

CALIDAD Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LA LAGUNA UNAMUNO (Buenos Aires, Argentina)*

*Vanesa Yael Bohn*¹, *Gerardo M.E. Perillo*¹ y *M. Cintia Píccolo*²

Instituto Argentino de Oceanografía
Universidad Nacional del Sur

RESUMEN

Una de las características más destacadas de la geomorfología de la provincia de Buenos Aires es la presencia de un número muy grande de lagunas, de tamaños y formas diversas, con una distribución aparentemente caótica. Muchas de ellas han ocupado tierras potencialmente productivas. La laguna Unamuno se halla localizada en la cuenca del arroyo Napostá Chico (1320 km²), en la región pampeana argentina. El objetivo del trabajo es el estudio de la calidad del agua de la laguna y el análisis de las posibilidades de aprovechamiento del recurso hídrico. Se recopilieron datos edafológicos y meteorológicos, se midieron parámetros físicos y se analizaron muestras de agua en superficie y profundidad. La calidad del agua es evaluada desde las perspectivas biológica, química y física.

Palabras clave: laguna, región pampeana, calidad del agua, riego.

ABSTRACT

One of the most important characteristics of the geomorphology of the Buenos Aires province, is the presence of a large number of lagoons of different sizes and forms with an irregular distribution. A lot of them have occupied potentially productive areas. The Unamuno lagoon is located in the Napostá Chico basin (1320 km²) in the denominated «pampeana» region, Argentina. The objective of this investigation is to study the water quality of the lagoon and the analysis of the possibilities of the resource utilisation. Edaphologic and meteorological data from the study area were compiled. Physical parameters were also measured and water samples (at surface and depth) were analyzed. The water quality is evaluated from a biological, chemical and physical perspective.

Key words: lagoon, pampain region, water quality, irrigation.

Fecha de recepción: 1 de octubre de 2004. Fecha de aceptación: 14 de febrero de 2005.

* La investigación que ha dado lugar al presente trabajo se desarrolla en el marco de la Beca de Estudio otorgada por la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

1 Instituto Argentino de Oceanografía. Camino de La Carrindanga, km. 7. 8000 Bahía Blanca. Argentina. vbohn@criba.edu.ar y pecillo@criba.edu.ar

2 Departamento de Geografía. C/12 de Octubre y San Juan. 8000 Bahía Blanca. Argentina. piccolo@edu.ar

INTRODUCCIÓN

El cuerpo de agua al que se denomina *laguna* en castellano, como término técnico, corresponde al lago de tercer orden, o sea, un cuerpo léntico que carece de estratificación térmica y que, por tanto, posee circulación continua todo el año. Estas similitudes y comparaciones no evitan que las lagunas pampásicas argentinas y, por extensión, sudamericanas, tengan características a veces exclusivas, a veces compartidas con otros ambientes acuáticos (Ringuelet, 1972).

Respecto del tema, a nivel mundial existen numerosos trabajos. Entre ellos, Conde et al. (2002) realizaron el análisis conceptual de las interacciones biológicas entre lagunas y el océano de la costa atlántica uruguaya. En dicho trabajo se explicitaron las principales características ambientales y sus problemáticas, se analizaron antecedentes sobre aspectos biológicos, hidrológicos y físico-químicos, y se evaluaron resultados de muestreos in situ. Finalmente, se analizó el proceso de interacción con el océano y se incluyeron las temáticas más relevantes a investigar a corto plazo.

En cuanto a los estudios a escala nacional, se destaca el trabajo de Kruse y Casanova (1993), quienes investigaron las consecuencias de la acumulación de sedimentos en lagos artificiales de la Argentina a través de lo que se analizó la influencia de dichos sedimentos en la hidrología y la biología de los lagos. Los resultados de las experiencias y observaciones mostraron las necesidades de un análisis hidrológico regional de las cuencas de drenaje y un monitoreo detallado de las variaciones en la entrada y depositación de sedimentos. A escala local se destaca el estudio de la laguna Malaver (Geraldí, 2003), cercana a la laguna Unamuno. Se estudiaron los parámetros físicos y químicos y la variación espacial de la laguna mediante la utilización de imágenes satelitales, cartografía de la zona y el análisis de los registros pluviométricos. El crecimiento areal de la laguna se constató a través del análisis de las imágenes Landsat 5 TM.

En general, la llanura pampeana está constituida por áreas planas que alternan con suaves lomadas cubiertas por pastizales, mientras que los relieves montañosos constituyen una porción muy pequeña de dicha región. En la misma, pueden reconocerse varias unidades diferenciadas por su geología, geomorfología y drenaje, suelos y vegetación (Quirós et al., 2002). En gran parte de la planicie, el drenaje es endorreico o arreico, lo cual conduce a que, bajo las condiciones subhúmedas actuales, se produzcan inundaciones periódicas extensas y prolongadas, alternando con frecuentes períodos de sequía.

Las áreas más bajas generalmente albergan lagunas permanentes o temporarias. Muchas de ellas tienen origen en procesos de deflación eólica ocurridos durante el Cuaternario. Pero un número importante han sido posiblemente remodeladas por la acción fluvial. En otros pocos casos las lagunas se han formado por el embalsado natural del agua de escorrentía, debido a la presencia de médanos, montículos loésicos o cordones de conchillas. Un tipo especial de lagunas, situadas en los puntos más bajos de la planicie, lo constituye aquellas que han estado en comunicación con el mar en épocas geológicas pasadas, y al producirse el descenso del nivel del mar quedaron aisladas, dulcificándose algo por el aporte paulatino de aguas pluviales (Quirós et al., 2002).

Las lagunas pampeanas son lagos de llanura muy poco profundos que no estratifican térmicamente excepto por períodos muy cortos de tiempo. Fueron caracterizadas como

lagos muy poco profundos, con tiempo de permanencia del agua y salinidad altamente variables, naturalmente eutróficos y actualmente bajo estrés ambiental manifiesto que incrementa aún más sus contenidos de nutrientes. La gran mayoría de las lagunas presentan una hidroquímica altamente variable, mientras que las lagunas más salinas se sitúan en las cuencas hidrológicamente más aisladas (Quirós & Drago, 1999). Su concentración salina permite clasificarlas como lagos subsalinos y salinos (Ringuelet, 1962) y, en algunos casos, como lagos de agua dulce. Como lagos de llanura, su hidrología es altamente dependiente de las precipitaciones in situ, principalmente de aquellas que se producen hacia fines del otoño. En las áreas menos salinas y con menor desarrollo humano, la vegetación arraigada generalmente cubre la superficie de las lagunas (Quirós et al., 2002).

En cuanto al estado trófico de las mismas, se afirma que actualmente varían entre eutrófico e hipertrófico. Aquellas que presentan un mayor estado trófico son las que soportan una mayor intensidad de uso de la tierra en sus respectivas cuencas de drenaje. Cuando se las compara sincrónicamente, presentan una alta variabilidad en la concentración de sales disueltas. La intensidad de uso de la tierra también se ve reflejada en las características del ecosistema lagunar. La mayoría de las lagunas claras presenta una intensidad relativamente baja de uso de la tierra en sus cuencas de drenaje. Por el contrario, todas las lagunas con alta utilización humana de sus drenajes se ubican entre las turbias, que presentan las mayores concentraciones de nutrientes y alta abundancia de peces planctívoros (Quirós et al., 2002).

Entretanto, es difícil determinar con precisión el área de las lagunas porque el perímetro de las orillas sufre constantes modificaciones producidas por las estaciones lluviosas o secas que alternan sucesivamente. Dada esta circunstancia, las lagunas actúan como sistemas de almacenamiento de agua durante los períodos húmedos para ser descargada paulatinamente, a través de la napa freática, por evaporación y eventualmente por interconexión con otras lagunas hasta alcanzar algún río o arroyo. Debido a la escasa pendiente de la región, los tiempos de residencia del agua son muy prolongados, lo que impide la eliminación efectiva de los excedentes (Quirós et al., 2002).

Específicamente, la laguna Unamuno se halla localizada en la cuenca del arroyo Napostá Chico (1320 km²), en el Partido de Coronel Rosales, provincia de Buenos Aires (Figura 1). Recibe el aporte de dicho curso (0,8 m³/s) y se desarrolla en una planicie de pendiente regional, en la que las aguas escurren de norte a sur, donde dominan las cuencas de tipo endorreicas. Su entorno presenta una vegetación de pastizales bajos con la presencia alternada de tamariscos, lo cual indica cierto grado de salinidad en los suelos.

La zona estudiada queda comprendida en la faja zonal de los climas templados, entendiéndose como tales aquellos que registran valores medios anuales de temperatura comprendidos entre 14° y 20°, y estaciones térmicas bien diferenciadas (veranos e inviernos rigurosos, primaveras y otoños intermedios). En estas áreas, donde existe una alternancia permanente de masas de aire de distinta índole, la característica esencial es la variabilidad en las condiciones de tiempo, hecho que se pone de manifiesto en todas las estaciones del año. Las lluvias, no siempre suficientes en los sectores occidentales para el cultivo sin riego, otorgan un carácter subhúmedo a esta variedad de clima templado denominado de transición (Capelli de Steffens y Campo de Ferreras, 1994).

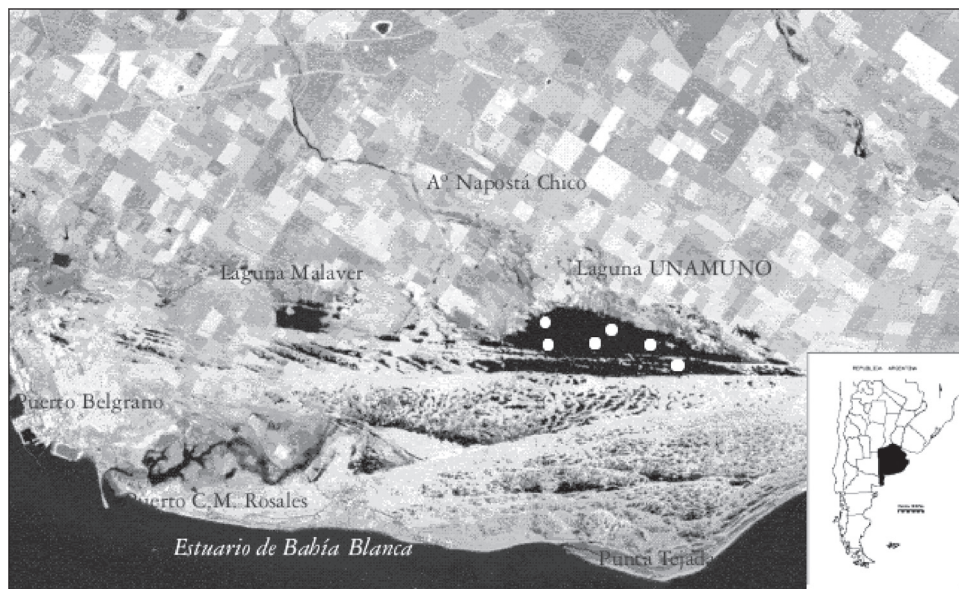


FIGURA 1

La laguna Malaver se localiza en cercanías de la laguna Unamuno, por lo que es posible comparar ciertos caracteres de ambas. La laguna Unamuno se halla limitada hacia el sur por un cordón de médanos. Los mismos constituyen uno de los motivos por los que la cuenca es endorreica. En el croquis, los círculos representan la localización de las estaciones de medición.

Según una zonificación agroeconómica (Ministerio de la Producción, 2002), el área pertenece a la Zona Mixta del Sur Oeste de la provincia de Buenos Aires, cubriendo una superficie total de 3.436.300 has. El 58 % de los suelos posee aptitud ganadero-agrícola, es decir que admiten una rotación con una fase agrícola relativamente corta, luego de un período prolongado con pasturas perennes. Por otra parte, el 28 % de los suelos tiene aptitud agrícola-ganadera y el 14 % restante tiene aptitud ganadera. De las zonas mixtas pampeanas es la que soporta condiciones climáticas más desfavorables, principalmente por el régimen hídrico.

En relación a la topografía, el sector se caracteriza por altitudes que oscilan entre los 13 y 20 m. Asimismo, presenta una importante cadena de médanos al sur de la laguna que constituyen el motivo principal por el que la cuenca es endorreica. La laguna presenta una profundidad máxima de 3,5 m (Bohn, 2003).

Finalmente, se afirma que las variaciones en las precipitaciones de la región han elevado el número y el volumen de las lagunas históricas. Debido a ello, muchos productores agropecuarios se vieron afectados. Por lo tanto, el conocimiento acerca de cambios espaciales importantes y la posibilidad de un efectivo aprovechamiento de la laguna constituyen bases importantes para los procesos de organización y planificación del espacio. En este contexto, se plantea la evaluación de la calidad del agua de la laguna como el objetivo principal del presente trabajo.

METODOLOGÍA

Para determinar las características hidrográficas de la laguna se realizaron mediciones de conductividad eléctrica, temperatura y concentración de sedimento en suspensión en la columna de agua. Para los dos primeros parámetros se empleó un MiniCTD InterOcean y para obtener la concentración de sedimento en suspensión (CSS) se midió la turbidez del agua utilizando un OBS (Optical Backscatter Sensor). Las mediciones fueron realizadas en noviembre de 2003. Se definieron siete estaciones de medición, seis de ellas en la laguna y la restante en el arroyo afluente. En las primeras, se realizaron perfiles verticales a lo largo de la columna de agua. Posteriormente a ello, se obtuvieron muestras de agua para la calibración de la concentración de sedimento en suspensión. El registro de las coordenadas geográficas se realizó mediante el uso del GPS Diferencial Gby Pro (Sistema de Posicionamiento Global). Las cartas topográficas Punta Tejada y Punta Alta elaboradas por el Instituto Geográfico Militar (IGM) fueron analizadas para la obtención de los datos topográficos del área. Ambas a escala 1:50 000, proyección Gauss Krüger.

Para la caracterización biológica se recogieron ejemplares de algas en el interior y en las orillas de la laguna. La técnica utilizada fue la de microscopía óptica. Para el análisis de los aspectos químicos se tomaron muestras de perfil de profundidad, según lo recomendado en la Norma IRAM 29012-4, y posteriormente se analizaron en laboratorio. La determinación de nutrientes se realizó mediante las siguientes técnicas: i) fosfatos: técnica de Eberlein (Tombesi, et al., 2000); ii) nitratos: Grasshof (1969); iii) nitritos: Grasshof (1969) y iv) silicatos: mediante el uso del autoanalizador Technicon II, método 186-72 W/B. Por su parte, la técnica Apha-Awwa-WPCF, Standard Methods for the examination of water and wastewater (Tombesi, et al., 2000) fue aplicada para el análisis de cationes y aniones mayores. El análisis de concentración de sedimentos en suspensión se efectuó mediante la técnica del filtrado y, para la determinación de materia orgánica, la calcinación en mufla a 500° C y por diferencia de peso.

El cálculo del Índice de Absorción de Sodio (RAS) se realizó según la fórmula enunciada por Tombesi et. al. (2000). Finalmente, se clasificó la aptitud del agua según el diagrama de Schöller (Tombesi et al., 2000). Complementariamente, la clasificación hidroquímica Stuyfzand (Smeth, 2002) permitió caracterizar un volumen determinado de agua, estableciendo el Tipo Principal, Tipo, Subtipo y Clase, respectivamente.

RESULTADOS

Características físicas

El análisis de la temperatura del agua mostró que la columna de agua no posee estratificación térmica vertical debido a la escasa profundidad de la misma y a los efectos de la mezcla producida por el viento. La temperatura del agua varió entre 18 y 21 °C (entre estaciones) para las mediciones realizadas, en noviembre de 2003, en horas del mediodía. El momento del día en que fueron tomadas las muestras es importante debido a que la calidad del agua, en un cuerpo de escasa profundidad, varía según los horarios (IRAM, 1997).

En cuanto al contenido de sales, dado que se trata de un cuerpo de agua oligohalino (Ringuelet, 1972), resulta conveniente caracterizar a la laguna en términos de conductividad eléctrica y no de salinidad. De este modo, los valores hallados en la laguna fueron del orden de los 2,93 mS/cm aproximadamente, mientras que en el arroyo afluente se registraron sólo 0,85 mS/cm. Los valores de conductividad no presentaron variaciones espaciales y/o en profundidad.

La turbidez del agua se obtuvo tras la medición de sedimentos en suspensión, mientras que la transparencia fue medida con el Disco Secchi. La turbidez fue elevada (30-60 mg/l) y la transparencia escasa (29-32 cm). Ambos valores, se hallan dentro de los rangos estándar estipulados para las lagunas pampeanas (Ringuelet, 1972).

Por su parte, la influencia del viento fue notoria (24,84 km/h, dirección N). Dicho agente actúa afectando la dinámica hidrológica de la laguna generando una variabilidad local a nivel de resuspensión de sedimentos.

Características químicas y biológicas

Las lagunas pampeanas son ambientes altamente productivos. Contribuye a ello su escasa profundidad y su ubicación en drenajes con suelos de altos contenidos en nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno). En el caso de los nitratos (Tabla 1), el valor hallado en la laguna Unamuno se encuentra en el rango de valores normales-bajos, al igual que el de los silicatos. Este aspecto es favorable debido a que dicha proporción representa escasa degradación del recurso hídrico, en tanto que, para los nitritos el valor se halla por debajo del límite. De este modo, los valores expuestos denotan la influencia de las precipitaciones del área. Las mismas son mayores en el período en el que fueron tomadas las muestras, con lo cual la concentración de nutrientes disminuye. En cuanto a la alta presencia de fosfatos, se concluye que los altos valores medidos responden a la baja solubilidad del elemento y a la característica endorreica de la cuenca. Este último aspecto favorece al paulatino aumento de las concentraciones.

TABLA 1
Comparación de Nutrientes (mg/l)

Nutrientes	Lagunas de zonas templadas	Laguna Unamuno
Nitratos	0 a 10	0.00121
Nitritos	0.07	0.00262
Fosfatos	Sin dato	0.631
Silicatos	0 a 5	3.357

El análisis de cationes y aniones formó parte de las observaciones respecto de los factores químicos, con el objetivo de cotejar con cierto rigor la influencia de un factor químico determinado (en este caso, principalmente el Na y Mg) o de una combinación de ellos sobre una situación o fenómeno determinado. En la Tabla 2 se presentan los valores

TABLA 2
Caracterización química (mg/l)

Parámetro	Unidades	A° Napostá Chico	Laguna Unamuno
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	857	2930
Residuo 105° (TDS)	mg/L	519	1884
Ca ⁺⁺	mg/L Ca	31,1	29,92
Mg ⁺⁺	mg/L Mg	13,6	5,6
Na ⁺	mg/L	206	1294
K ⁺	mg/L	11,19	24,02
HCO ₃ ⁻	Mg/L CaCO ₃	62,00	156,00
CO ₃ ⁼	Mg/L CaCO ₃	224,00	529,00
Cl ⁻	mg/L	95,9	523,3
SO ₄ ⁼	mg/L	43,6	208

medidos para los cationes y aniones (meq/l). Los mismos permitieron señalar la aptitud de las aguas de la laguna para uso ganadero y agrícola. Dicha determinación se logró a través del cálculo del RAS y la utilización de tablas de aptitud (rangos de valores permitidos).

La determinación de los grupos (Tabla 3) permitió analizar la información mediante el uso del gráfico de Schöller (Tombesi et al., 2000). Se detectaron los riesgos que puede causar el agua con respecto a la salinización y a la sodificación de suelos que pueden ser regados.

TABLA 3
Criterios de salinidad y RAS

Criterios	A° Napostá Chico	Laguna Unamuno
Criterio de salinidad	Grupo C3	Grupo C4
Criterio del RAS	Grupo S1	Grupo S4

A continuación se caracteriza la zona de estudio:

Arroyo Napostá Chico: el índice práctico (RAS = 7,75) que surgió para el afluente de la laguna Unamuno fue el C3-S1. El mismo indica que las aguas del arroyo poseen valores importantes de salinidad, por lo que no se recomienda su uso en suelos mal drenados. Incluso si se riega en suelos bien drenados, debe ser sobre cultivos con cierta tolerancia a las sales.

En cuanto a su contenido de sodio, éste permite su uso para riego con bajo riesgo de acumulación de Sodio Intercambiable. De todos modos, los niveles de sodio que pudiesen acumularse regando con esta agua podrían ser peligrosos para ciertos cultivos, en especial

de zanahoria (*Daucus carota*), avena (*Avena sativa*) y sorgo (*Sorghum vulgare*) (IHE, 2002).

Laguna Unamuno: el índice práctico (RAS = 56,84) fue C4-S4, lo cual indica agua de muy elevada salinidad. La misma no es adecuada para riego en condiciones normales. Sólo puede usarse para regar cultivos muy tolerantes a las sales y en suelos permeables, bien drenados y aplicando un exceso tal de agua que cada riego lave la sal dejada por aplicación previa. El valor de sodio también es muy elevado, por lo que el agua tampoco es aconsejable para riego desde este punto de vista. En el caso de ser utilizada, los suelos deberán ser muy bien drenados y en lugares con abundante provisión de agua para efectuar lavados adecuados.

Desde otra perspectiva, de acuerdo a la clasificación de Maas (IHE, 2002), las aguas presentan valores de conductividad eléctrica que condicionan el rendimiento de la producción de los cultivos regados con la misma (Figura 2). De este modo, en cultivos sensibles (sensitive) como la zanahoria (*Daucus carota*) y la cebolla (*Allium cepa*), el suministro de las aguas de la laguna Unamuno permitirán un rendimiento máximo del 50% sobre el total de la producción. Sin embargo, en el caso de los cultivos más tolerantes (moderately sensitive) el rendimiento oscilará entre el 50 y el 87% aproximadamente. En este último grupo de cultivos se hallan el girasol (*Helianthus annuus palustris*), la alfalfa (*Medicago sativa*) y el tomate (*Lycopersicon lycopersicum*), entre otros.

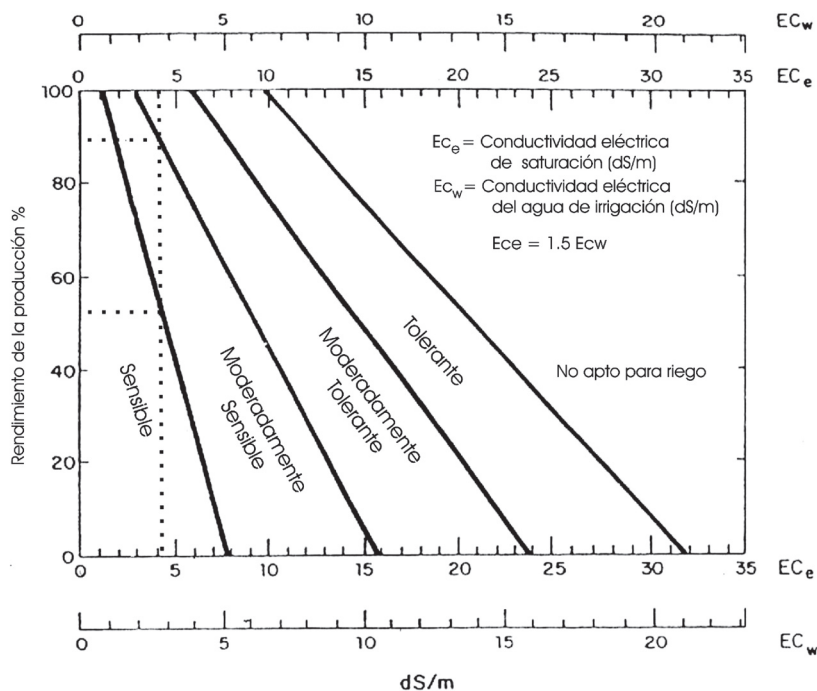


FIGURA 2

El diagrama (modificado de Maas, 1984. En: IHE, 2002) muestra las divisiones según tolerancia de los cultivos a las sales presentes en el agua de riego.

En otro orden, el aprovechamiento del recurso aplicado a la ganadería también fue evaluado. Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 4.

TABLA 4
Límites aceptables para el consumo animal

Elemento	Valor aceptable (mg/l)	Valor hallado (mg/l)	
		Laguna Unamuno	A° Napostá Chico
TDS	< 1000 sin riesgo	1884	519
	1000 mg/l a 3000 mg/l moderadamente apta		
	3000 mg/l a 7000 mg/l escasamente apta		
	> 7000 no apta		
Magnesio	500	5,6	13,6
Carbonatos	Máximo 3000	529	224
Calcio	Máximo 1000	29,92	31,10

De acuerdo a lo expuesto, los valores medidos en la laguna Unamuno indican que sus aguas son moderadamente aptas para el ganado. El valor hallado para los sólidos disueltos totales (TDS) así lo indica. Por el contrario, en el caso del Arroyo Napostá Chico, los elementos analizados se hallan dentro de los rangos recomendados. De la totalidad de los elementos, el magnesio debe ser analizado con mayor minuciosidad debido a su alto poder laxante (manifestado en la pérdida de peso de los animales). De este modo, teniendo en cuenta la importancia de la actividad ganadera en el área, se justificó el estudio y la caracterización del agua desde este criterio.

Desde otra perspectiva, tras la aplicación de la metodología de clasificación hidroquímica Stuyfzand (Smeth, 2002), pueden citarse para la laguna Unamuno:

- **Tipo Principal:** determinado por el contenido de cloruro en mg/l. De acuerdo a ello, la laguna se sitúa en la categoría «salobre».
- **Tipo:** determinado en función a la alcalinidad (meq/l). Los valores indicaron un nivel «alto».
- **Subtipo:** determinado por la combinación de cationes y aniones predominantes (meq/l). Se destacó la preponderancia de sodio, carbonatos y cloruros.
- **Clase:** según el contenido de Na, K y Mg. La determinación para el caso de estudio mostró un excedente de los elementos, lo cual indica que el cuerpo de agua efectivamente cuenta con aportes de agua dulce.

En síntesis, se afirma que, de acuerdo al análisis e interpretación de valores químicos hallados en la laguna, las aguas de la laguna Unamuno presentan altos contenidos de cloruros y valores altos de alcalinidad. En cuanto a la combinación de aniones y cationes, las aguas muestran contenidos de sodio y carbonatos elevados.

En cuanto a los análisis biológicos, el fitoplancton primaveral de la laguna Unamuno se caracterizó por la abundancia de las algas verdes (*Chlorophyceae*), seguidas por las verde-azuladas (*Cyanophyceae*) y, en último término, las diatomeas (*Bacillariophyceae*). Entre las primeras se hallaron representantes de los géneros *Pediastrum*, *Sphaerocystis*, *Kodatella*, *Oocystis*, *Coelastrum*, *Sphaerosoma* y *Closterium*, siendo *C. aciculare* la especie más abundante.

Los géneros de algas verde-azuladas mejor representados fueron *Nodularia*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Aphanothece* y *Merismopedia*; las diatomeas correspondieron tanto a Centrales: *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* y *Cyclotella*, como a Pennales: *Surirella*, *Synedra*, *Cymbella*, *Cymatopleura* y *Gyrosigma*, entre otras. El único representante de Euglenophyta presente fue *Phacus sp.*

Lo expuesto, constituye un dato complementario de la caracterización química y física del ecosistema de la laguna. Asimismo, se determinó que dos de las representantes del género de algas azules, *Nodularia* y *Microcystis* (halladas en pequeñas cantidades) son de tipo toxicogénicas. Ello significa que las mismas son capaces de generar toxinas. Las características biológicas expuestas son sólo de tipo cualitativas.

CONCLUSIONES

Se analizó la caracterización química, física y biológica de la laguna para contribuir al conocimiento de la calidad de sus aguas de forma preliminar. Estos resultados constituyen una base para la búsqueda de posibilidades de aprovechamiento del recurso. Esta investigación constituye la clave para hallar la solución al problema de la pérdida de tierras productivas.

Es recomendable utilizar el agua de la laguna para riego suplementario sólo en suelos bien drenados y con cantidades de agua cuyo volumen permita el lavado de los suelos. En cuanto a su consumo por parte del ganado, el agua es apta desde una perspectiva química. Sin embargo, es recomendable que las cantidades ingeridas sean pequeñas para evitar efectos secundarios en la salud de los animales.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realiza en el marco de la Beca de Estudio otorgada por la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC). Se agradece el apoyo y colaboración brindadas a los siguientes especialistas e instituciones: Dra. E. Parodi, Dr. H. Freije, Dra. A. Martínez, Dr. J. Marcovecchio, Lic. R. Austerian, así como al personal de apoyo del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), Universidad Nacional del Sur (Proyecto H23) y CONICET (Proyecto PIP 2158).

BIBLIOGRAFÍA

- BOHN, V.Y. (2003): *Calidad del agua en la laguna Unamuno. Provincia de Buenos Aires, Argentina*. Tesis de Magíster Profesional en Levantamiento de Recursos Hídricos, Universidad Mayor de San Simón. Centro de Levantamientos Espaciales. Inédito. Cochabamba. Bolivia.
- CAPELLI de STEFFENS, A. y CAMPO DE FERRERAS, A. (1994): «La transición climática en el Sudoeste Bonaerense». *Revista SiGEO. Serie Monografías 5*. Departamento de Geografía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina, pp. 1-51.
- CONDE, D., RODRIGUEZ GALLEGO, L. y RODRIGUEZ, L. (2002): *Análisis conceptual de las interacciones biológicas entre las lagunas y el océano de la costa atlántica uruguaya*. Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Preservación de Hábitats, FREPLATA, Uruguay.
- GERALDI, A. (2003): *Hidrografía de la laguna Malaver*, Tesis de Licenciatura en Geografía, Departamento de Geografía. Universidad Nacional del Sur. Inédito. Bahía Blanca, Argentina.
- GRASSHOF, K. (1969): *Un sistema de canal múltiple para análisis de nutrientes en aguas de mar con récord de datos analógicos y digitales. Avances en análisis automáticos*. Technicon International Symposium, Chicago (in Manuel D'Analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer P. Treguer, P.Le Corre, 1975).
- IHE (2002): *Master Course in water and Environmental Resources management*, Lecture Notes, In: Mulder, A., (2002): *Wastewater Treatment: a comprehensive introduction.. IHE, The Netherlands*.
- Instituto Argentino de Normalización (IRAM) (1997): *Norma IRAM 29012-4. Calidad del medio ambiente. Calidad del agua. Muestreo. Parte 4: directivas de muestreo de aguas de lagos naturales y artificiales*. Primera edición. IRAM 29012-4:97-12-26. Buenos Aires, Argentina.
- ITC (2002): *Master Course in water and Environmental Resources management*, Lecture Notes, In: Smeth, A., (1989): *Métodos analíticos para evaluación de calidad de aguas. Clasificación Hidroquímica Stuyfzand*. IHE, The Netherlands.
- KRUSE, E. y CASANOVA, R. (1993): *Consecuencias de la acumulación de sedimentos en lagos artificiales de la Argentina*. Conferencias de Limnología. Ed.: Andrés Boltovskoy y Hugo López. Instituto de Limnología «Dr. R.A. Ringuelet». La Plata, Argentina.
- OFICINA DE RIESGO AGROPECUARIO (2002): *Zonificación Agronómica*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Ministerio de la Producción. Gobierno de la República Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- QUIRÓS, R & E. DRAGO (1999): «The environmental state of Argentinean lakes: An overview». *Lakes and Reservoirs: Research and Management*. Vol. 4, Nro. 1, pp. 55 - 64 (10).
- QUIRÓS, R., ROSSO, J., RENELLA, A., SOSNOVSKY, A. y BOVERI, M. (2002): «Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina)». *Interciencia*, Vol. 27, Nro. 11. Buenos Aires, Argentina. pp. 548 - 591.

- RINGUELET, R.A., SALIBIAN, E., CLAVERIE, E. E ILHERO, S. (1967): «Limnología química de las lagunas pampásicas (provincia de Buenos Aires)». *Physis*, Tomo XXVII, pp. 201-221.
- RINGUELET, R. (1972): «Ecología y biocenología del hábitat lagunar o lago de tercer orden de la región neotrópica templada (Pampasia Sudoriental de la Argentina)». *Physis*, Tomo XXXI, 82. Buenos Aires, Argentina. pp. 55-76
- SMETH, J.B. (1989): *Métodos analíticos para evaluación de calidad de aguas. Clasificación Hidroquímica Stuyfzand*. Lecture Notes. ITC. The Netherlands.
- TOMBESI, N., PISTONESI, M. y FREIJE, R. (2000): *Physico-Chemical characterization and quality Improvement Evaluation of Primary Treated Municipal Waste water in the city of Bahía Blanca (Argentina)*. Química ambiental. Departamento de Química e Ingeniería Química. Apuntes de Cátedra. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.