO_3H , Cl and SO_4 . The annual variation is allways conspicuous. The conclusion is that pampasic « lagunas » are peculiar by the high content of Na, Cl and CO_3H , the fluctuations of SO_4 and Mg, and the varied ratio Mg/Ca, which don't correspond with the postulations about fresh water habitats, and varied from 0,16 to 3,73. The relation $\text{Ca} + \text{Mg}/\text{Na} + \text{K}$ is also very variable, but is characteristic for each body of water ; allways the figure is minor in summer, surely by the increasing of Mg. The organic matter varies between 17 and 21 p. p. m. and is amazingly constant the year around.

OBJETIVOS GENERALES DE LA LIMNOLOGIA QUIMICA

La Ecología acuática ofrece una masa muy amplia de observaciones respecto de los factores químicos, pero aún no se ha realizado sino una mínima parte de las experiencias para cotejar con cierto rigor la influencia de un factor químico determinado o de una combinación de ellos con la posibilidad de supervivencia, desarrollo, numerosidad de poblaciones y otros fenómenos de vegetales y animales influyentes o dominantes de los ambientes acuáticos continentales.

En América latina y también en la Argentina, estos estudios no han llegado aún más allá de una exploración incipiente, debido especialmente a la falta de continuidad y al desconocimiento de las variaciones cíclicas.

Las tendencias modernas de la Limnología Química han variado en el período reciente y contemporáneo según varias escuelas y países, pero de todo lo acumulado se puede hacer una selección esquemática, desechando como investigaciones de escasa aplicabilidad las que se relacionan directamente con la fisiología propia de especies particulares. Sin pretender restarles valor,

carecen de importancia limnológica pues esos estudios, casi siempre hechos estrictamente en el laboratorio, no han tenido en cuenta si las especies consideradas, por ejemplo ciertos protistas y sus respuestas a oligoelementos, vitaminas, ácidos aminados y otras formas de sustancias nitrogenadas, son o no formas influyentes en la comunidad ni cuál es siquiera su importancia numérica. No se han hecho estudios de esa naturaleza respecto de conjuntos poblacionales ni de comunidades, y como en cualquier caso la fauna en cuestión es extraña a nuestro medio, es totalmente imposible usar los resultados por extrapolación o por extensión analógica.

Uno de los objetivos generales y modernos de la Limnología Química es buscar aquellos factores influyentes o dominantes, que aislados o por su acción conjunta, sean determinantes en el metabolismo del cuerpo de agua, y en la simple presencia, desarrollo y "bienestar" de las poblaciones de especies importantes y de las comunidades de vida. Con esta base podemos abordar el problema que nos ofrecen las lagunas de la Pampasia bonaerense.

OBJETIVOS ESPECIALES

Con referencia a nuestro campo de trabajo, los objetivos especiales que pretendemos lograr con los estudios de la Limnología Química de la Pampasia bonaerense, son los siguientes:

- a) Ofrecer una caracterización de las lagunas pampásicas en base a sus factores químicos de mayor relevancia.
- b) Dar a conocer fehacientemente el ciclo anual de dichas lagunas.
- c) Encontrar y diferenciar los factores estables de los inestables y que son los responsables de las marcadas variaciones anuales.
- d) Establecer una clasificación o varias clasificaciones en base a factores químicos.
- e) Confirmar o corregir las conclusiones preliminares dadas a conocer en la escasísima literatura del ramo y especialmente las que hemos ofrecido en el primer informe (1965) del "Convenio Estudio Riqueza Ictícola", realizado entre la Provincia de Buenos Aires y el Consejo Federal de Inversiones.
- f) Observar si existen correlaciones entre factores físicos y meteorológicos con los factores químicos así elaborados.
- g) Ofrecer a los grupos de trabajo que estudian diversas comunidades y el desarrollo o reproducción de varias especies, un esquema elaborado de los factores químicos que pudiera servir de explicación ecológica a las presencias y variaciones observadas.

Podemos afirmar de inicio que la mayoría* de estos objetivos ha sido lograda, unos casi enteramente y otros con carácter preliminar, pero de todos modos se confirman por completo las hipótesis anteriores. Asimismo hemos llegado a ciertas conclusiones negativas, quizás la más insólita de todas es la imposibilidad de desarrollar en la Pampasia bonaerense una Limnología regional al estilo de la planteada por Einar Naumann. En efecto, si bien existen regiones definidas por las características químicas generales de sus lagunas, los cuerpos de agua muchas veces vecinos, y hasta conectados geomórficamente, son de diferentes categorías. La Limnología regional europea, que ha dado tanta importancia a la influencia de los factores edáficos de la cuenca de aporte, a la geomorfología y geología de la región, no halla en nuestro

caso ningún tipo de repetición. Afirmamos un poco peyorativamente que en vez de Limnología regional, nuestra tarea será establecer "categorías de lagunas", y que a pesar de coincidir los factores geomorfológicos, edáficos de la cuenca de aporte, climáticos, las lagunas poseen una individualidad que coincide o no con aquellos factores generales comunes. Los casos epónimos son, anticipándonos, la laguna Alsina y Cochicó, que conectadas, pertenecen a distintas categorías; las lagunas Mar Chiquita de Junín, Gómez, y Carpincho difieren de modo particular como ocupar cada una de ellas una categoría o subcategoría aparte, a pesar de que, como es harto sabido, constituyen una cadena lagunar de la cuenca superior del Salado de Buenos Aires. Por otra parte lagunas sin relaciones físicas visibles, distantes enteramente, se corresponden notablemente entre sí.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras se tomaron en frascos de plástico y se conservaron en frío (4-6° C).

Al llegar al laboratorio fueron filtradas por papel y todas las determinaciones se hicieron sobre alícuotas de las muestras así tratadas.

DETERMINACIONES BÁSICAS

pH: la mayor parte de las determinaciones se hicieron con papeles indicadores ("Merck"); solo en algunos casos la determinación se efectuó electrométricamente (potenciómetro "Polymetron").

Residuo sólido soluble: se determinó evaporando una alícuota a 110° C en estufa hasta pesada constante.

Haluros solubles: la determinación se efectuó por argentivolumetría (Mohr) y se expresan los resultados como cloruros.

Sulfatos solubles: por gravimetría.

Alcalinidad: la alcalinidad de carbonatos se determinó por volumetría (fenolftaleína como indicador) y la debida a bicarbonatos con heliantina como indicador.

Sodio, potasio y calcio: por espectrofotometría se llama en equipo Yobin-Ivon.

Magnesio: se determinó por volumetría con EDTA (método de Schwarzenbach y Biedermann); esta técnica titula la suma de Mg y de Ca. Por ello se descuenta el valor de calcio proveniente de la determinación espectrofotométrica.

Pigmentos clorofilicos: los datos se expresan en UPH ("Unidades de pigmento Harvey"). La determinación se efectuó sobre extracto acetónico del residuo proveniente de la centrifugación de volúmenes variables de muestra (sin filtrar). El colorímetro utilizado para este ensayo es un equipo Bausch y Lomb.

Materia orgánica: se efectuó la prueba de consumo de oxígeno; los datos se expresan en p.p.m. de oxígeno consumido.

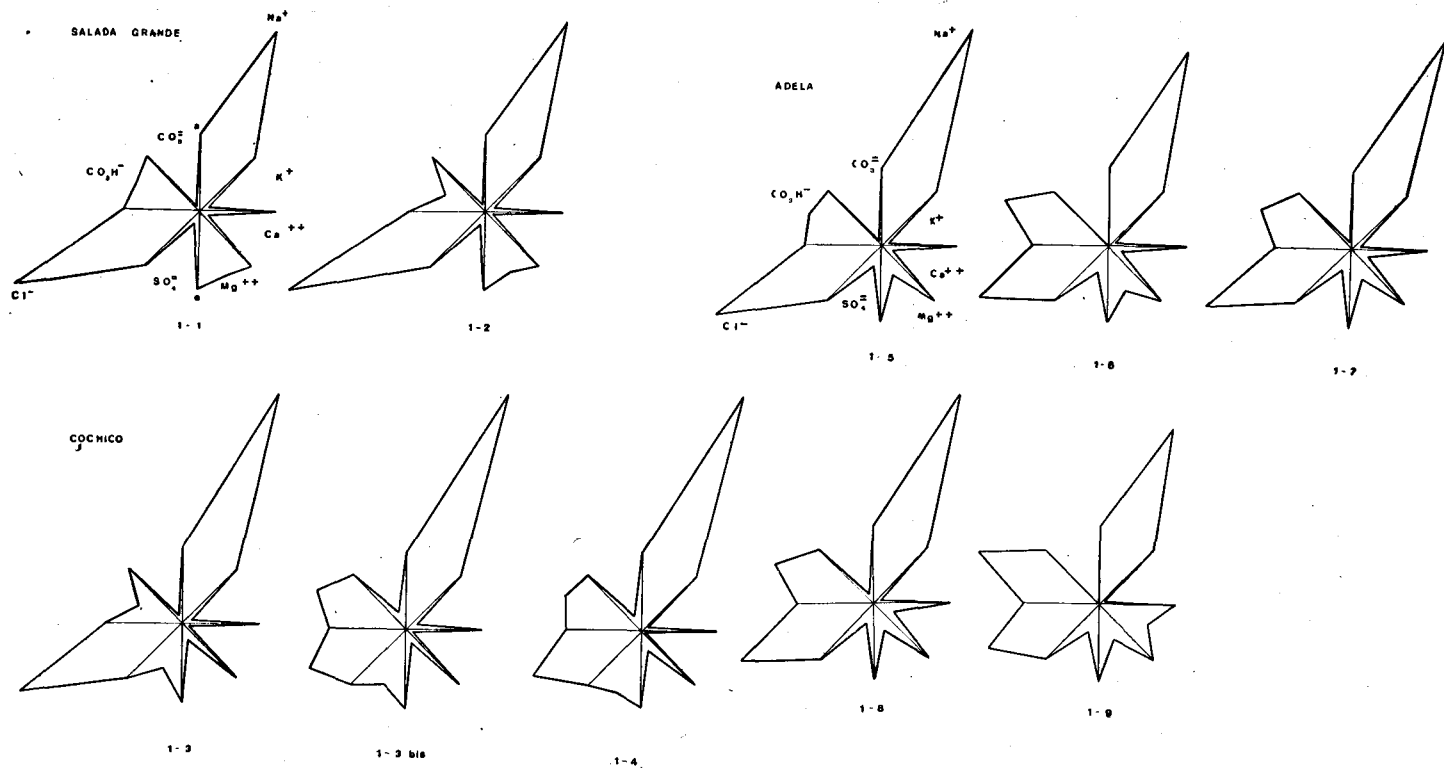


Lámina I. — Laguna Salada Grande, partido Gral. Madariaga: 1-1, 5-VII-1966; 1-2, 10-I-1966. Laguna Cochicó: 1-3, 24-I-1966; 1-3 bis, 28-II-1966; 1-4, 7-IV-1966. Laguna Adela: 1-5, 16-II-1966; 1-6, 5-V-1966; 1-7, 23-VII-1965; 1-8, 5-XI-1965; 1-9, 14-VII-1966

Nota: Salvo los datos de materia orgánica y de residuo sólido (expresados en p.p.m.) el resto de los parámetros están presentados en mEq/l (miliequivalentes por litro).

Las concentraciones de los cuatro aniones considerados (carbonatos, haluros, bicarbonatos y sulfatos) y los cuatro cationes (sodio, potasio, calcio y magnesio) fueron representados de acuerdo con lo sugerido por Maucha.

OTRAS DETERMINACIONES

Se establecieron las siguientes relaciones numéricas: Mg/Ca y $Mg + Ca/Na + K$.

Así mismo, con el extracto acetónico se efectuó la relación de densidades ópticas entre los datos leídos a 430 y 665 $m\mu$.

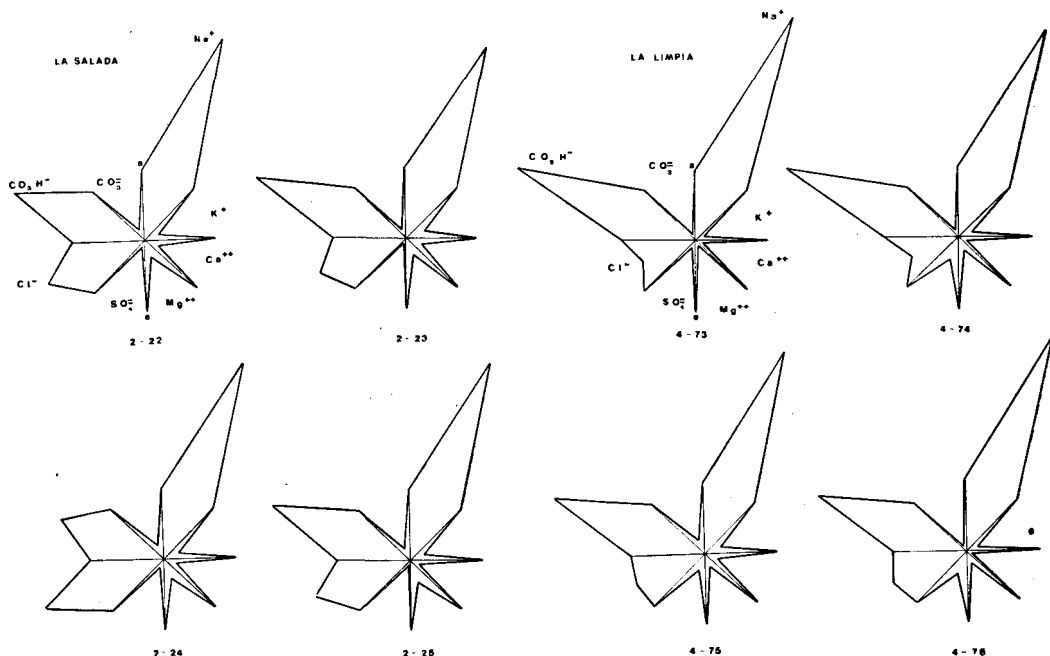


Lámina II. — Laguna La Salada, partido Chascomús: 2-22, 4-VIII-1965; 2-23, 5-XI-1965; 2-24, 9-II-1966; 2-25, 6-V-1966. Laguna La Limpia, partido Chascomús: 4-73, VII-1965; 4-74, 5-XI-1965; 4-75, 9-II-1966; 4-76, 5-V-1966.

CARACTERÍSTICAS GENERALES Y COMUNES DE LAS LAGUNAS DE LA PAMPASIA BONAERENSE SEGUN LOS CRITERIOS DE LA LIMNOLOGIA QUIMICA

Si tomamos en conjunto las lagunas investigadas, tanto de la Pampa deprimida, como del área sudoeste del sistema Alsina-Cochicó o del litoral marino, se aprecian características comunes que residen en los siguientes aspectos.

- Todas ellas tienen un tenor elevado de Na, así como de haluros solubles y de bicarbonatos, lo cual lleva a considerarlas a todas según ciertas variantes o cambios como *lagunas bicarbonatadas sódicas cloruradas* o bien como *cloruradas sódicas bicarbonatadas*.
- Los sulfatos tienen una amplia variación y no hay rasgos comunes, ya que varían ampliamente desde las hiposulfatadas a las sulfatadas, y lo mismo vale para el Mg.

- c) La relación Mg/Ca , debido a las variaciones del catión Mg , arrojan cifras muy variables, aun en un mismo cuerpo de agua, de modo que el criterio clásico sobre dicha relación no tiene aplicabilidad en la Pampasia bonaerense. Los valores extremos son 0,01 y 3,78.
- d) La relación de los iones $Ca + Mg / Na + K$ oscila en todos los cuerpos de agua estudiados, computadas las variaciones estacionales, entre 0,01 y 0,18, pero es apreciablemente constante en cada laguna como para servir de criterio adicional distintivo.
- e) El tenor en materia orgánica sobrepasa raramente los 20 p.p.m.; oscila en general entre 17 y 19 p.p.m. Los valores máximos en cada cuerpo de agua se dan en invierno.

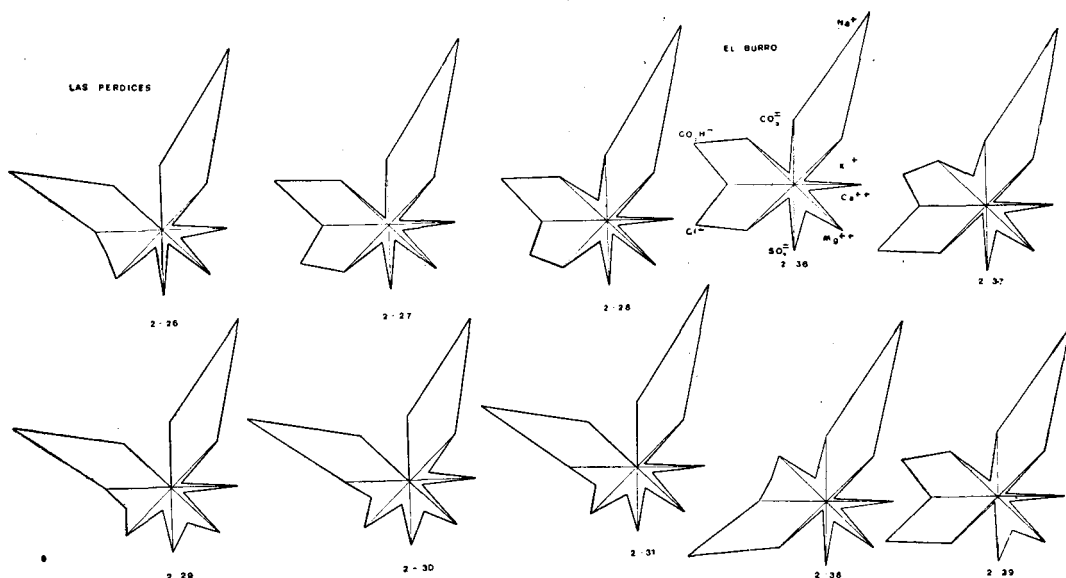


Lámina III. — Laguna Las Perdices, partido S. Miguel del Monte: 2-26, 19-VIII-1965; 2-27, 3-XII-1965; 2-28, 10-III-1966; 2-29, 13-V-1966; 2-30, 17-VI-1966; 2-31, 16-IX-1966. Laguna del Burro, partido Chascomús: 2-36, 24-VII-1965; 2-37, 5-XI-1965; 2-38, 10-II-1966; 2-39, 6-V-1966.

CATEGORÍA DE LAS LAGUNAS PAMPÁSICAS DE ACUERDO CON EL RESIDUO SÓLIDO

Este tipo de clasificación ha sido aplicado, tanto en otros países como en aguas continentales argentinas. Una larga discusión sobre el tema, de acuerdo con los datos reunidos antes de los trabajos del convenio, se podrá ver en R. A. Ringuelet, *Ecología acuática continental* (Buenos Aires, 1962).

La importancia de la cantidad de sales disueltas en la vida de los organismos acuáticos está aceptada y comprobada a partir de los trabajos ya clásicos. Modernamente se ha impuesto fuerte impulso a este tema, cuyos resultados están explicados en la obra antes mencionada. Existen *límites críticos*, que ha puesto de manifiesto el tratadista Dahl con singular énfasis, insistiendo sobre la diferencia entre aguas de salinidad estable u homohalinas y las de salinidad variable o poiquilohalinas, particularizándose siempre en los fenómenos de cambio de los estuarios. No obstante que nuestras lagunas pampásicas no siempre concuerdan claramente con *aguas homohalinas* o con *aguas poiquilohalinas*, ya que en rigor las hay de ambos tipos si es que tomamos la variabilidad extralimital como norma, es útil recordar las principales conclusiones de Dahl. Para este autor (1956) existe una base ecológica para determinar 4 "intervalos" esenciales, de los cuales mencionaremos los que ocurren *por analogía* en las lagunas pampásicas que tratamos.

- a) Intervalo oligohalino, cuyo punto crítico se encuentra entre 0,5 y 5 gramos por mil de salinidad, y con subdivisión probable.
- b) Intervalo mesohalino, cuyo límite crítico se halla entre 5 y 8 g ‰.
- c) Intervalo polihalino, entre 15-20 a 25-30 g ‰.

La cuestión reside en que estos conceptos se han elaborado respecto de aguas salobres (es decir mixohalinas: "el agua salobre es simplemente agua de mar diluida") y no continentales, y por eso mismo la clorinidad se ha tomado como norma esencial; además los intervalos críticos están certificados por la presencia o ausencia de determinados organismos, vegetales o animales, que por su manifiesta fidelidad halófila dentro de cierto ámbito permite inferir el valor biológico de tales intervalos.

Esto no se ha hecho a fondo con las aguas continentales de salinidad variable, pero no obstante creemos que la experiencia adquirida nos permite atenernos, siquiera sea a modo de hipótesis de trabajo, a los intervalos oligohalinos. El límite probable puede situarse cerca de los 2 gramos de sales por litro, computado como residuo sólido. El intervalo mesohalino puede ser como el propuesto por Dahl. Adoptando esos criterios, de las numerosas clasificaciones de aguas de salinidad variable o mixohalinas que existen (Ringuelet, 1962) aplicaremos en primer término el llamado "Sistema de Venedigo" o "Sistema de Venecia", que, aunque ideado para estuarios, insistiremos en usarlo para "aguas dulces" y más o menos saladas continentales. De acuerdo con este sistema y separando 4 grupos por 1 ó 2 gramos dentro de las subdivisiones principales, tenemos el siguiente resultado (cuadro 1). Hemos introducido algunas pequeñas modificaciones en los subintervalos que sirven para nuestros fines.

CUADRO 1. — *Lagunas pampásicas clasificadas por el sistema de Venecia modificado*

(Mixo) Mesohalina 18-5 g ‰	(Mixo) Oligohalina 5 - 0,5 g ‰			
	(5-3)	(3-2)	(2-1)	(1-0)
Cochicó	Salada Grande Gómez	Encadenadas del Oeste Alsina Mar Chiquita Adela	Chascomús Vitel Lobos Enc. Media Averías Carpincho La Salada La Viuda Barrancas Del Burro Chis-Chis La Segunda La Limpia Tablillas	Encadenadas del Este Las Perdices Monte Yalca

Resulta de esto que de los sistemas o conjuntos de lagunas considerados existen dos categorías, según el contenido de sales solubles o residuo sólido de acuerdo con el sistema de Venedigo.

- 1) (Mixo) oligohalina, de 0,5 a 5 g de sales por litro.
- 2) (Mixo) mesohalina, de 5 a 18 g de sales por litro.

La primera categoría puede ser subdividida en otras cuatro subcategorías, cuyos límites quedan indicados en el cuadro 1.

Como los intervalos no tienen todos el mismo significado, esta distribución es apenas un acercamiento. Además, este sistema clasificatorio no tiene en cuenta las variaciones o fluctuaciones que tan importantes resultan en áreas

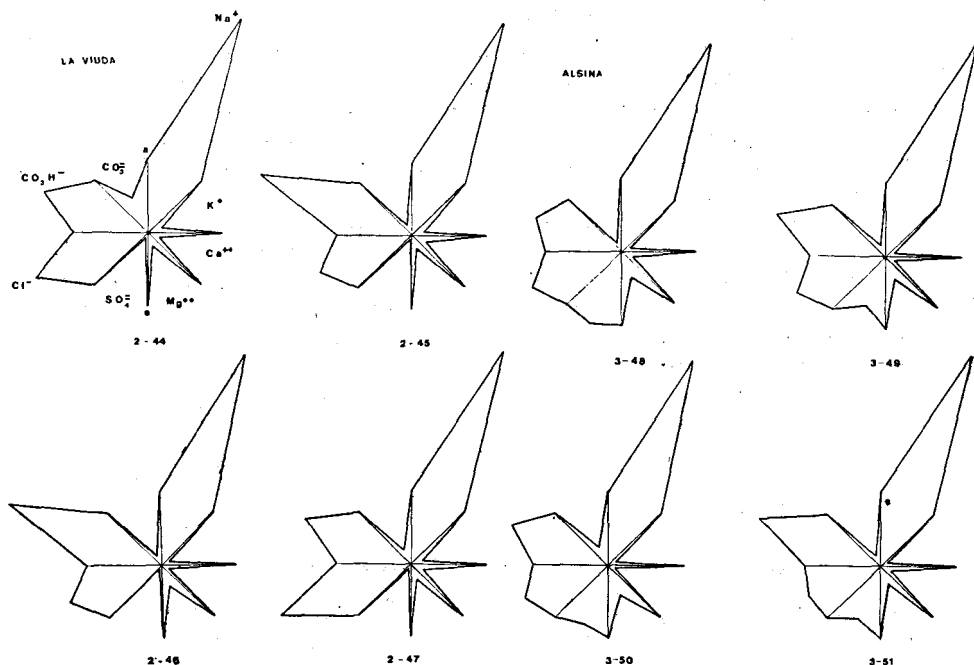


Lámina IV. — Laguna La Viuda, partido Chascomús: 2-44, 4-VIII-1965; 2-45, 5-XI-1965; 2-46, 6-V-1966; 2-47, 9-XI-1966. Laguna Alsina, partido Guaminí: 3-48, I-1966; 3-49, 9-III-1966; 3-50, 7-IV-1966; 3-51, 8-VIII-1966.

sujetas a un régimen climático como el de la Pampasia bonaerense y con cuerpos ácuos de características morfológicas propicias a la inestabilidad. Por ello es conveniente ensayar el Sistema de Aguesse (1957), con ciertas modificaciones semánticas y los agregados ya sugeridos por Ringuelet (*op. cit.*, 1962).

El sistema propuesto por Aguesse se ha modificado de la manera siguiente. El original se podrá consultar en la transcripción recién citada.

- I. Agua *hipohalina*. Tenor de residuo sólido medio anual cuyo límite máximo no sobrepasa 0,5 g de sales por litro.
- II. Agua *oligohalina*. Tenor de residuo sólido medio anual comprendido entre 0,5 y 5 g/l.
- III. Agua *mesohalina*. Residuo sólido medio anual comprendido entre 5 y 16 g/l.

IV. Agua *polihalina*. Residuo sólido medio anual comprendido entre 16 y 40 g/l.

V. Agua *hiperhalina*. Residuo sólido medio anual mayor de 40 g/l.

Las alternativas o posibilidades para cada categoría, de acuerdo con la *amplitud de variación* ofrece las posibilidades clasificatorias siguientes:

Categoría según salinidad media anual	Amplitud de variación anual	Tipo según variación anual
HIPOHALINA	En la misma categoría	OLIGOPOIQUILOHALINA
OLIGOHALINA	En la misma categoría	OLIGOPOIQUILOHALINA
MESOHALINA	En la misma categoría	OLIGOPOIQUILOHALINA
POLIHALINA	En la misma categoría	OLIGOPOIQUILOHALINA
HIPERHALINA	En la misma categoría	OLIGOPOIQUILOHALINA
HIPOHALINA	Máxima mayor media	MESOPOIQUILOHALINA +
OLIGOHALINA	En la misma categoría	OLIGOPOIQUILOHALINA
OLIGOHALINA	Máxima mayor que el límite de su categoría	MESOPOIQUILOHALINA +
OLIGOHALINA	Mínima sobrepasa a la me- dia	MESOPOIQUILOHALINA -
OLIGOHALINA	Mínima y máxima sobrepasan a la media	MESOPOIQUILOHALINA ±
MESOHALINA	En la misma categoría	OLIGOPOIQUILOHALINA
MESOHALINA	Máxima mayor media	MESOPOIQUILOHALINA +
MESOHALINA	Mínima mayor media	MESOPOIQUILOHALINA -
MESOHALINA	Mínima y máxima superan la media	MESOPOIQUILOHALINA ±

De acuerdo con este sistema las lagunas pampásicas estudiadas por nosotros quedan clasificadas de la manera siguiente. Sus datos están consignados en el cuadro 2 (págs. 216-220).

I. LAGUNAS OLIGOHALINAS

Salinidad media comprendida entre 0,5 y 5 gramos de sales por litro.

A. OLIGOHALINAS OLIGOPOIQUILOHALINAS

La amplitud de variación anual no excede de los límites de su categoría. Lagunas Adela o Manantiales; Las Averías; Barrancas; Del Burro; Chascomús; La Limpia; Vitel; Chis-Chis; La Salada; El Carpincho; La Viuda; San Jorge; La Segunda; Tablillas y Lobos.

B. OLIGOHALINAS MESOPOIQUILOHALINAS

La amplitud de variación anual excede del límite mínimo de la categoría, es decir es menor de 0,5 g/l.

Lagunas Las Perdices (variación 0,43 a 1,20 g/l); Monte (variación 0,32 a 1,084 g/l); Santa María (variación 0,42 - 0,75 g/l); Yalca (variación 0,42 - 0,58 g/l).

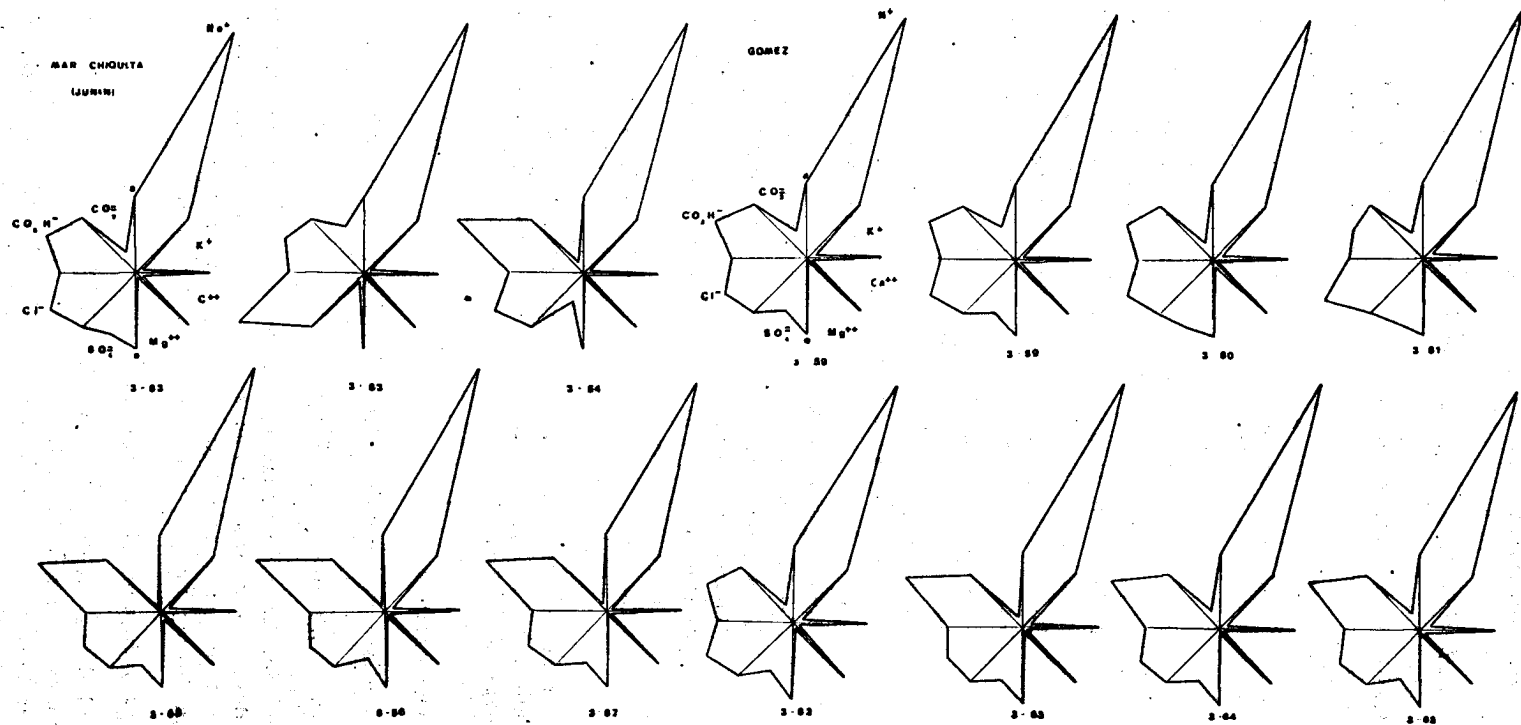


Lámina V. — Laguna Mar Chiquita, partido Junín: 3-52, 15-IX-1965; 3-53, 12-XI-1965; 3-54, 11-III-1966; 3-55, 7-IV-1966; 3-56, 12-V-1966; 3-57, 13-VII-1966. Laguna Gómez, partido Junín: 3-58, 19-IX-1965; 3-59, 10-XI-1965; 3-60, 24-I-1966; 3-61, 18-II-1966; 3-62, 10-III-1966; 3-63, III-1966; 3-64, 13-V-1966; 3-65, 12-VII-1966.

C. OLIGOHALINAS MESOPOIQUILOHALINAS

La amplitud de variación anual excede del límite máximo de la categoría, es decir, pasa de 5 g/l.

Lagunas Las Flores Grandes (variación 2,21 a 5,86 g/l); Gómez (variación 3,94 a 5,67 g/l); Mar Chiquita de Junín (variación anual 1,83 a 10,63 g/l).

II. LAGUNAS MESOHALINAS

Residuo sólido medio anual comprendido entre 5 y 16 gramos de sales por litro.

A. MESOHALINAS OLIGOPOIQUILOHALINAS

La amplitud de variación anual queda comprendida dentro de los límites de su categoría.

Laguna Cochicó (variación anual 5,36 - 6,23 g/l).

III. LAGUNAS POLIHALINAS

Residuo sólido anual comprendido entre 16 y 40 gramos de sales por litro.

Aún no hemos registrado fehacientemente ninguna. Es probable que en ciertos años desfavorables la Laguna Salada de Pedro Luro quepa en esta categoría.

IV. LAGUNAS HIPERHALINAS

Residuo sólido medio anual sobrepasa los 40 gramos de sales por litro. Laguna Guaminí o del Monte (partido de Guaminí).

CLASIFICACION DE LAS LAGUNAS PAMPASICAS SEGUN EL SISTEMA DE MAUCHA Y DETERMINACION PRELIMINAR DE CATEGORIAS

De acuerdo con la cantidad relativa de iones, según los criterios planteados por la Limnología europea, y expuestos en la obra de Maucha (1932), que han seleccionado aquellos aniones y cationes de mayor valor por su influencia en el metabolismo ambiental y en los organismos, se utilizan los siguientes aniones: $\text{SO}_4^{=}$, Cl^- , CO_3H^- , $\text{CO}_3^{=}$; cationes: Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} .

Los gráficos, de acuerdo con ese sistema, contruidos según miliequivalentes por litro, permitirán darse cuenta cabal de las diferencias que expresaremos a continuación.

Como se ha dicho, el sistema de Maucha consiste en considerar entre los factores químicos influyentes o importantes, 4 aniones y 4 cationes, los cuales, en miliequivalentes por litro permiten dibujar un gráfico ilustrativo como los que agregamos a este capítulo.

En tal gráfico, a mayor proporción de un ion dado, la figura romboidal es cada vez más saliente, en tanto que apenas forma una figura triangular "entrante" más delgada cuanto menor es su cantidad relativa. Las figuras, por simple inspección gráfica, dan asidero para separar "categorías" o "grupos" de lagunas. Nosotros hemos adoptado ciertas convenciones para expresar concretamente las características de cada cuerpo de agua. Complementando el sistema hemos adjuntado las cifras reales de los valores de los factores químicos y proporciones de cada una de ellas, por categorías, que hemos establecido de I a XI.

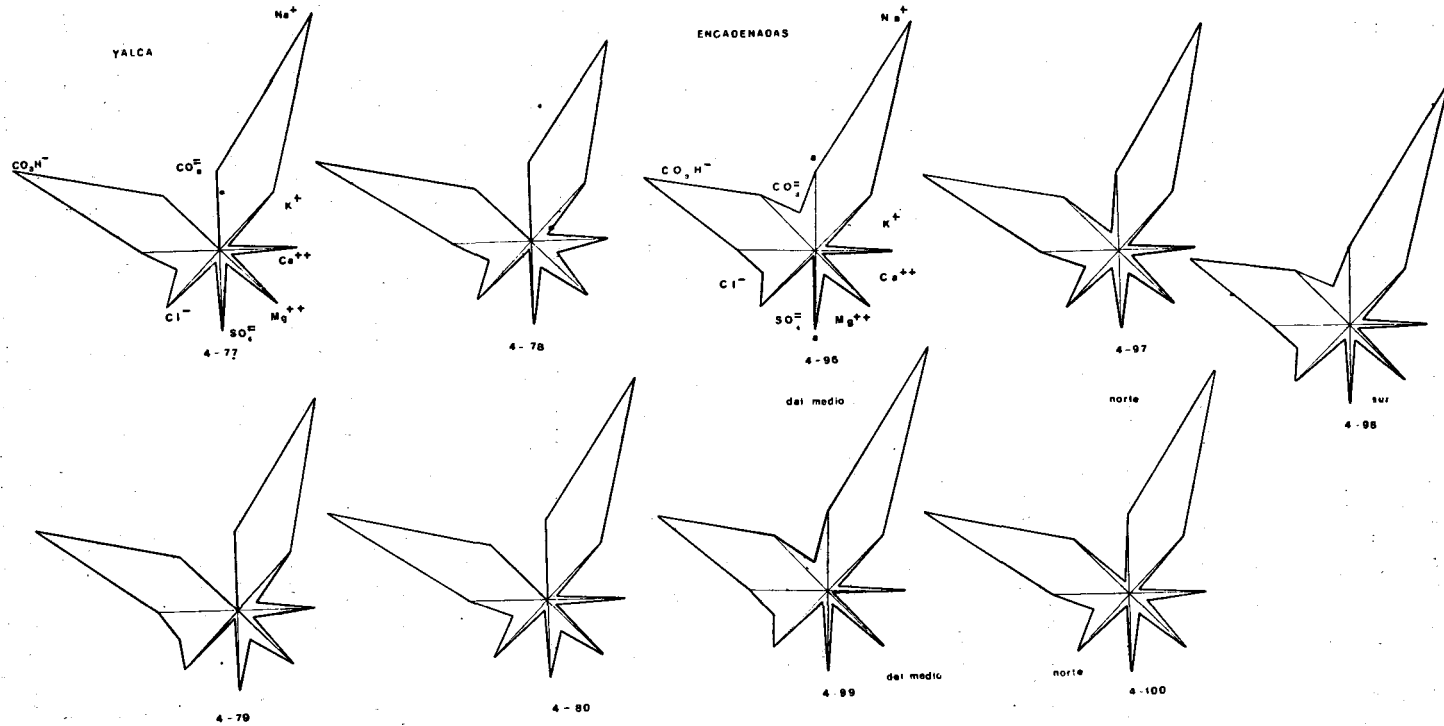


Lámina VI. — Laguna Yalca, partido Chascomús : 4-77, 3-VIII-1965 ; 4-78, 5-XI-1965 ; 4-79, 9-II-1966 ; 4-80, 5-V-1966. Lagunas Las Eucadenadas, partidos Saavedra y Tornquist : 4-96, 3-III-1966 ; 4-97, 3-III-1966 ; 4-98, 3-III-1966 ; 4-99, 25-V-1966 ; 4-100, 25-V-1966

Cuando en las diversas estaciones del año predominan bicarbonato de sodio y haluros solubles, el nombre adoptado es *lagunas o aguas bicarbonatadas sódicas cloruradas*, o bien, cuando predominan los cloruros, el sodio y los bicarbonatos, el nombre es *lagunas o aguas cloruradas sódicas bicarbonatadas*, lo cual se deberá al predominio relativo de los bicarbonatos o de los haluros solubles. En todos estos casos mencionados la proporción de cada uno de los iones sobrepasa el círculo de referencia. A esta terminología esencial se le ha agregado la que indica la cantidad relativa de sulfatos y magnesio. Los prefijos hipo, oligo y hemi, como se desprende del examen de los gráficos, dependen de que el ion en cuestión (sulfatos y magnesio), sea muy escaso, u oscile desde la mitad al borde del círculo.

Hemos establecido de esta manera las siguientes categorías y subcategorías, las cuales estarán sujetas a una corrección o perfeccionamiento ulterior.

CATEGORÍA I.—Laguna o agua *clorurada sódica bicarbonatada, oligosulfatada hasta hiposulfatada y oligo hasta hemimagnésica.*

Se trata de lagunas con abundantes haluros solubles, con mucho sodio y bicarbonatos; con escaso o poco sulfato y con escasa a muy ponderable cantidad de magnesio.

En esta categoría, según el cuadro 2, se incluyen las lagunas Adela o Manantiales, Las Averías, de las Barrancas y del Burro.

CATEGORÍA II.—Laguna o agua *bicarbonatada sódica clorurada hasta hemiclорurada, hipo a oligosulfatada (a veces hasta hemisulfatada) y oligomagnésica.*

En esta categoría se colocan las lagunas Chascomús, La Limpia, Vitel, Chis-Chis, Santa María, La Salada, El Carpincho y Yalca.

Dentro de esta categoría, algunos cuerpos de agua, como Yalca y La Limpia, se distinguen parcialmente por ser hemiclорuradas, hiposulfatadas a oligosulfatadas e hipo u oligomagnésicas.

CATEGORÍA III.—Laguna o agua *bicarbonatada sódica hemiclорurada hasta clorurada, oligo a hemisulfatada, y oligo a hemimagnésica.*

Se diferencia por una manifiesta tendencia a la clorinidad media y al aumento de sulfatos solubles y de magnesio. Incluimos aquí solamente a las lagunas Monte (partido de Monte), y Las Perdices, que forman un pequeño sistema hidrográfico "independiente".

CATEGORÍA IV.—Laguna o agua *bicarbonatada sódica clorurada a clorurada sódica bicarbonatada según las estaciones, de hipo a casi hemisulfatada y oligomagnésica.*

Responden a las categorías I y II, según su estado y podrían ser consideradas en una subcategoría si fuese conveniente. Incluimos aquí a las lagunas La Viuda, San Jorge, La Segunda y de las Tablillas.

CATEGORÍA V.—Laguna o agua *Clorurada sódica hemibicarbonatada sulfatada y hemimagnésica.*

Esta categoría puede compararse a la I, pero ésta tiene siempre escasos o muy escasos sulfatos solubles. Colocamos a Las Flores Grande, laguna que es en realidad una expansión lateral del Río Salado, a modo de antiguo meandro del mismo.

CATEGORÍA VI. — Laguna o agua *clorurada sódica hemicarbonatada, oligosulfatada hemimagnésica*.

En esta categoría se ubica la laguna Salada Grande (partido de General Madariaga). Faltan comprobaciones suficientes para darle valor definitivo a esta inclusión.

CATEGORÍA VII. — Laguna o agua *clorurada sódica hemi a bicarbonatada hemisulfatada y oligomagnésica*.

Laguna Cochicó.

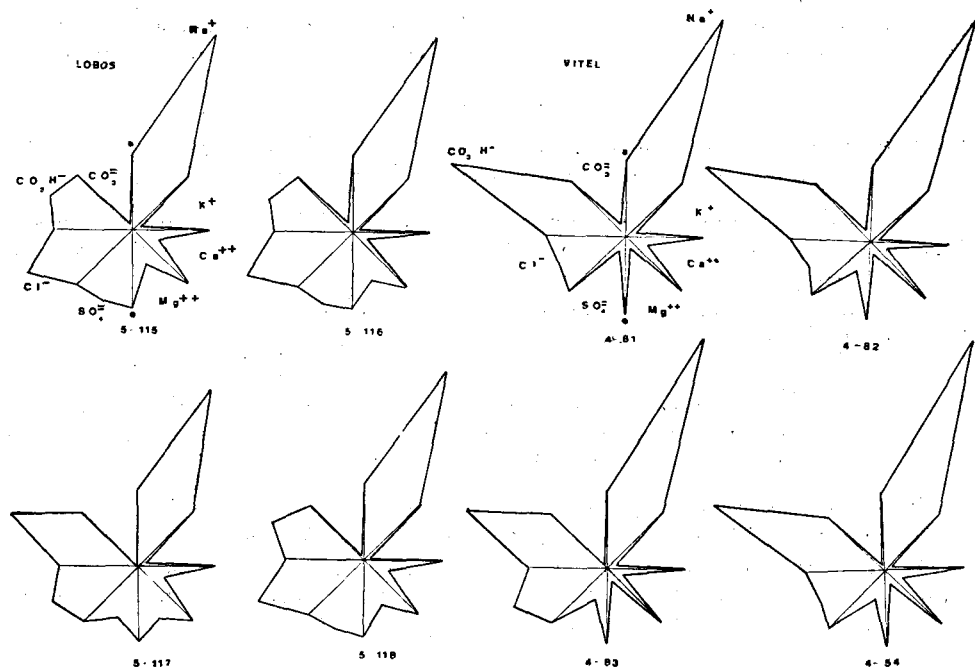


Lámina VII. — Laguna Vitel, partido Chascomús: 4-81, 5-VIII-1965; 4-82, 6-XI-1965; 4-83, 17-II-1966; 4-84, 3-VI-1966. Laguna Lobos, partido Lobos: 5-115, 12-XI-1965; 5-116, 12-III-1965; 5-117, 13-V-1966; 5-118, 14-VII-1966.

CATEGORÍA VIII. — Laguna o agua *bicarbonatada sódica clorurada, hemi a sulfatada y oligomagnésica*.

Esta categoría tiene similitudes con la IV. Comprende la laguna Alsina (partido de Guaminí).

CATEGORÍA IX. — Laguna o agua *bicarbonatada sódica clorurada, hemisulfatada e hipomagnésica*.

Incluye solamente, por ahora la laguna Mar Chiquita (partido de Junín). aunque podría juntarse con la categoría siguiente.

CATEGORÍA X. — Laguna o agua *bicarbonatada sódica clorurada a clorurada sódica bicarbonatada, hemisulfatada e hipomagnésica*.

Laguna Gómez. La misma observación que para la Categoría IX.

VARIACION CICLICA ANUAL EN LAGUNAS DE LA PAMPA DEPRIMIDA

Los cuadros acompañantes, de acuerdo al Sistema de Maucha, al tiempo de dar una idea concreta y gráfica de las categorías establecidas, permiten al mismo tiempo una visión discreta sobre la variación cíclica anual de los factores químicos, a lo menos de los cuatro aniones y los cuatro cationes seleccionados según ese método.

Se asiste a un tipo de variación cíclica anual que incide sobre máximos y mínimos del residuo sólido, de la alcalinidad total, bicarbonatos, haluros y sulfatos solubles, sodio, magnesio, y la relación $\text{Ca} + \text{Mg}/\text{Na} + \text{K}$. Este tipo de variación es patente en las lagunas de las categorías I, II y III, y algo menos marcado en la categoría IV. En las demás categorías no se cumplen todas las variantes de la misma manera, razón por la cual, y hasta no tener más documentación fehaciente, estudiaremos el problema más adelante. Por ejemplo, el clima regional o local de las lagunas Encadenadas del Oeste (Alsina-Cochicó-Guamini), pareciera distinto, o bien la intensidad de los aportes no ha tenido en el período estudiado el mismo ritmo que en las lagunas "comunes" de la Pampa deprimida, por lo cual los períodos de mínimos y máximos no concuerdan como se creería a primera vista.

El residuo sólido tiene su máximo en verano, a veces a finales de la primavera (alguna laguna de la categoría III); el mínimo en otoño o en invierno.

La alcalinidad total posee su mínimo en verano o en otoño en la categoría III; su máximo corresponde a primavera, pero presenta ciertas excepciones dispersas (otoño y hasta invierno).

Los bicarbonatos muestran su máximo casi siempre en primavera y coincide con la variación cíclica de la alcalinidad total casi exactamente. El mínimo se ve en el verano, pero en las categorías III y IV no demuestra claramente dicho mínimo.

Los haluros solubles siempre tienen su máximo en verano, y su mínimo en invierno u otoño.

Los sulfatos solubles también suelen mostrar el máximo en verano, con algunas excepciones, y su mínimo estacional generalmente en primavera u otoño.

Los sulfatos solubles también suelen mostrar el máximo en verano, con algunas excepciones, y su mínimo estacional generalmente en primavera u otoño.

El sodio (Na) en general se presenta con tenor máximo en verano y su tenor mínimo se observa para el otoño o invierno.

El magnesio (Mg) no tiene máximo fijo, pero parece más frecuente ese valor en verano, en tanto que el mínimo es de invierno u otoño.

Finalmente la relación citada de Ca, Mg, Na y K casi siempre muestra valores más bajos en verano y los máximos son muy variables estacionalmente.

La exposición precedente servirá como patrón básico para efectuar correlaciones preliminares con las variaciones cualitativas y cuantitativas de organismos cuando esos factores químicos coinciden en sus variaciones.

CUADRO 2.— *Valores estacionales de lagunas, en p.p.m. **

Laguna y Categoría	Alcalinidad total	Residuo sólido	Bicarbo- natos	Haluros solubles	Sulfatos solubles	Na	Mg	Mg/Ca	$\frac{Ca+Mg}{Na+K}$	Fecha
ADELA	217	1600	195	455	31	470	34	1,00	0,13	23-VII-1965
(I)	525	2052	432	851	16	690	50	0,86	0,14	4-XI-1965
	346	2650	314	1043	180	942	68	1,65	0,10	16-II-1966
	284	1405	284	507	190	469	58	1,81	0,10	5-V-1966
LAS AVERIAS	351	1540	315	548	51	425	32	1,00	0,13	3-VIII-1965
(I)	497	1700	430	697	102	578	37	1,08	0,11	5-XII-1965
	382	2224	362	834	105	857	50	1,51	0,09	18-II-1966
BARRANCAS	370	1100	352	331	125	297	21	0,78	0,145	24-30-VII-1966
(I)	344	1245	316	422	83	417	19	0,60	0,12	5-XI-1966
	259	1680	131	605	94	595	31	0,97	0,095	10-II-1966
	404	1647	332	550	123	527	59	2,36	0,15	6-V-1966
DEL BURRO	244	920	182	278	63	270	19,5	1,08	0,125	24-VII-1965
(I)	298	1040	170	327	6	280	21	0,87	0,15	5-XI-1965
	217	1170	113	401	35	387	22	0,78	0,12	10-II-1966
	276	945	208	361	28	348	38	1,72	0,16	6-V-1966
CHASCOMUS	253	1062	203	304	210	312	29	0,76	0,155	13-IX-1965 (2)
(II)	179	857	147	186	98	256	16	0,69	0,14	18-I-1966
	189	919	173	215	94	317	21	1,05	0,11	17-II-1966
	202	980	176	228	111	305	15	0,55	0,11	2-III-1966
	304	955	252	232	114	350	25	0,83	0,14	29-III-1966
	301	870	294	226	147	312	21	0,72	0,126	3-5-IV-1966

* Análisis de fechas iguales o del mismo mes están promediadas.

Laguna y Categoría	Alcalinidad total	Residuo sólido	Bicarbo- natos	Haluros solubles	Sulfatos solubles	Na	Mg	Mg/Ca	Ca+Mg Na+K	Fecha
LA LIMPIA (II)	289	895	269	214	61	309	18	0,65	0,14	7-15-VII-1966
	348	849	324	139	29	533	5	0,50	0,02	20-VIII-1965
	445	1340	409	159	103	270	8	0,88	0,05	5-XI-1965
	287	985	243	163	55	225	7	0,58	0,07	9-II-1966
	188	1090	176	129	53	309	12	2,00	0,05	5-V-1966
VITEL (II)	337	1000	297	167	49	313	9	0,32	0,10	5-VIII-1965
	427	1009	374	201	131	349	10	0,43	0,11	6-XI-1965
	302	1220	294	261	130	460	12	0,48	0,07	17-II-1966
	336	920	324	184	103	362	11	0,45	0,09	3-VI-1966
CHIS-CHIS (II)	320	1000	270	309	98	300	23	0,16	0,60	24-VII-1965
	403	1160	325	323	155	330	21	0,48	0,17	5-XI-1965
	270	1265	210	387	93	435	31	1,03	0,13	10-II-1966
	344	1110	288	335	80	368	38	2,00	0,14	5-V-1966
SANTA MARIA (II)	242	597	242	111	93	178	8	0,41	0,13	19-VIII-1965
	172	685	154	130	42	210	14	1,40	0,10	3-XII-1965
	318	755	118	163	154	290	16	1,45	0,08	10-III-1966
	180	426	132	77	21	155	12	1,00	0,14	13-V-1966
LA SALADA (II)	341	1090	289	319	28	380	17	0,77	0,09	4-VIII-1965
	428	1201	384	326	10	329	15	0,60	0,10	5-XI-1965
	275	1159	215	368	41	407	21	0,90	0,09	9-II-1966
	404	1330	340	335	16	377	24	1,60	0,09	6-V-1966

Laguna y Categoría	Alcalinidad total	Residuo sólido	Bicarbonatos	Haluros solubles	Sulfatos solubles	Na	Mg	Mg/Ca	$\frac{Ca+Mg}{Na+K}$	Fecha
EL CARPINCHO	673	1897	553	336	272	591	14,5	0,41	0,08	14-IX-65 (2)
(II)	513	2030	473	345	283	685	24	1,14	0,06	11-XI-1965
	475	1140	437	169	157	370	15	0,53	0,11	24-I-1966
	342	1166	182	181	145	472	11	0,52	0,06	18-II-1966
	476	1114	276	169	143	495	18,5	1,23	0,06	11-12-III-1966
YALCA	202	510	202	60	20	300	9	0,75	0,06	3-VIII-1965
(II)	265	420	255	71	5	136	9	0,56	0,16	5-XI-1965
	167	574	167	72	11	174	13	1,18	0,12	9-II-1966
	222	580	222	52	18	232	18	2,59	0,10	5-V-1966
MONTE	266	753	266	121	88	190	17,5	1,24	0,14	19-VIII-1965 (2)
(III)	383	1031	335	148	126	272	23,5	1,26	0,14	3-XII-1965 (2)
	368	1030	328	167	150	310	37	1,48	0,18	10-III-1966
	147	463	147	60	57	169	12	1,71	0,10	13-V-1966
	152	430	152	52	41	116	12	1,50	0,15	17-VII-1966
LAS PERDICES	280	747	280	151	62	245	10	0,45	0,11	19-VIII-1965
(III)	280	1200	201	228	6	336	15	0,68	0,10	3-XII-1965
	368	1185	260	284	92	494	18	0,85	0,07	10-III-1966
	144	463	144	60	41	129	14	1,75	0,15	13-V-1966
LA VIUDA	417	1100	253	395	12	415	13	0,72	0,06	4-VIII-1965
(IV)	530	1400	465	404	7	446	13	0,52	0,07	5-XI-1965
	355	1545	275	478	17	572	15	0,79	0,06	9-II-1966
	512	1445	464	401	19	527	30	1,86	0,08	6-V-1966

Laguna y Categoría	Alcalinidad total	Residuo sólido	Bicarbo- natos	Haluros solubles	Sulfatos solubles	Na	Mg	Mg/Ca	Ca+Mg Na+K	Fecha
SAN JORGE (IV)	365	990	293	295	42	360	15	0,68	0,09	4-VIII-1965
	203	1002	177	302	11	341	21	1,75	0,08	5-XI-1965
LA SEGUNDA (IV)	307	1030	287	340	12	340	17	1,00	0,08	4-VIII-1965
	369	1165	366	368	56	338	30	1,07	0,15	5-XI-1965
	285	1280	213	423	12	429	22	0,84	0,09	9-II-1966
	272	885	168	284	16	310	20	1,66	0,09	6-V-1966
DE LAS TABLILLAS (IV)	340	1240	302	380	25	375	18	0,72	0,10	6-XI-1965
	239	1535	225	468	191	485	37	0,68	0,17	10-II-1966
	240	820	240	249	74	257	27	0,67	0,22	2-VI-1966
LAS FLORES GRANDE (V)	363	3939	331	1662	1016	1220	125	0,89	0,20	14-XI-1965
	229	5860	225	1974	130	1585	129	1,05	0,14	3-XII-1965
	288	2221	264	610	555	639	99	1,93	0,21	10-III-1966
SALADA GRANDE (VI)	426	3533	406	1733	150	951	183	3,73	0,12	5-VII-1966
COCHICO (VII)	715	5360	515	2881	1097	1870	60	2,40	0,04	24-I-1966
	1416	5864	1041	1621	934	1961	57,5	1,83	0,04	28-II-1966 (2)
	1010	6000	801	1607	1228	2500	106	3,78	0,05	7-IV-1966
	1220	6020	960	1624	1234	1777	66	2,64	0,04	20-V-1966
	1204	6105	848	1585	1213	1708	53			9-VIII-1966 (2)

Laguna y Categoría	Alcalinidad total	Residuo sólido	Bicarbo- natos	Haluros solubles	Sulfatos solubles	Na	Mg	Mg/Ca	Ca+Mg Na+K	Fecha
ALSINA (VIII)	270	1800	230	742	376	560	35	1,52	0,09	19-I-1966
	611	2235	491	579	436	701	38	1,72	0,08	9-III-1966
	576	2323	416	507	500	736	59	3,09	0,09	7-IV-1966
	608	2210	520	447	452	740	33	0,97	0,08	8-VIII-1966
MAR CHIQUITA (Junín) (IX)	1268	5380	868	1221	1182	1892	8	0,17	0,02	15-IX-1965
	1862	2300	842	1936	192	3034	1	0,02	0,01	12-IX-1965
	1680	10636	940	1844	2533	4000	0,5	0,01	0,007	24-I-1966
	691	3124	591	593	253	1300	1	0,07	0,01	11-III-1966
	512	2385	488	452	414	722	13	2,60	0,02	7-IV-1966
	468	1833	424	370	288	617	4	0,44	0,01	12-V-1966
	1200	4288	1030	937	889	1592	13	0,86	0,02	13-VII-1966
GOMEZ (X)	1038	3840	628	836	714	1488	7	0,18	0,02	15-IX-1965
	1202	4950	674	946	797	1946	9	0,28	0,02	10-XI-1965
	1060	5123	740	1054	1114	1645	19	0,86	0,02	24-I-1966
	1052	5673	612	1241	1070	2093	13,1	0,65	0,01	18-II-1966
	1491	5279	891	1126	1018	1895	22	0,91	0,02	14-III-1966
	1312	4905	952	1014	893	1680	8	0,21	0,02	11-IV-1966
	1200	4288	1030	937	889	1592	13	0,86	0,01	13-V-1966
	1096	4050	824	858	758	1445	8	0,33	0,02	15-VII-1966
LOBOS (XI)	404	2555	366	669	62	46	66	0,84	0,19	12-XI-1965
	291	1784	241	438	419	675	86	1,86	0,11	12-III-1966
	171	720	171	163	133	185	28	1,21	0,25	13-V-1966
	296	1773	288	473	421	537	65	1,10	0,04	14-VII-1966

BIBLIOGRAFIA

1. A. P. H. A. (American Public Health Association). 1955. *Standard methods for the examination of water and sewage*. 10ª ed. Amer. Public Health Assoc., New York.
2. AGUESSE, P. 1957. La classification des eaux poikilohalines, sa difficulté en Camargue, nouvelle tentative de classification. *Vie et Milieu* VIII (4): 341-365.
3. BEADLE, L. C. 1943. Osmotic regulations and the faunas of inland waters. *Biol. Rev.* XVIII: 172-183.
4. BLACK, A. P. y BROWN, E. 1951. Chemical character of Florida's water. *Florida Water Survey and Research Paper* (6): 119 pág. Florida State Board Conserv.
5. DAHL, E. 1956. Ecological salinity boundaries in poikilohaline waters. *Oikos* VII: 1-21.
6. GORHAM, E. 1957. Chemical composition of Nova Scotian waters. *Limnol. and Oceanogr.* II: 12-21.
7. — 1957. The ionic composition of some lowland lake waters from Cheshire, England. *Limnol. and Oceanogr.* II: 22-27.
8. HUTCHINSON, G. E. 1944. Limnological studies in Connecticut. VII. A critical examination of the supposed relationships between phytoplankton periodicity and chemical changes in lake waters. *Ecology* XXV: 3-26.
9. — 1957. *A treatise of Limnology*. Vol. I. *Geography, Physics and Chemistry*. J. Wiley & Sons, New York.
10. MAUCHA, R. 1932. Hydrochemische Methoden in der Limnologie mit besonderer Berücksichtigung auf das Verfahren von L. K. Winkler. *Die Binnengewässer* XII: 1-173, 36 fig., 4 lám. Stuttgart.
11. RAWSON, D. S. 1939. Some physical and chemical factors in the metabolism of lakes. *Problems in Lake Biology* (A. A. A. S. Publ. n° 10): 9-26.
12. RINGUELET, R. A. 1962. *Ecología acuática continental*. 138 pág., 20 fig. Ed. Eudeba. Buenos Aires.
13. SEGESTRALE, S. G. et aliae. 1959. Simposio sulla classificazione delle acque salmastre, Venezia 8-14 aprile 1958. *Arch. Oceanogr. Limnol.* XI suppl. Venecia.

Versión Electrónica

Justina Ponte Gómez

División Zoología Vertebrados

FCNyM

UNLP

Jpg_47@yahoo.com.mx