

Calidad de agua de riego.

Variación espacial y temporal en el canal Principal del Este del dique Las Pirquitas, provincia de Catamarca.

Pablo Demin¹, María Belén Barrera¹, Marcelo Assán², Eber Delgado², Fernando Baravalle², Stella Maris Gorosito², Federico Segovia² y Juan Curarello¹

¹Estación Experimental Agropecuaria Catamarca.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Ruta N° 33. Km 4,5. Valle Viejo. Catamarca.

²Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.

Maestro Quiroga 51

demin.pablo@inta.gob.ar

Demin, P., Barrera, M. B., Assán, M., Delgado, E., Baravalle, F., Gorosito, S. M. Segovia, F. & Curarello, J. (2016). Calidad de agua de riego. Variación espacial y temporal en el canal Principal del Este del dique Las Pirquitas, provincia de Catamarca. *Revista Estudios Ambientales*, 4(1), 4-18.

Recibido: 13 de octubre de 2015

Aceptado: 15 de diciembre de 2015

Publicado: 30 de junio de 2016

RESUMEN

El canal Principal del Este, correspondiente a uno de los subsistemas de riego, atraviesa en toda su extensión distintas zonas urbanas, utilizándose el agua de riego que conduce para otros fines como ser recreación, riego de parques, consumo humano y para el consumo animal ocasional. Respecto de la calidad del agua que transporta este canal, la información sobre sus características físico-químicas no se encuentra disponible. Por ello se planteó la determinación de la calidad del agua con fines de riego de este canal principal en distintos puntos a lo largo de su longitud, a modo de repeticiones, en distintas épocas del año para conocer su variación espacial y temporal. Los resultados obtenidos permitieron afirmar que la calidad del agua, por sus características físico-químicas, es aceptable a lo largo de todo el año.

Palabras claves: concentración, cationes, aniones.

ABSTRACT

The channel Principal del Este, corresponding to one of the subsystems of irrigation, through its various extension throughout urban areas, leading irrigation water for other purposes such as recreation, parks irrigation, human consumption and animal feed used occasional. In reference to water quality that transports this channel, information of their physical chemical characteristics is not available. Therefore the determination of the water quality of this main channel at different points along its length, for repetitions in different seasons to meet their spatial and temporal variation was raised. The results allowed to state that the water quality, for their physicochemical characteristics, is acceptable throughout the year.

Keywords: concentration, cations, anions.

INTRODUCCIÓN

El planeta Tierra posee un 71% de su superficie cubierta por agua, sin embargo solo el 3% es dulce y únicamente el 0,003% del total es accesible para el uso humano. A esta situación se suma un incremento en la demanda de agua por parte de los distintos sectores de la sociedad en cantidad y calidad, para propiciar el desarrollo económico y social.

En este contexto, se debe tener en cuenta que la determinación de los parámetros de calidad del agua debe realizarse en base a criterios físicos, químicos y biológicos, que consideren la dinámica de los procesos y elementos que los afectan, así como la capacidad del recurso o del ecosistema para soportar presiones y su poder de autodepuración. Estos parámetros de calidad determinan los diversos usos a los que se va a destinar el recurso como ser riego, consumo humano, industria, ganadería, recreación, etc.

En cuanto al agua destinada para riego, su calidad adquiere importancia en la provincia de Catamarca que posee un clima árido (solo una pequeña superficie con clima semiárido) donde es imprescindible el aporte de agua mediante el riego para la producción de la mayoría de los cultivos.

En esta provincia existe, por un lado, un área de riego abastecida por agua subterránea que utiliza en su mayor parte métodos de riego presurizados y corresponde a nuevos emprendimientos bajo el régimen de diferimientos impositivos que ocupan alrededor de 24.000 ha cultivadas con olivo. Por otro lado, existe una superficie aproximada de 20.000 ha también bajo riego, pero tradicional que utiliza agua superficial de origen pluvio-estival, con caudales de estiaje en los meses de octubre a diciembre. El área bajo el segundo sistema de riego, al final de la estación seca, posee un problema generalizado que es la escasez de agua, que, sumado a una elevada y creciente evapotranspiración, conducen a un balance hídrico negativo en primavera e inicio de verano (Núñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004).

En la zona central de la provincia particularmente, denominada Valle Central, con una precipitación promedio anual de 350 mm, se encuentra el área bajo riego con agua superficial de este valle, donde cobra importancia el sistema de riego del dique Las Piriquitas, compuesto por una red de canales de conducción abierta y con riego por superficie que cubre toda el área tradicional.

El dique Las Pirquitas, se ubica en el Río del Valle a unos 25 km, al Noroeste de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. La cuenca de este curso tiene un desarrollo de 1.500 km², siendo los principales afluentes los ríos Ambato, de las Juntas, Rodeo, Las Trancas y de los Puestos (Fig. 1). La represa se encuentra en funcionamiento desde 1963, siendo actualmente sus finalidades riego y consumohumano.

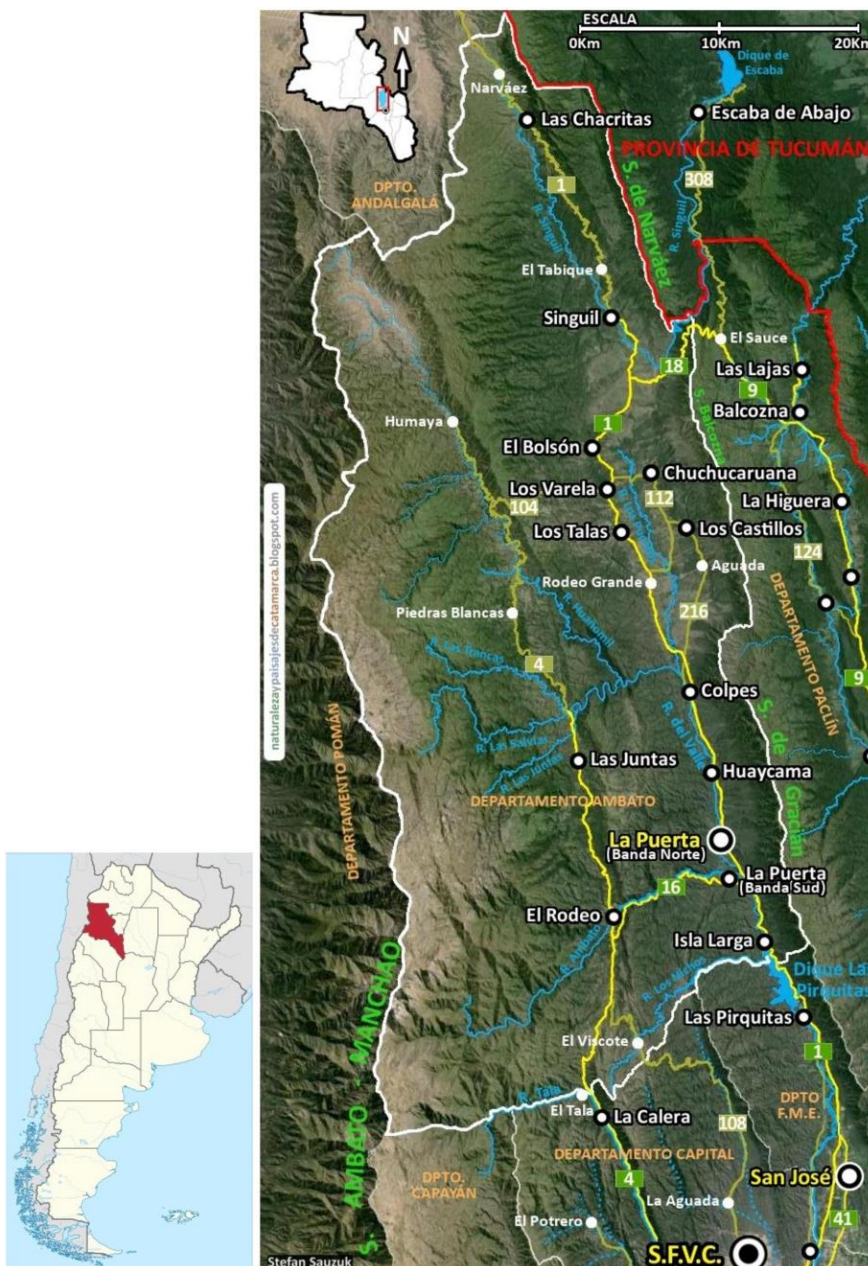


Figura 1. Río Del Valle con sus afluentes y dique Las Pirquitas (Fuente: <http://paisajesdecataamarca.blogspot.com.ar>; wikipedia.org), en la provincia de Catamarca (Argentina)

La capacidad máxima del embalse a cota 755,5 m.s.n.m. es de 55,5 hm³ (Núñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004). Al considerar el volumen original de 65 hm³, la pérdida de volumen fue de 9,5 hm³ en 44 años, lo que indicaría una tasa de 0,21 hm³/año. Esta pérdida es causada por la colmatación del embalse con sedimentos arrastrados de la cuenca.

Debido a esta disminución de la capacidad de almacenamiento del embalse la cantidad de superficie regada fue disminuyendo de tal manera que según el proyecto original para regar 10.0000 ha, en la actualidad se riegan menos de 5.000 ha (CFI, 1996). Esta superficie regada actualmente corresponde a cultivos de alfalfa, citrus, hortalizas como espinaca, acelga, ajo, cebolla, tomate zapallo, sandía y melón.

El sistema de riego de este dique posee dos subsistemas de riego bien diferenciados. El primer subsistema de riego recibe el suministro de agua del dique nivelador de Pomancillo Oeste, ubicado a unos 3 km aguas abajo del dique Las Pirquitas, del cual derivan dos canales primarios llamados "Principal del Este" y "Principal del Oeste" que son los que abastecen a través de canales secundarios a ambos márgenes del Río del Valle, hasta Sumalao en margen izquierdo, y Collagasta en margen derecho. El otro subsistema de riego es el de Las Colonias, compuesto por un canal que se origina a partir de la captación del dique derivador de Payahuaico, ubicado a 17 km aguas debajo de Las Pirquitas y abastece a las colonias de riego de Nueva Coneta y de Colonia Del Valle (CFI, 1996).

Dentro del primer subsistema de riego antes mencionado, se encuentra el canal Principal del Este, el cual atraviesa en toda su extensión distintas zonas urbanas, por lo que el agua de riego que conduce el mismo es utilizado para diversos fines como ser recreación, riego de parques, consumo humano y para el consumo animal ocasional, con el inconveniente además, que se vuelcan en él desperdicios provenientes de la actividad humana, que pueden afectar la calidad del agua tanto para riego como para consumo humano, generando además una serie de problemas en los sistemas de conducción y distribución del agua.

Respecto de la calidad del agua que transporta este canal, la información sobre sus características físico-químicas no está disponible. Por ello se realizó en el Canal Principal del Este este estudio de la calidad del agua para riego en diferentes puntos y estaciones del año, para contribuir a la determinación de los parámetros de la calidad del recurso hídrico e incrementar la información. El objetivo fue evaluar la calidad del

agua en el sistema de riego del embalse Las Pirquitas en las diferentes estaciones del año y en diferentes puntos del sistema.

METODOLOGÍA

Ubicación

La provincia de Catamarca está ubicada al noroeste de la República Argentina, entre los 25°12' y 30° 04' de Latitud Sur y entre los 69°03' y 64° 58' de Longitud Oeste aproximadamente. La mayor parte de la provincia está cubierta por montañas, dividiéndose en tres zonas diferenciadas (este, centro y oeste). El clima es árido y semiárido (Núñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004).

El estudio se llevó a cabo dentro de la zona centro de la provincia, particularmente en el Valle Central de Catamarca, donde se encuentra ubicado el canal Principal del Este, perteneciente al sistema de riego del dique Las Pirquitas. Este canal, que se encuentra revestido, posee aproximadamente 23 km de longitud y riega la margen izquierda del Río del Valle. Nace en la margen derecha del río y recibe el agua del Canal Matriz. Atraviesa el río Del Valle mediante un sifón compuesto de dos tuberías. Desde su nacimiento, y hasta cruzar el río, tiene un recorrido O-E de 336 m, el que cambia a una dirección predominante N-S hasta el final. Finaliza su recorrido en Sumalao luego de atravesar la Ruta Provincial N° 33 que une Catamarca con Córdoba (Fig. 2).



Figura 2 – Canal Principal del Estemarcado en color rojo (Fuente: <http://paisajesdecataamarca.blogspot.com.ar>)

El caudal que transporta este canal, en su trayecto inicial, es de aproximadamente 1.500 l/seg, a partir del cual se deriva agua para el sistema de potabilización y para el riego de las explotaciones existentes en su recorrido.

Esta línea de agua riega dos departamentos de la provincia de Catamarca que son Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo. De este canal se derivan unos 30 canales secundarios que por un turnado rígido derivan el agua a los canales terciarios para el riego de las propiedades rurales.

Muestreo de agua y análisis

La extracción de muestras se realizó en distintos puntos del canal Principal del Este, en diferentes estaciones del año, a fin de determinar mediante varios parámetros la clasificación de las mismas en cuanto a calidad, teniendo en cuenta su distribución espacial como temporal.

En función de un análisis previo, se eligieron, en este canal, cinco puntos de muestreo, correspondiendo el primer punto al inicio del canal que es la salida del dique derivador y los siguientes puntos correspondiendo a diferentes sitios del canal a lo largo de trayecto, donde atraviesa distintas poblaciones, hasta donde finaliza este canal primario. Para la elección de los puntos se tuvo en cuenta su cercanía a poblaciones y accesibilidad (Fig. 3). Las muestras de esos puntos en cada estación del año fueron consideradas como repeticiones debido a que los resultados de los análisis de estas muestras fueron similares entre ellos. Esto permitió comparar estos parámetros entre las cuatro estaciones del año.



Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo.

La toma de muestras de agua y la conservación de las mismas hasta llegar al laboratorio se efectuó siguiendo el protocolo propuesto por Basán Nickisch et al. (2009). Se trabajó con el laboratorio privado Lejtman, en la provincia de Catamarca, al cual las muestras fueron trasladadas en el mismo día de obtenidas.

Los parámetros físico-químicos determinados fueron: Color; Turbiedad; Olor; pH por el método potenciométrico; Conductividad eléctrica (CE) con conductímetro y expresada en $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$; Alcalinidad total (AT) expresada en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3 ; Sólidos disueltos totales (SDT) expresados en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; Dureza total (DT) expresada en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3 .

Los cationes determinados fueron Calcio por titulación con EDTA y expresado en mg.L^{-1} de Ca^{2+} ; Sodio por espectrofotometría y expresado en mg.L^{-1} de Na^{+} ; Magnesio por titulación con EDTA y expresado en mg.L^{-1} de Mg^{2+} . Los aniones, determinados por cromatografía, fueron Sulfatos expresados en mg.L^{-1} de SO_4^{2-} y Cloruros expresados en mg.L^{-1} de Cl^{-} .

Para conocer los efectos del agua en el suelo se utilizó la norma de Riverside aplicada al promedio de todos los valores ya que todos resultaban similares. Esta norma relaciona la conductividad eléctrica del agua (para determinar el riesgo de salinización del suelo) con el valor de RAS (Relación de Adsorción de Sodio). El RAS corresponde a la relación de la concentración de sodio con respecto a la de calcio y magnesio, para determinar el riesgo de sodificación.

A continuación se presentan en la Tabla 1, valores de agua de riego considerados como referencia, elegidos por ser útiles en la determinación del impacto del agua sobre el suelo.

Tabla 1–Valores de referencia de agua para riego. Fuente: CSR Servicios (Laboratorio de Análisis de Agrícolas)

Parámetro	Unidades	Utilización			Problemas
		Sin riesgo	Con riesgo	Peligro	
Conductividad	$\mu\text{s.cm}^{-1}$	1.000	1.000-1.575	1.575	Salinidad
Calcio	mg.L^{-1}	50		250	Obstrucción
Magnesio	mg.L^{-1}			120	Obstrucción
Bicarbonatos	mg.L^{-1}	91	91-500	500	Obstrucción - Clorosis férica
Carbonatos Ph>8 unid.	mg.L^{-1}	10	10-20	20	Obstrucción
Potasio	mg.L^{-1}			100	Salinidad
Sodio	mg.L^{-1}	70	70-300	300	Toxicidad
Cloruros	mg.L^{-1}	140	140-375	375	Toxicidad
Sulfatos	mg.L^{-1}	600	600-900	900	Toxicidad - Deficiencia de N
R.A.S.	Unid.	<5	5-10	10	Degradación del suelo
Dureza total	mg.L^{-1} de CaCO_3	140	140-540	540	Obstrucción
pH	upH	6,5-8,5			

RESULTADOS

La comparación de los valores de los parámetros físico-químicos entre los distintos puntos en una misma fecha de muestreo, no demostró diferencias entre estos, por lo tanto la comparación se realizó entre las estaciones del año.

Para poder comprender los datos de los parámetros y conocer su variación en el tiempo, se realizó el análisis de la varianza (ANOVA), con un nivel de significación del 5%, además de la media y el desvío estándar para cada parámetro, utilizándose como repeticiones los distintos puntos de muestreo. Para este análisis se utilizó el programa estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2012).

Los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos, en los diferentes puntos del canal principal del Este y en diferentes estaciones del año se presentan a continuación en tablas y gráficos para facilitar el ordenamiento y comprensión de los mismos.

Tabla 2. Resultados de parámetros físicos medidos

Parámetro	Punto de muestreo					Estación del año
	1	2	3	4	5	
Color	P	P	P	P	P	Otoño
	NP	NP	NP	NP	NP	Invierno
	NP	NP	NP	NP	S/D	Primavera
	S/D	NP	NP	S/D	NP	Verano
Turbiedad	P	P	P	P	P	Otoño
	P	P	P	P	P	Invierno
	P	P	P	P	S/D	Primavera
	S/D	P	P	S/D	P	Verano
Olor	NP	NP	NP	NP	NP	Otoño
	NP	NP	NP	NP	NP	Invierno
	NP	NP	NP	NP	S/D	Primavera
	S/D	NP	NP	S/D	NP	Verano

P= presenta

NP= no presenta

S/D= sin determinar

Los cinco puntos analizados para la estación otoñal muestran presencia de color, a diferencia de las muestras analizadas para las demás estaciones del año que no presentan color. Las muestras analizadas para el presente trabajo no presentaron olor en ninguna estación del año. La turbiedad está presente en los cinco puntos durante las cuatro estaciones del año.

Promedio y desviaciones de los parámetros químicos medidos analizados en las diferentes estaciones del año para cada punto

Tabla 3–Parámetros químicos

Medias y desvíos				
Estación del año				
Parámetro	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
pH	7,14 ±0,16ab	7,04 ±0,08a	7,53 ±0,39b	7,20 ±0,12ab
CE (dS.m ⁻¹)	0,14 ±0,01a	0,20 ±0,00b	0,22 ±0,00c	0,13 ±0,00a
SDT (mg.L ⁻¹)	86,50 ±3,26a	127,00 ±2,45b	138,00 ±1,41c	83,53 ±0,55a
DT (mg.L ⁻¹ deCaCO ₃)	50,00 ±3,00 a	57,20 ±1,10 ab	64,75 ±0,96 b	49,00 ±1,73a
AT (mg.L ⁻¹ deCaCO ₃)	58,80 ±0,45a	77,30 ±1,48b	88,50 ±2,71c	60,33 ±0,58a
RAS	1,44 ±0,05a	1,82 ±0,21b	1,90 ±0,05b	1,50 ±0,2a

Letras "a,b,c" indican diferencias significativas

Tabla 4–Cationes y aniones

Medias y desvíos				
Estación del año				
Parámetro	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Ca²⁺ (mg.L ⁻¹)	13,15 ±0,33a	18,04 ±0,40c	19,94 ±0,60d	14,96 ±0,46b
Mg²⁺ (mg.L ⁻¹)	4,20 ±0,87b	2,96 ±0,27a	3,65 ±0,20ab	2,84 ±0,61a
Na⁺ (mg.L ⁻¹)	16,61 ±0,25a	22,48 ±2,56b	24,96 ±0,67b	17,11 ±2,37a
Cl⁻ (mg.L ⁻¹)	3,99 ±0,87b	3,90 ±0,42b	5,75 ±0,50c	1,33 ±0,29a
SO₄²⁻ (mg.L ⁻¹)	29,14 ±0,19c	25,08 ±1,65b	33,25 ±0,87d	21,63 ±1,58a

Letras "a,b,c, d" indican diferencias significativas

El pH se mantiene estable durante todas las estaciones del año. En general, las concentraciones de cationes y aniones se encuentran dentro de valores aceptables para riego. Los sólidos disueltos totales, la dureza total, la alcalinidad total y R.A.S., poseen un comportamiento similar, incrementando su concentración desde el otoño hasta la primavera y posteriormente disminuyendo la concentración en el verano. Estos parámetros poseen los mayores valores en el invierno y primavera.

Entre los cationes, el calcio y el sodio poseen un incremento en su concentración desde el otoño hasta la primavera, alcanzando los mayores valores en invierno y primavera y disminuyendo la concentración en el verano.

El magnesio se encuentra en una baja concentración y estable a lo largo del año. Entre los aniones, el cloruro posee un leve incremento en la primavera y posteriormente en el verano desciende a valores menores a los observados durante el otoño e invierno, similar al comportamiento de los cationes mencionados anteriormente. Los sulfatos se mantienen en valores estables a lo largo del año.

La norma de Riverside que relaciona el valor de RAS con la conductividad eléctrica, utilizando el promedio de valores, como puede observarse en la Fig.4, la posiciona al

agua dentro de la clasificación de C1-S1, es decir de conductividad eléctrica baja y bajo grado de riesgo sódico.

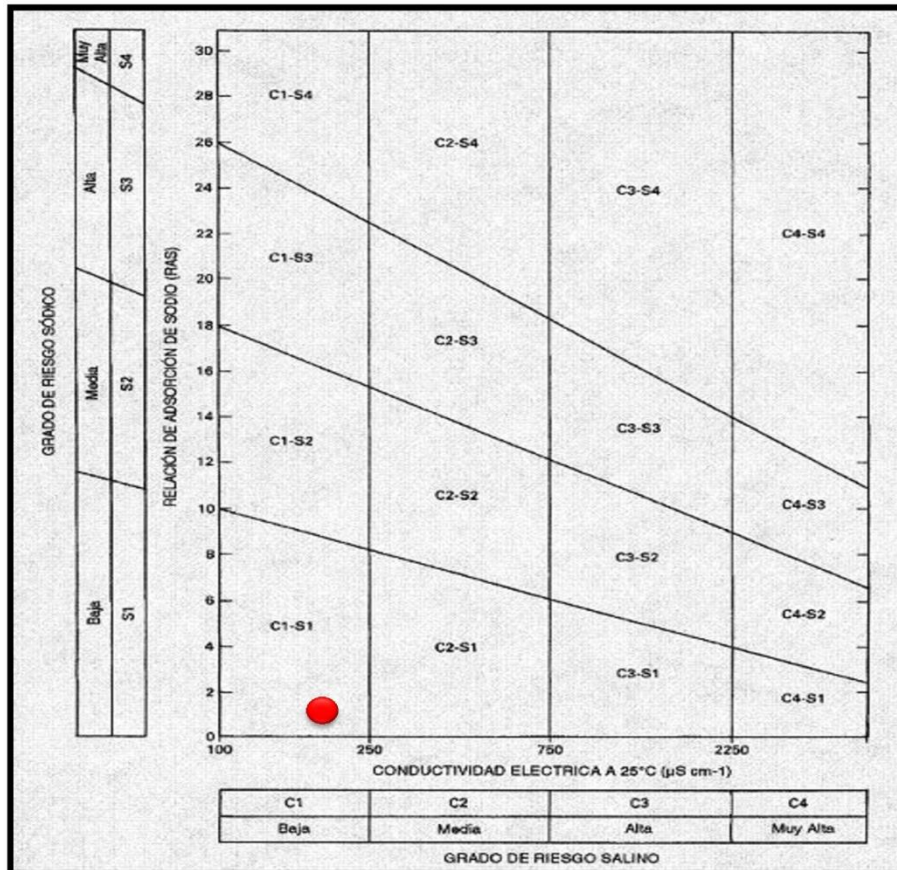


Figura 4 – Norma Riverside con las muestras de agua del canal señaladas con punto rojo.

DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en los parámetros analizados en este trabajo (Tablas n° 3 y 4) son menores a los valores de referencia presentes (Tabla n°1), es decir el uso de esta agua para riego, en ningún momento del año posee riesgo alguno, coincidiendo con el trabajo de Arellano et al.(2000) donde calificaron a esta agua como apta para riego.

La disminución de la cantidad de cationes y aniones ocurre con el incremento del caudal que aporta el río Del Valle, cuya cuenca soporta el aumento de las precipitaciones del período estival.

Los valores de pH encontrados aquí resultan ligeramente menores a los valores de pH determinados en el trabajo de Saracho et al. (2006). Por otro lado resultaron similares a los valores de pH del trabajo de Arellano et al. (2000).

Los valores de conductividad eléctrica resultan menores respecto de los valores determinados en el trabajo de Saracho et al. (2006), aunque resultaron semejantes a los valores encontrados por Arellano et al. (2000).

En este trabajo, la concentración de cationes y aniones es similar a los valores determinados por Arellano et al. (2000), aunque los valores de Mg^{+} y Cl^{-} de estos autores son algo mayores.

Comparando con el trabajo de Navarro et al. (2008), cuyos resultados corresponden al río Del Valle, que abastece a este canal en estudio, en uno de los puntos de muestreo, cercano al muestreo del canal, los valores de los cationes (Ca^{+} , Mg^{+} , Na^{+}) y aniones (Cl^{-} y SO_4^{2-}) son similares a este trabajo, excepto por el pH que es algo mayor en el agua del río.

Considerando los desperdicios que son arrojados al canal, no se puede conocer si existe incidencia en la calidad físico-química del agua según los indicadores medidos. Por ello es necesario profundizar este estudio con el análisis de otros parámetros físico-químicos como ser nitratos, nitritos y amonio y además parámetros bacteriológicos como los trabajos de Saracho et al. (2006) y de Arellano et al. (2000), ambos realizados con agua del dique Las Pirquitas como en este trabajo.

CONCLUSIONES

El agua que transporta el canal Principal del Este, perteneciente al sistema de riego del dique Las Pirquitas, en todo su recorrido y a lo largo del año, es de buena calidad y apta para riego, desde el punto de vista físico-químico.

En general, los cationes y aniones poseen un incremento en su concentración desde el otoño hasta la primavera, dentro de valores aceptables, descendiendo en el verano, esto coincide con el incremento de las precipitaciones estivales. Es necesario analizar otros parámetros físico-químicos como ser nitratos, nitritos y amonio, además de parámetros bacteriológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- American Water Works Association. 1968. *Agua, su calidad y tratamiento*. Traducción al español, Jack M. Verrey. Unión tipográfica editorial hispano-americana. México.
- Arellano O.; Gomez S. Patricia; Miranda Angel; Palomeque Luis Isaúl; Arjona Mila. 2000. Calidad del agua para riego y consumo humano del canal de las colonias del sistema Pirquitas, Catamarca. Universidad Nacional del Catamarca
- Basán Nickisch, M.; Gallo Mendoza, L.; Rosas, D.; Zamar, S.; Ostinelli, M.; Carreira, D.; Tuchneider, O.; Paris, M.; Pérez, M.; D' Elía, M. 2009. *Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego)*. INTA.
- Consejo Federal de Inversiones (CFI). 1996. *Evaluación Preliminar del Uso y Manejo del Recurso Hídrico Superficial a partir del Dique Las Pirquitas–Provincia de Catamarca*.
- CSR Servicios. 2006. Laboratorio de Aguas, Agricultura y Alimentos. Análisis de agua de riego. Interpretación de resultados. Ubeda – Jaen. España. www.csr-servicios.es
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M. G., González L., Tablada M., Robledo C. W. *Infostat versión 2012*. Grupo Infostat FCA, Universidad Nacional del Córdoba, Argentina. URL <http://infostat.com.ar>.
- Google Earth. Revisado el 10 de marzo de 2014
- Navarro, H. E.; Miranda, A.; Parra, L.; Zimmermann, U.; Marten-Huizenga, J.; Russell, J.; VandNiekerc, H.; Fischer, J.; Mubanga, S. 2008. Estudio ambiental de las cuencas hidrográficas, diques y canales de riego del Valle Central de la provincia de Catamarca. Informe de avance. SECyT. IV Jornada de Actualización en Riego y Fertilización. Universidad Nacional de Catamarca.
- Núñez Aguilar, F. A.; Álvarez de Toledo J. M. 2004. *El riego en la provincia de Catamarca. Desarrollo social y ambiental sostenible de la región de América Latina y el Caribe*. Banco Mundial. p: 58-62.
- Saracho Marta; Segura Luis, Moyano Patricia; Rodriguez Norma; Carignano Edith. 2006. Revista Ciencia y Técnica. ISSN 0328-431X. Vol. IX-N°12: Universidad Nacional de Catamarca
- www.paisajesdecataamarca.blogspot.com.ar. Revisado el 20 de Diciembre de 2015.
- www.wikipedia.org. Mapa de la provincia de Catamarca. Revisado el 5 de Enero de 2016.