

## TENOR SALINO Y CONTENIDO DE BORO EN AGUAS PARA RIEGO

ALICIA RENDINA, ALICIA F.DE IORIO y MIRTA RUGGIRIELLO<sup>1</sup>

Recibido: 01/09/93

Aceptado: 18/01/94

### RESUMEN

Se analizó la calidad de aguas de pozo utilizadas para el riego en la zona hortícola del Partido de La Plata. En las muestras se determinó sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruro, sulfato, bicarbonato, boro, pH y conductividad. Se obtuvieron los siguientes intervalos de concentraciones:

sodio: 0,8-13,0 , potasio: 0,01-0,23 , calcio: 1,0-5,2 , magnesio: 0,4-3,2 , cloruro: 0,2-3,6 , sulfato: 0,5-2,6 , bicarbonato: 4,7-14,0 (en meq/l), boro: 0,05-0,77 (ppm), pH: 6,9-8,2 y conductividad: 0,7-1,8 (dS/m).

Los resultados indican que el agua utilizada en el área relevada puede considerarse apta para riego con respecto a los niveles de concentración de los iones considerados, no observándose restricciones severas de uso para ninguna de las muestras analizadas.

**Palabras clave:** aguas, riego, salinidad, boro

### SALINITY AND BORON CONTENT IN WATER USED FOR IRRIGATION

#### SUMMARY

The quality of well's water used for irrigation in the La Plata's orchard area was determined. In the samples sodium, potassium, magnesium, chloride, bicarbonate, boron, pH and conductivity were determined. The following concentration ranges have been obtained: sodium 0,8-13,0, potassium 0,01-0,23, calcium 1,0-5,2, magnesium 0,4-3,2, chloride 0,2-3,6, bicarbonate 4,7-14,0 (meq/l), boron 0,05-0,77 mg/l, pH 6,9-8,2 and conductivity 0,7-1,8 dS/m. The results indicate that water used in the area recorded, may be considered apt for irrigation, according to concentration levels of ions determined, and no main restrictions have been observed in any of the analyzed samples.

**Key words:** water, irrigation, salinity, boron

### INTRODUCCION

Las aguas naturales contienen cantidades variables de sales disueltas (Jackson, 1970). Las aguas subterráneas varían mucho más que las superficiales y con pocas excepciones no es posible seleccionar aguas subterráneas que se consideren típicas de una zona o cuenca determinada (Allison, 1973).

No siempre los recursos superficiales y subte-

rráneos pueden utilizarse con fines de riego, ya que deben reunir determinadas características de cantidad, calidad, cercanía y persistencia en el tiempo, y en muchos casos las aguas subterráneas constituyen la única fuente aceptable (Salas, 1992). En general se cuenta con agua de una sola calidad, y en función de ésta se debe seleccionar la actividad productiva posible y alternativa a implementar,

---

<sup>1</sup>Cátedra de Química Analítica, Facultad de Agronomía, UBA, Avda. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires.

mediante prácticas de manejo adecuadas (Ayers y Westcot, 1987).

La calidad del agua para riego está determinada por la concentración y composición de las sales disueltas que contenga. La presión osmótica y la naturaleza de las sales presentes pueden ejercer una importante influencia en el desarrollo vegetal, afectando el rendimiento y la calidad de los cultivos. El boro se encuentra presente en casi todas las aguas naturales y su concentración varía desde trazas hasta partes por millón, este elemento es esencial para el crecimiento normal de las plantas, pero en exceso puede ser tóxico aún encontrándose en cantidades relativamente bajas en la solución del suelo.

En la Pcia. de Buenos Aires se riegan 63000 ha de las cuales 13000 ha corresponden al cinturón hortícola.

Bajo estas consideraciones y teniendo en cuenta la influencia del agua de riego en el rendimiento y calidad de los cultivos, se desarrolló este trabajo con el objetivo de establecer la calidad de agua para riego en relación al tenor salino y el contenido en boro en el área hortícola del Partido de La Plata.

## MATERIALES Y METODOS

### Muestreo

Se utilizó un muestreo por conglomerados o agrupado bietápico, tomando como unidades de primera etapa a las localidades de donde se extrajeron al azar las unidades experimentales de muestreo, o sea las muestras de agua de pozo. Se tomaron catorce muestras de pozos distribuidas en distintas localidades y profundidades del Partido en estudio (cuadro N°1).

La zona corresponde a la llanura ondulada (Leon *et al.* 1979). Estratigráficamente corresponde a las series del Pampeano (Frenguelli, 1957), y la mayoría de los suelos del área son Argiudoles.

Las huertas bajo estudio tienen una superficie promedio de 20 a 25 ha, el riego se realiza por surcos y el agua utilizada para el mismo es de pozo.

Algunas de las especies más importantes que se cultivan son: Repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*),

Coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), Brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), Espinaca (*Espinacea oleracea*), Pimiento (*Capsicum annum*), Tomate (*Lycopersicum esculentum*), Perejil (*Petroselinum crispum*), Zanahoria (*Daucus carota*), Lechuga (*Lactuca sativa*), Radicheta (*Cichorium intybus*), Haba (*Vicia*

*faba*), Chaucha (*Phaseolus vulgaris*), Pepino (*Cucumis sativus*), Frutilla (*Fragaria* sp.), Espárrago (*Asparagus officinalis*), Acelga (*Beta bulgaris* var. *cicla*), Remolacha (*Beta vulgaris* var. *esculeta*), Alcaucil (*Cynara candunculus* var. *scolymus*), Apio (*Apium graveolens*) e Hinojo (*Foeniculum vulgare*).

Se relevaron catorce establecimientos con una superficie total promedio de 300 ha, siendo el porcentaje de la superficie hortícola muestreada del 2 % según el Censo Agropecuario de 1988.

### Análisis químico de las aguas

La recolección de las muestras se hizo en envases plásticos y se refrigeraron a 4°C hasta su análisis, siguiendo las normas ASTM (ASTM, 1979).

El contenido de carbonatos y bicarbonatos se determinó por titulación directa (Kolthoff y Sandell, 1976), Cloruros por el método de Mohr (Kolthoff y Sandell, 1976), Sulfatos por el método de Fritz y Freeland (Kolthoff y Sandell, 1976), Sodio por fotometría de llama (ASTM, 1979), potasio por absorción atómica (ASTM, 1979), Calcio y Magnesio por titulación complejométrica (ASTM, 1979). Boro por potenciometría utilizando manitol (ASTM, 1979), pH con electrodo de vidrio (ASTM, 1979), relación de adsorción de sodio (RAS) y conductividad (Allison *et al.* 1973).

### Métodos de evaluación de resultados

Se interpretó la calidad de las aguas utilizando las directrices de la University of California (Davis, 1974);

Cuadro N° 1: Procedencia de las aguas y profundidad de muestreo

Muestra	Localidad	Profundidad metros
1	Colonia Urquiza	60
2	Colonia Urquiza	60
3	Colonia Urquiza	60
4	Abasto	60
5	Abasto	60
6	Abasto	40
7	Poblet	36
8	Poblet	36
9	El Peligro	20
10	El Peligro	20
11	Melchor Romero	20
12	City Bell	30

Cuadro N° 2: Composición de las aguas de riego: cationes y aniones solubles, pH y conductividad.

Profundidad	m	60	60	60	60	60	40	36	36	20	20	20	30	13	28
Localidad		CU	CU	CU	A	A	A	P	P	EP	EP	MR	CB	VE	G
C03=	meq/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HC03	meq/l	10,2	8,6	8,4	7,4	4,7	6,1	8,8	8,8	7,9	7,9	9,3	8,4	9,3	14,0
C1-	meq/l	1,6	0,4	0,8	0,5	2,8	2,3	0,7	1,0	0,7	0,2	0,8	1,3	0,8	3,6
S04=	meq/l	1,0	2,6	1,6	1,6	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,6	1,6	2,1	2,1
Na+	meq/l	9,5	4,6	2,3	5,0	2,1	0,8	0,8	5,2	1,5	2,8	7,8	8,3	7,8	13,0
K+	meq/l	0,05	0,03	0,10	0,05	0,01	0,04	0,05	0,05	0,13	0,11	0,05	0,05	0,06	0,23
Ca++	meq/l	2,1	2,4	4,1	1,0	4,9	5,2	1,6	2,3	4,5	3,5	1,8	1,2	2,2	2,7
Mg++	meq/l	0,5	2,0	2,4	1,0	2,8	2,9	0,4	2,3	3,1	2,0	1,7	1,5	1,5	3,2
B	mq/l	0,50	0,50	0,20	0,30	0,60	0,30	0,30	0,09	0,77	0,34	0,60	0,05	0,50	0,50
Conduct.	dS/m	1,1	1,0	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8	1,0	1,0	1,1	1,8
ph		8,2	8,0	7,9	8,1	7,2	6,9	8,2	6,9	7,3	7,4	7,5	7,6	8,2	8,1
RAS		12,2	3,8	1,7	5,7	1,3	0,5	11,0	4,2	1,0	2,2	7,1	8,1	7,3	9,3

CU	Colonia Urquiza	MP	Melchor Romero
A	Abasto	CB	City Bell
P	Poblet	UE	Villa Elisa
EP	El Peligro	G	Gonnet

las mismas se refieren a los efectos a largo plazo de la calidad del agua sobre la producción de cultivos, las condiciones del suelo y el manejo agrícola.

Se debe destacar que los suelos de las directrices abarcan texturas que varían entre franco arenoso a franco limoso con buen drenaje interno y clima semiárido a árido siendo las restricciones demasiado severas para zonas más templadas (Ayers y Westcot, 1987).

En las mismas se dan tres grados de restricción de uso del agua según: salinidad (estimada a través de la conductividad), RAS (relación de adsorción de sodio) pH y toxicidad de iones específicos de los cuales en este trabajo se evaluaron: sodio, cloro, calcio, magnesio, potasio, sulfato, bicarbonato y boro. Cuando se utilizan aguas con valores menores a los correspondientes a "ninguna" restricción de uso por lo general no se presentan problemas en los cultivos o en el suelo. En caso de restricción de "ligera a moderada" se requiere un cuidado gradualmente mayor en la selección de los cultivos y de las alternativas de manejo para alcanzar el potencial máximo de rendimiento. La restricción "severa" implica la aparición de problemas de suelo y de cultivo y/o reducción de los rendimientos y la necesidad de contar, para lograr rendimientos aceptables, con prácticas de manejo adecuadas (Ayers y Westcot, 1987).

Utilizando el Teorema de Tchebysheff se determinó el número total de mediciones que caen dentro del intervalo específico determinado por  $X \pm 2S$  siendo  $X$  y

$S$  la media y desviación estándar muestral respectivamente. De esta manera se describió la variabilidad de la distribución de pH y conductividad para las muestras obtenidas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el laboratorio del análisis de las muestras de agua se presentan en el cuadro N°2 y en el cuadro N°3 se dan las restricciones de uso para las especies cultivadas respecto del tenor salino y concentración de boro de las aguas de riego.

Del cuadro N°3 se deduce que sólo el 14% de las muestras no presentan restricción de uso respecto de la salinidad y el 86% con restricción de uso de ligera a moderada.

Respecto del RAS el 29% no presenta restricción de uso y el 71% con restricción de uso de "ligera a moderada" y en cuanto al boro sólo una muestra correspondiente a la localidad de El Peligro tiene restricción de uso de "ligera a moderada".

Utilizando las tablas de tolerancia a la salinidad de Mass y Hoffman (1977) y Mass (1984), que utiliza como base de clasificación la conductividad del agua de riego (Ayers y Westcot, 1987), y donde los valores de tolerancia representan potenciales de producción cuando la salinidad es el único factor limitante, se infiere que las muestras 1, 2, 11, 12 y 13 afectan levemente al cultivo de poroto con un rendimiento potencial del 90%. La muestra 14 (Gonnet) afecta los cultivos de pimiento, rábano, cebolla, zanahoria y nabo deprimiendo en un 10% el rendimiento potencial considerando como único factor limitante la salinidad. Con respecto al contenido de boro solo la muestra 9 (El Peligro) dio restricción de uso de "ligera a moderada" por lo cual su uso podría afectar especies muy sensibles y sensibles (Maas, 1984) como cebolla y ajo.

No se observó relación entre la profundidad de los pozos con los valores de pH y conductividad de las aguas aún en pozos situados en la misma localidad.

No hubo diferencias en el pH de las aguas con la profundidad ni con la ubicación de los pozos en el área muestreada, dado que las mediciones obtenidas se ubicaron entre los niveles de 6,7 y 8,6

Cuadro N° 3: Restricciones de uso de las aguas, según contenido en boro, salinidad y RAS.

Muestra	Salinidad	RAS	Boro
1	L-M	L-M	N
2	L-M	L-M	N
3	L-M	N	N
4	N	L-M	N
5	L-M	N	N
6	L-M	N	N
7	L-M	L-M	N
8	L-M	L-M	N
9	N	L-M	L-M
10	L-M	N	N
11	L-M	L-M	N
12	L-M	L-M	N
13	L-M	L-M	N
14	L-M	L-M	N

Restricciones: N ninguna  
L-M ligera a moderada

(considerando un intervalo  $X \pm 2S$  con  $X=7,7$  y  $S=0,48$ ).

Iguales resultados se obtuvieron con la conductividad, exceptuando la muestra 14 (Gonnet), ya que se ubicó fuera de los niveles de 0,4 y 1,5 dS/m (considerando un intervalo  $X \pm 2S$  con  $X=1,0$  y  $S=0,27$ ).

Los valores de boro encontrados oscilaron entre 0,05 y 0,77 ppm no encontrándose relación entre la concentración de boro y la profundidad de perforación.

### CONCLUSIONES

Las características del agua utilizada en la zona relevada no se aparta de lo citado por la bibliografía como agua apta para riego de especies hortícolas comunes producidas en la zona.

En cuanto al tenor salino, la mayoría de las muestras se encuentran en un intervalo de 0,8 - 1,8 dS/m, por lo tanto el grado de restricción de uso es de "ligera a moderada", requiriéndose un cuidado gradualmente mayor en la selección de los cultivos y en las alternativas de manejo para alcanzar el potencial máximo de rendimiento, para las clases texturales de los suelos bajo producción.

Respecto del contenido de boro, las aguas presentan niveles adecuados, estando dentro de lo recomendado por la tabla de directrices, excepto una muestra de la localidad de El Peligro con restricción de uso de "ligera a moderada".

El resto de los componentes del agua presentan niveles adecuados que no afectan la calidad de agua para riego.

### BIBLIOGRAFIA

- ALLISON L.E., *et al.* (1973). "Suelos salinos y sódicos". Departamento de agricultura de los Estados Unidos de América. 172 pg. Ed. Limusa. México.
- ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS (1979). Part 31. water. American Society for testing and materials. 1280 pg. Ed. American Society for testing and materials. USA.
- AYERS R.S. y WESTCOT D.W. (1987). "La calidad del agua en la agricultura". En: FAO, Riego y drenaje, estudio 29. Roma.
- DAVIES (1974). "Guidelines for interpretation of water quality for Agriculture". University of California. USA.
- FRENGUELLI J. (1957). " Geografía de la República Argentina". En *GAEA*, 2 (3): 1-218.
- JACKSON M.L. (1970). " Análisis químico de suelos". 662 pg. Ed. Omega.
- KOLTHOFF I.M. y SANDELL E.B. (1976). " Análisis Químico Cuantitativo". 1230 pg. Ed. Omega. Barcelona.
- LEÓN J., BURKART S. y MOVIA C. (1979). "Relavamiento Fitosociológico del Pastizal del Norte de La Depresión del Salado". INTA. *Serie Fitogeográfica* N° 17. 95 pg.
- MASS E.V. (1984). "Salt Tolerance of Plant". Handbook of Plant Science in Agriculture. 300 pg. Ed. Christie B.R. Florida. USA.
- MASS E.V. y HOFFMAN G.J. (1977). "Crop Salt Tolerance". Current Assessment J. Irrigation and Drainage Division. ASCE 103(IRZ) *Proceeding Paper* 12993:115-134.