

## **Análisis de la calidad del agua de la laguna De los Padres: potencial uso para riego**

COLASURDO, Viviana<sup>1,3,4</sup>; Oscar DÍAZ<sup>1,3</sup>; Fabián GROSMAN<sup>2,3</sup> & Pablo SANZANO<sup>2,3</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Olavarría. <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias, Tandil. <sup>3</sup> Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. <sup>4</sup> vcolasur@fio.unicen.edu.ar

Colasurdo, Viviana; Oscar Díaz; Fabián Grosman & Pablo Sanzano (2011) Análisis de la calidad del agua de la laguna De los Padres: potencial uso para riego. Rev.Fac.Agron. Vol 110 (1): 20- 25.

En las cercanías de Mar del Plata se ha desarrollado un cinturón frutihortícola de relevancia, donde se aplica riego con agua subterránea, con el consecuente impacto sobre el acuífero. Existen antecedentes que la clasifican no apta para ello, aunque la capacidad de drenaje y las precipitaciones son suficientes para asegurar el lavado de sales. En dicha región se localiza la laguna De los Padres, que igual que el resto de lagunas pampeanas se caracteriza por oscilaciones de nivel. El objetivo del trabajo es evaluar la calidad del agua para riego de este ambiente en el marco de un programa de gestión ambiental del recurso hídrico regional. Los muestreos se realizaron entre 2004 y 2006 mediante técnicas estandarizadas. El agua de la laguna es bicarbonatada-sódica y alcalina. Según la FAO los valores de conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos indican riesgo ligero a moderado de producirse problemas de salinidad. De acuerdo a U.S. Salinity Laboratory Staff el agua es altamente salina con baja restricción de uso por sodicidad. El potencial osmótico promedio fue -28,6 kPa. El carbonato de sodio residual fue superior a 2,5 mmol.L<sup>-1</sup>, por lo que no sería adecuada para riego por tendencia a precipitar carbonato de calcio. Pese a su menor salinidad respecto el agua subterránea, presenta algunas restricciones en su uso; si bien considerando las propiedades del suelo y el régimen de lluvias sería factible su utilización. Sería necesario realizar un monitoreo periódico de salinidad del suelo, considerar tipo de cultivo, accesibilidad, clima y nivel hidrométrico mínimo de la laguna.

**Palabras claves:** laguna pampeana - irrigación - salinidad – sodicidad – gestión del agua

Colasurdo, Viviana; Oscar Díaz; Fabián Grosman & Pablo Sanzano (2011) Analysis of water quality of De los Padres shallow lake: potential use for irrigation. Rev.Fac.Agron. Vol 110 (1): 20- 25.

An important fruit and vegetable cultivation area has been developed nearby Mar del Plata city, in which groundwater irrigation is applied, with the consequent impact on the aquifer. Evidence allows classifying water as not suitable for this use, but drainage capacity and rainfall are sufficient to ensure leaching of salts. De los Padres shallow lake is located in this region. It is characterized by level oscillations. The objective of this work is to evaluate the water quality of this shallow lake for possible use in irrigation within a regional environmental program for the management of water resources. Samples were taken between 2004-2006 using Standard Techniques. Water is alkaline and sodium bicarbonated. According to FAO, electrical conductivity and total dissolved solids indicate a slight to moderate risk of salinity problems. According to U. S. Salinity Laboratory Staff this water is highly saline and the degree of sodicity restriction falls within the range S1. The average osmotic potential is -28,6 kPa. The residual sodium carbonate is greater than 2,5 mmol.L<sup>-1</sup>, hence the tendency to precipitate calcium carbonate would make it unsuitable to water crops. While this superficial water has lower salinity than groundwater, its use would be possible because of the soil properties and the rainfall in the area. It would also be appropriated to monitor periodically the soil, as well as, to consider kind of crops, accessibility and hydrometric level of the shallow lake.

**Key words:** pampean shallow lake- irrigation use – salinity – sodicity – water management

---

Recibido: 22/12/2010

Aceptado: 29/08/2011

Disponible on line: 09/09/2011

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

## INTRODUCCIÓN

El territorio de la Provincia de Buenos Aires, República Argentina, presenta cuerpos de agua permanentes y/o temporarios someros y de variada extensión denominados lagunas, que constituyen una de las formas de paisaje más conspicuas de la planicie bonaerense (Dangavs, 2005). Son ecosistemas naturalmente eutróficos de aguas claras con predominio de macrófitas o elevada turbidez tanto de origen orgánico como inorgánico; incluso algunas poseen como peculiaridad, la alternancia entre el estado claro y el turbio, con cortos períodos de tiempo de transición (Scheffer et al., 1993). Otra de las particularidades es la elevada dinámica de su nivel hidrométrico originado por las constantes fluctuaciones temporales de las precipitaciones que generan momentos de seca e inundación. Las características hidroquímicas de estos cuerpos de agua están influenciadas por variables ambientales de la cuenca: ubicación geográfica, climatología, geología, vegetación, actividades humanas como uso del suelo y asentamientos, entre las principales.

En términos generales, desde el punto de vista agrícola, son escasas las situaciones en la provincia de Buenos Aires en que se utiliza el agua de las lagunas para riego. En muchas circunstancias el productor agropecuario desconoce la calidad potencial para ello. Los excesos de agua retenidos en las lagunas pampeanas podrían ser empleados para riego en momentos de necesidad, siempre en el marco

establecido por la Ley 12257, Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires.

La ciudad de Mar del Plata (SE de la Provincia de Buenos Aires), movilizada por la actividad turística y su propia dimensión como urbe, ha desarrollado un cinturón frutihortícola que abastece el mercado local y regional principalmente con productos de estación. Esta zona de aproximadamente 25 km de radio circunda el área urbana y se ha constituido en uno de los más importantes centros de producción de frutas y hortalizas provincial, debido a una destacada ubicación geográfica, condiciones agroecológicas tales como suelos ricos en materia orgánica. Los mismos se hallan representados por Argiudoles típicos, ubicados en los sectores más elevados de las lomas loésicas, con un horizonte superficial de 20 a 30 cm de profundidad de textura franca, con un contenido promedio de carbono orgánico de  $34 \text{ g.kg}^{-1}$ , pH entre 5,4 y 6,8, con altos tenores de calcio y potasio, medios de magnesio y bajos de sodio (Echeverría & Ferrari, 1993), de escurrimiento medio y permeabilidad moderada a buena.

Según el censo Hortícola y Florícola realizado en la Provincia de Buenos Aires (Ministerio de Economía, Provincia de Buenos Aires, 2006), las producciones intensivas en la zona, abarcan una superficie total de 4707 ha. La laguna De los Padres ( $37^{\circ} 55' 53,7'' \text{ S}$ ;  $57^{\circ} 44' 11,9'' \text{ O}$ ), de 220 ha de superficie, queda incluida en este cordón (Figura 1). Como toda laguna pampeana, posee fluctuaciones de volumen influenciado por las precipitaciones regionales y la conexión con el acuífero.



Figura 1: Ubicación de la laguna De los Padres y sitio de muestreo (P). En la imagen es posible observar que la laguna está rodeada de productores frutihortícolas.

Figure 1: Location of De los Padres shallow lake, and sample site (P). It can be seen in the image that the lagoon is surrounded by fruit and vegetable producers.

En general, el modelo de producción hortícola se basa en tierra que se arrienda y para mantener alta la productividad de los cultivos, se ha extendido la utilización de riego, ya sea por aspersión o por goteo, a partir de agua subterránea.

Existen antecedentes de estudios sobre la calidad del agua del acuífero utilizado para riego en la zona bajo estudio (Costa & Aparicio, 1999; Baccaro et al., 2006), donde se plantean valores de alta salinidad y conductividad eléctrica. Esto indica que el uso de esta agua es más conveniente en suelos bien drenados y con cultivos tolerantes a este contenido salino. A partir de estos resultados surgió la inquietud de emplear como fuente alternativa o complementaria de riego el agua de la laguna. Para evaluar la calidad del agua para ser utilizada en irrigación, no sólo es importante conocer la concentración de sales presentes (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2008) sino también su composición en cuanto al tipo de cationes y aniones que contiene. El efecto de su aplicación también depende de otros factores como son el tipo de suelo, el cultivo a regar y las condiciones climáticas. Los criterios más importantes para clasificar a un agua para riego y el peligro potencial en su uso son: salinidad, concentración de sodio y bicarbonato en el agua por las posibles consecuencias en el suelo, toxicidad de iones presentes en ella (Bernstein, 1964) y potencial osmótico. Aguas de riego con alto contenido de sólidos disueltos contribuyen a la acumulación de sales en el suelo, en la zona radical, reduciendo así la disponibilidad de agua para las plantas por aumento del potencial osmótico. La acumulación de sodio en el suelo causa deterioro en su permeabilidad y estructura, interfiriendo en el drenaje y la aireación requerida para el crecimiento de la planta.

El objetivo del trabajo es evaluar la calidad del agua de la laguna De los Padres, desde el punto de vista físico-químico, para contemplar o no la posibilidad de utilizarla para riego; contribuir a una adecuada planificación del uso integral del agua en su conjunto, disminuyendo la presión de extracción ejercida sobre el agua subterránea y en el caso de la laguna, optimizar su aprovechamiento basado en sus potencialidades y aptitudes. De esa forma es factible elaborar herramientas de gestión regional para asistir en los aspectos de ordenamiento territorial y de manejo sustentable de recursos. Los excesos hídricos que presenta la laguna en forma frecuente que son volcados al océano podrían ser empleados con destino productivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo muestreos regulares bimensuales de agua de la laguna De los Padres desde el 15 de diciembre de 2004 al 11 de julio de 2006. La toma de agua se realizó subsuperficialmente en un sólo punto de muestreo (Figura 1), en el que se recolectó en un pool una muestra por fecha, aproximadamente en una zona central de la laguna; en función de la mezcla permanente existente en este tipo de ambientes por su propiedad polimictica, se considera que es representativa. Las mediciones por triplicado de pH y conductividad eléctrica (CE) fueron determinadas *in situ*

con medidor multiparamétrico Hach Sension156. El resto de las determinaciones fueron llevadas a cabo en el laboratorio, siguiendo la metodología descrita por métodos estandarizados (APHA-AWWA-WPCF, 1992). Carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) por titulación con ácido clorhídrico, sodio ( $\text{Na}^+$ ) por fotometría de llama con fotómetro Zeltec ZF 240, calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) por titulación con EDTA, cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) por titulación con nitrato de plata y sólidos totales disueltos (STD) por secado a 180 °C.

Para evaluar el grado en que el sodio del agua de irrigación es adsorbido por el suelo, se utilizó la relación de adsorción de sodio (RAS) que se calculó con la ecuación:  $\text{RAS} = [\text{Na}^+] / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{1/2}$ , donde la concentración de iones en solución se expresa en  $\text{meq.L}^{-1}$ . Se estimó el potencial osmótico (PO), que es un índice de tolerancia de los cultivos a la presencia de sales, a partir de la siguiente ecuación (U. S. Salinity Laboratory Staff, 1954):  $\text{PO (kPa)} = -5,6 \times 10^{-4} \times \text{STD (mg.L}^{-1})$ . Se calculó el CSR (carbonato de sodio residual) según la fórmula:  $\text{CSR} = (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ , con concentración de iones en  $\text{mmol.L}^{-1}$ . La cantidad relativa del ión  $\text{HCO}_3^-$ , es un parámetro importante para evaluar la existencia de condiciones para la precipitación de las sales de calcio y acumulación de sodio en el suelo.

Los datos de precipitaciones proceden de registros oficiales de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional de Balcarce y Mar del Plata.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua obtenidos en cada muestreo se presentan en la Tabla 1, donde se detallan los valores de los parámetros analizados, los índices calculados y los respectivos mínimos, máximos, promedios y desvíos estándar para cada uno de ellos. Debido a la uniformidad de los datos obtenidos en las diferentes fechas de muestreo, se analizaron valores promedios de las variables.

Coincidentemente con los resultados obtenidos en estudios previos (Remes Lenicov & Berasain, 2002), el agua de la laguna De los Padres es bicarbonatada-sódica y alcalina, con valores de pH concordantes con la presencia de iones carbonato, con una tendencia a disminuir en el invierno por el aumento de la cantidad de  $\text{CO}_2$  disuelto, ocasionado por la disminución de la temperatura. El pH del agua varió de 7,0 a 9,90, con una media de 8,77, valor considerado normal y frecuente para estos ambientes.

Existen varios criterios que establecen si el agua puede usarse para el riego según el tipo y contenido de sales disueltas en ella. Según U. S. Salinity Laboratory Staff (1954), se trata de un agua altamente salina, con valores en CE correspondientes al rango C3 (entre 0,75 y 2,25  $\text{dS.m}^{-1}$ ). De acuerdo a esta categorización, es un agua que ha de ser usada en suelos de moderada a buena permeabilidad. Es importante tener en cuenta que este criterio de clasificación es muy exigente para zonas húmedas, ya que fue establecido para zonas áridas y semiáridas de Estados Unidos de Norteamérica. Sin embargo, en la Región Pampeana Húmeda, existe un exceso de agua, entre 100 y 200 mm en el balance hídrico anual, que produce el lavado

de sales que pudieran acumularse en el suelo por el empleo de agua con alto contenido salino (Costa, 1995). Por lo tanto, se podría flexibilizar la utilización de aguas de concentración de sales dudosa con la condición de monitorear la concentración de sales del suelo (Baccaro et al., 2006). Hay que considerar también, que si bien la salinidad reduce la disponibilidad de agua para los cultivos, éstos responden de diferentes formas. Alguno de ellos puede producir rendimientos aceptables a niveles de salinidad relativamente altos (Ayers & Westcot, 1985), tal es el caso de varias de las especies cultivadas en el cinturón frutihortícola de Mar del Plata, como la remolacha, espárrago, brócoli, calabaza, espinaca y tomate, entre otros.

Para conocer el grado de restricción por sodicidad, se analiza el valor del RAS. De acuerdo a los valores obtenidos (entre 4,5 – 8) y considerando las normas establecidas por U. S. Salinity Laboratory Staff (1954), el agua de la laguna De los Padres resulta baja en sodio (rango S1) y podría ser usada para riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

La clasificación propuesta por la FAO (Ayers & Westcot, 1985) es menos restrictiva respecto al contenido salino e incorpora el concepto de interacción RAS-CE para evaluar el peligro de sodicidad. Todos los valores registrados de CE y STD, caen en el mismo rango e indican que existe riesgo de ligero a moderado de producirse problemas de salinidad, al igual que el peligro de sodicidad del suelo.

La FAO también evalúa problemas de toxicidad de diversos iones que pueden ser absorbidos por las plantas. La concentración de cloruros presente en la laguna De los Padres, con una media de 1,9 meq.L<sup>-1</sup>, indica que no existirían riesgos en el uso del agua,

tanto en riego por aspersión como por superficie. La característica de estos iones es que al no ser adsorbidos o retenidos por el suelo, se mueven fácilmente con el agua y son absorbidos por el cultivo. Un exceso de cloruros en el agua de irrigación suele manifestarse con quemaduras en las puntas de las hojas que avanzan por los bordes hasta llegar al secado de las mismas. Los valores de concentración de sodio en todos los casos son mayores a 3 meq.L<sup>-1</sup> y menores a 9 meq.L<sup>-1</sup>, con lo que la restricción en su potencial uso para riego superficial se sitúa en el rango de ligera a moderada y de restricción severa en riego por aspersión. La toxicidad producida por el sodio es más difícil de diagnosticar y se evidencia por la muerte de tejidos y quemaduras fuera del borde de las hojas.

El PO presentó un promedio de -28,6 kPa, con un rango de -23,1 a -31,9 kPa. Este potencial es el que debe vencer la planta para absorber agua. En la medida que aumenta la salinidad y disminuye la cantidad de agua el potencial decrece y con él la cantidad de agua disponible para los cultivos. Estos valores de PO calculados son tolerables por muchos de los cultivos desarrollados en la zona ya que éstos son resistentes a los tenores de salinidad encontrada en el agua analizada.

El pH del agua de riego no es en general un criterio usado para evaluar su calidad, debido a la disparidad existente en la capacidad tampón entre el agua y suelo. Suelos con elevado contenido de materia orgánica como los presentes en esta zona de estudio, poseen mayor poder buffer para soportar cambios químicos. No obstante, ésta es una variable muy importante, ya que determina las concentraciones relativas de las especies de carbonato disueltas en el agua (Baccaro et al., 2006).

Tabla 1. Composición iónica (mg.L<sup>-1</sup>), pH, CE (dS.m<sup>-1</sup>), STD (mg.L<sup>-1</sup>), RAS (mg.L<sup>-1</sup>), PO (kPa) y CSR (mmol.L<sup>-1</sup>) de la laguna De los Padres en las diferentes fechas; datos estadísticos descriptivos.

Table 1. Ionic composition (meq.L<sup>-1</sup>), pH, CE (dS.m<sup>-1</sup>), STD (mg.L<sup>-1</sup>), RAS (mg.L<sup>-1</sup>), PO (kPa) and CSR (mmol.L<sup>-1</sup>), of De los Padres shallow lake in different dates and statistics descriptive data

Fecha	pH	CE	STD	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	RAS	PO	CSR
15/12/04	9,25	1,02	412	1,20	5,30	1,90	1,52	1,19	7,93	6,82	-23,1	4,5
16/02/05	9,90	0,75	502	1,65	4,53	2,04	0,45	1,07	6,92	7,95	-28,1	4,6
05/04/05	8,97	0,94	535	2,14	3,48	2,03	1,05	1,22	6,92	6,49	-30,0	3,4
15/06/05	8,27	1,13	564	0,93	6,18	1,58	1,22	1,26	6,92	6,22	-31,6	5,4
04/08/05	8,87	1,07	569	0,00	8,08	2,04	1,45	1,33	7,09	6,02	-31,9	6,7
05/10/05	8,70	0,86	458	0,00	6,35	1,76	1,52	1,00	5,05	4,49	-25,6	5,1
09/11/05	8,90	0,98	517	0,00	6,78	1,69	1,45	1,22	6,42	5,56	-29,0	5,4
08/02/06	9,10	0,80	501	0,76	5,90	2,04	1,00	1,15	7,60	7,33	-28,1	5,2
11/07/06	7,00	1,12	533	0,00	6,96	2,25	1,24	1,20	7,83	7,09	-29,8	5,7
Mínimo	7,00	0,75	412	0,00	3,48	1,58	0,45	1,00	5,05	4,49	-31,9	3,4
Máximo	9,90	1,13	569	2,14	8,08	2,25	1,52	1,33	7,93	7,95	-23,1	6,7
Promedio	8,77	0,96	510,1	0,74	5,95	1,92	1,21	1,18	6,96	6,44	-28,6	5,1
Desv. est.	0,80	0,14	50,07	0,81	1,37	0,21	0,35	0,10	0,87	1,03	2,81	0,91

Todas las muestras poseen un CSR superior a 2,5 mmol.L<sup>-1</sup>, con lo que acorde a éste parámetro, no serían adecuadas para riego (Wilcox et al., 1954; Báez, 1999), ya que habría una tendencia a que precipite carbonato de calcio, aumentando así la concentración de sodio en el suelo, con la consecuente alteración en su estructura y permeabilidad. Esta relación tiene la limitación que supone que precipita todo el bicarbonato presente en el agua; sin embargo, esto dependerá de la proporción de agua que infiltra a través del suelo, y en la zona de estudio el suelo se caracteriza por poseer buena permeabilidad, y bajo contenido de sodio.

En las determinaciones fisicoquímicas llevadas a cabo en aguas subterráneas de la región del Cinturón Hortícola de Mar del Plata utilizadas para riego (Baccaro et al., 2006), se obtuvieron valores más elevados de CE (entre 1,11 y 1,39 dS. m<sup>-1</sup>), de STD (entre 710 y 890 mg.L<sup>-1</sup>) y de RAS (entre 3,4 y 28,2 meq.L<sup>-1</sup>) y un menor PO (entre -40 y -50 kPa). A pesar de que es el agua que utilizan los productores hortícolas para regar, las muestras fueron clasificadas como no aptas para riego, especialmente en suelos de drenaje limitado.

Costa & Aparicio (1999), demostraron que el riego suplementario en el sudeste bonaerense permite la utilización de aguas con CE < 4 dS.m<sup>-1</sup> sin riesgo de acumular sales en el perfil del suelo, ya que su capacidad de drenaje y las lluvias de la zona, son suficientes para asegurar el lavado de las sales.

Analizando el gráfico de registros de lluvias (Figura 2) se observa que durante los años 2004 al 2006, se detectan valores relativamente bajos de lluvias de acuerdo al perfil de precipitaciones registradas en los últimos 30 años, por lo que se puede inferir que en momentos de mayor intensidad de lluvias la laguna presenta mayor volumen de agua, mayor dilución y con ello menor salinidad, con lo que se vería beneficiada su calidad para su potencial uso para riego.

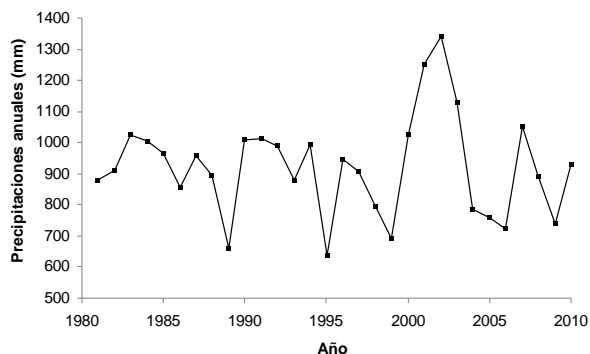


Figura 2: Precipitaciones registradas en la zona de la laguna De los Padres en los últimos 30 años.

Figure 2: Rainfall in the area of De los Padres shallow lake in the past 30 years.

## CONCLUSIONES

La decisión a aplicar una determinada agua de riego necesita ser evaluada, no solamente teniendo en cuenta la calidad del agua, sino también en las condiciones que va a ser utilizada, es decir,

considerando el cultivo a regar, propiedades del suelo, accesibilidad a la misma y características climáticas, entre otras.

El agua de la laguna De los Padres se caracteriza por ser bicarbonatada-sódica y poseer un contenido de sales elevado para su utilización en riego. Sus excesos podrían ser empleados para riego suplementario en el cinturón hortícola de Mar del Plata, teniendo en cuenta que las características de drenaje de los suelos y la cantidad de lluvias que se registran en esta región, pueden ser suficientes para lograr el lavado de sales, y que son aguas con menor contenido salino que las subterráneas que se emplean actualmente para regar la zona. Hay que considerar que la aplicación en riego de aguas de salinidad media es factible siempre que se realice un monitoreo periódico de salinidad del suelo.

Los datos obtenidos pueden ser interesantes como punto de partida para realizar investigaciones en las que se avance sobre resultados concretos de la aplicación del agua de la laguna para riego de los cultivos, en el marco de la calidad del suelo de la zona, de los cultivos más importantes que se realizan en el cinturón hortícola implicado y de las condiciones climáticas de la región, ya que, tal como fuera mencionado, son variables determinantes para definir si la calidad del agua es adecuada para utilizarla para riego.

El destino de riego que podría darse al agua de laguna debe ser abordado en un marco de gestión integral del recurso hídrico, a modo de complemento de riego a partir del acuífero, en momentos de excesos hídricos superficiales, y con una constante evaluación del impacto de la extracción de agua de laguna sobre el mismo ecosistema, determinando época del año y volumen, y principalmente la cota mínima sobre la cual permitir la acción.

## BIBLIOGRAFÍA

- APHA-AWWA-WPCF.** 1992. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones Díaz de Santos. S. A. Madrid. España.
- Ayers, R. & D. Westcot.** 1985. Water quality for agriculture. FAO, Irrigation and drainage Paper N° 29. Rev. 1, Roma.
- Baccaro, K., M. Degorgue, M. Lucca, L. Picone, E. Zamuner & Y. Andreoli.** 2006. Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar del Plata. *Ria* 35(3): 95-110.
- Báez, A.** 1999. Efecto de la calidad del agua de riego sobre las propiedades del suelo. Tesis de especialización. INTA. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/pdf/tesisbaez.pdf>. Último acceso: Diciembre 2010.
- Bernstein, L.** 1964. Salt tolerance of plants, U.S. Department of Agriculture. Information Bulletin 283. pp.23.
- Costa, J.L.** 1995. Pasos a seguir por parte del productor que desea regar. Calidad de agua. p 21-40. En: Manual de Riego del Productor Pampeano. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Buenos Aires.

**Costa, J.L. & V. Aparicio.** 1999. Efecto de la calidad de agua sobre las propiedades químicas y físicas de suelos bajo riego suplementario en el SE de la Provincia de Buenos Aires en la República Argentina. XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón, Chile. Disponible en:

<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/recreat/suelos/CongresoParana04/CostaAparicio2.pdf>. Último acceso: Diciembre 2010.

**Dangavs, N.** 2005. Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires. Proceeding XVI Congreso Geológico Argentino. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires, capítulo XIII, pp. 219-235.

**Echeverría H. & J. Ferrari.** 1993. Relevamiento de algunas características de los suelos agrícolas del sudeste bonaerense. EEA INTA Balcarce. Boletín Técnico N° 12.

**Ministerio de Economía, Provincia de Buenos Aires.** Dirección Provincial de Estadística. Subsecretaría de hacienda. 2006. Censo Hortiflorícola de la Provincia de

Buenos Aires. Disponible en: <http://www.ec.gba.gov.ar/Estadistica/chfba/censohort.htm>. Último acceso marzo 2011.

**Remes Lenicov M. & G. Berasain.** 2002. Laguna Los Padres, partido de Gral. Pueyrredón. Campaña de relevamientos limnológicos e ictiológicos. Subsecretaría de Actividades Pesqueras, Ministerio de Asuntos Agrarios. Informe técnico. 39 pp.

**Scheffer M., S.H. Hopper, M.L. Meijer, B. Moss & E. Jeppesen.** 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. Trends in Ecology and Evolution 8: 275-279.

**Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.** 2008. Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente. República Argentina.

**U. S. Salinity Laboratory Staff.** 1954. U.S. Dept. of Agriculture: Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, Handbook 60 U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. Ed. L. A. Richards.

**Wilcox, L.V.; G. Y. Blair & C. A. Bower.** 1954. Effect of bicarbonate on suitability of water for irrigation. Soil Sci. 77:259-266.