



# Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNCa



Revista N° 60

ISSN: 1852 - 7086

Año: 2014

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA, PARA USO AGROPECUARIO,  
DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNCa**

*Lic. Patricia E. Gómez-Cátedra de Química Analítica – Facultad de Ciencias Agrarias - UNCa*

*Sr. Federico Segovia - Ayudante Alumno - Cátedra de Química Analítica – Facultad de Ciencias Agrarias - UNCa*

*Aparicio, P; Barrionuevo, A; Borquez, M; Burgos, N; Chaile, L; Cruz, L; Dahbar, F; Espeche, E; Garay, M; Gómez, R; Gutiérrez, C; Heredia, M; Iriarte, M; Lobo, J; Luna, A; Mamani, G; Manenti, L; Miranda, C; Nazareno, G; Olaz, P; Prieto, M; Ramírez, A; Rigalt, L; Sachetti, S; Salas, D; Santillán G; Sastre, G; Sosa, F; Vega, N; Vergara, M. - Alumnos regulares Química Analítica 2012-  
Facultad de Ciencias Agrarias - UNCa*

*Mail de referencia: analiticafcaunca@gmail.com*

## RESUMEN

En el marco del dictado de la asignatura Química Analítica de la carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Catamarca y con la finalidad de elevar la calidad en la formación de los futuros ingenieros agrónomos desde el Ciclo Básico, se implementa el método investigativo como estrategia de enseñanza. La propuesta consiste en involucrar a los estudiantes en un proyecto de investigación vinculado a cierta problemática agronómica que se pueda explicar ó resolver a partir del análisis de parámetros químicos obtenidos a través de la implementación de los métodos de análisis químicos que se abordan a lo largo de la asignatura.

El presente trabajo es el resultado del proyecto llevado a cabo por los alumnos que regularizaron Química Analítica durante el ciclo lectivo 2012.

El objetivo del proyecto fue conocer la calidad del agua del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, utilizada con fines agropecuarios, evaluando temperatura, pH, conductividad, dureza, calcio, magnesio, alcalinidad, cloruros y materia orgánica.

Las muestras se recolectaron en botellas de 1500 cm<sup>3</sup> en tres sitios: el canal, el hidrante y la represa de la parcela. In situ se realizó la medición de temperatura, pH y conductividad. En el laboratorio se realizó la determinación de la dureza total, calcio, magnesio, alcalinidad, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y materia orgánica por métodos volumétricos. Las muestras presentaron entre 18,87 y 20,47°C, pH ligeramente alcalino y conductividad moderada. El agua del hidrante presentó los mayores valores de dureza total, calcio y cloruros; el agua de la represa mostró los valores más altos en bicarbonatos y materia orgánica. Según los parámetros analizados, el agua del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agraria UNCa es apta para riego y consumo animal y con un tratamiento previo de potabilización, puede ser utilizada para consumo humano.

Con la aplicación de la presente metodología pedagógica se consiguió en primer lugar despertar en los estudiantes de Ingeniería Agronómica la motivación necesaria para que logren un aprendizaje significativo de la Química Analítica y el desarrollo de habilidades investigativas de importancia en la formación científica y productiva

del futuro profesional. En otra etapa de aprendizaje un auxiliar estudiantil, alumno avanzado de la carrera, participó en cada una de las instancias de planificación y ejecución del proyecto.

Se logró además intensificar la actividad práctica y articular horizontalmente con el espacio curricular Taller Agronómico I.

Finalmente con la publicación del trabajo realizado por los alumnos de Química Analítica del año 2012 se pretendió que los estudiantes puedan visualizar el resultado del trabajo sistemático ejecutado a lo largo de la asignatura y simultáneamente lograr la divulgación de la información generada para hacer un aporte útil al Campo Experimental de la propia Facultad.

## **INTRODUCCION**

El agua contribuye de modo mayoritario al peso de vegetales y animales (Orphèe, et al., 2007). Tanto la calidad del agua de riego como el manejo adecuado de la misma son esenciales para la producción exitosa de un cultivo.

La Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCa cuenta con un Campo Experimental, ubicado en Colonia del Valle departamento Capayán, provincia de Catamarca. Este predio se utiliza con fines académicos y productivos, posee frutales, hortalizas y ganado ovino. Para el riego se abastece del agua proveniente del Dique Las Pirquitas, conducida mediante un canal hasta Colonia del Valle. El agua del canal se distribuye dentro del Campo Experimental por un sistema californiano, mediante el uso de hidrantes y acequias y los excedentes se almacenan en una represa.

Para el manejo adecuado del recurso, que contribuya al buen desarrollo de los cultivos y a una adecuada conservación de los suelos, tanto en el Campo Experimental como en el resto de la Colonia, es importante conocer la calidad físico-química del agua de riego utilizada.

En este contexto, y sin desatender los fines académicos, desde la Cátedra de Química Analítica de la Ingeniería Agronómica de la UNCa se planteó el presente proyecto.

## **OBJETIVO**

Conocer la calidad fisicoquímica del agua del Campo Experimental de la FCA y su aptitud con fines agropecuarios, evaluando la temperatura, pH, conductividad, dureza, alcalinidad, contenido de calcio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y materia orgánica.

## **MATERIALES Y METODOS**

El estudio se llevó a cabo al finalizar el invierno, en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias ubicado en la localidad de Colonia del Valle departamento Capayán. Las muestras de agua provenientes del canal de dique de Las Pirquitas se tomaron por triplicado, en botellas de 1500 cm<sup>3</sup> previamente acondicionadas, en tres sitios distintos de muestreo. El primer punto fue tomado del canal principal a la entrada del campo. El segundo sitio fue en un hidrante ubicado dentro de la parcela y el tercer lugar elegido fue la represa que posee dicho campo. In situ se determinaron temperatura, pH y conductividad con termómetro, peachímetro y conductímetro respectivamente. Las muestras se trasladaron refrigeradas al laboratorio donde se conservaron en heladera hasta su análisis. Para la determinación de dureza total, calcio, magnesio, alcalinidad, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y materia orgánica, se utilizaron métodos volumétricos.

### **Determinación de dureza total, calcio y magnesio**

- Determinación de dureza total: se tomó una muestra de 50ml de agua de riego, se añadió 1ml de buffer (NH<sub>4</sub>Cl/NH<sub>3</sub>) y una punta de espátula de indicador (NET) y se tituló con una solución EDTA 0,01M hasta el viraje del indicador a azul. La dureza total se informó como mg/l de CaCO<sub>3</sub> = ppm CaCO<sub>3</sub>

$$\text{mg/l CaCO}_3 = (N \times V)_{\text{EDTA pH 10}} \times \text{Pmeq CaCO}_3 (\text{mg/meq}) \times 1000/\text{alícuota}$$

- Determinación de calcio: se tomó una muestra de 50ml de agua de riego, se añadió 2 ml de hidróxido de sodio al 10% y una punta de espátula de indicador (MUR). Se tituló con la solución de EDTA 0,01M, hasta el viraje del indicador de rosado a violeta obispo. El calcio se informó como mg/l de Ca<sup>2+</sup> = ppm Ca<sup>2+</sup>.

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = (N \times V)_{\text{EDTA pH 12}} \times \text{Pmeq Ca}^{2+} (\text{mg/meq}) \times 1000/\text{alícuota}$$

- Para el cálculo de la determinación de magnesio se utilizó la diferencia entre los dos volúmenes de EDTA a pH =10 y a pH=12.

$$\text{mg/l Mg}^{2+} = [N \times (V_{\text{pH 12}} - V_{\text{pH 10}})] \times \text{Pmeq Mg}^{2+} (\text{mg/meq}) \times 1000/\text{alícuota}$$

### **Determinación de alcalinidad.**

- Sobre una muestra de 100 ml de agua de riego se añadió 0,2 ml de fenolftaleína para comprobar la presencia de carbonatos. Luego se agregaron dos gotas de heliantina y se tituló con ácido sulfúrico, hasta el viraje del indicador a salmón. La alcalinidad debida a carbonatos y a bicarbonatos se informó como ppm CaCO<sub>3</sub>. La concentración de iones carbonatos y bicarbonatos se expresaron como ppm CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> y ppm HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, respectivamente.

Alcalinidad como carbonatos:

$$\text{mg/l CaCO}_3 = (2F \times N)_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{Pmeq CaCO}_3 (\text{mg/meq}) \times 1000/\text{alícuota}$$

Concentración de carbonatos:

$$\text{mg/l CO}_3^{2-} = 2F \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{Pmeq CO}_3^{2-} (\text{mg/meq}) \times 1000/\text{alícuota}$$

Alcalinidad como bicarbonatos:

$$\text{mg/l CaCO}_3 = (H - F) \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{Pmeq CaCO}_3 (\text{mg/meq}) \times 1000/\text{alícuota}$$

Concentración de bicarbonatos:

$$\text{mg/l HCO}_3^- = (H - F) \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{Pmeq HCO}_3^- (\text{mg/meq}) \times 1000/\text{alícuota}$$

Dónde:

F = volumen de ácido para que vire la fenolftaleína.

H = volumen de ácido para que vire la heliantina.

#### **Determinación de cloruros**

- Sobre 25 ml de muestra de agua de riego, con pH entre 6,5 y 10, se agregaron 0,5ml de solución  $K_2CrO_4$  al 5%. Se tituló con nitrato de plata 0,0282N hasta formación de un precipitado anaranjado ladrillo de  $Ag_2CrO_4$ .

$$\text{mg/l Cl}^- = (N \times V)_{Ag^+} \times P_{\text{meq Cl}^-} (\text{mg/meq}) \times 1000/\text{alícuota}$$

#### **Determinación de materia orgánica**

- Sobre alícuotas de 50 ml de agua de riego se adicionaron 5ml de ácido sulfúrico y 5 ml de permanganato de potasio 0,0125N exactamente medidos. Se calentó hasta 70-80°C aproximadamente. Se agregaron 5ml de ácido oxálico 0,0125N medidos con pipeta doble aforo. Se tituló con la solución de permanganato de potasio 0,0125N hasta viraje de la solución de incoloro a violeta pálido. Se realizó un ensayo en blanco. Se informó como ppm de oxígeno consumido.

$$\text{mg/l O} = [(V_v - V_B) \times N] P_{\text{meq O}} (\text{mg/meq}) \times 1000/\text{alícuota}$$

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

Todas las determinaciones se realizaron por duplicado y los resultados que se presentan son las medias.

Tabla N° 1: Valores medios de pH, temperatura y conductividad del agua de riego del Campo Experimental de FCA.

Sitio de muestreo	Temperatura	pH	Conductividad
Hidrante	20,47 °C	8,26	0,30 ms/cm
Represa	20,50 °C	7,85	0,30 ms/cm
Canal	18,87 °C	8,41	0,30 ms/cm

La temperatura del agua osciló entre 18, 87 °C en el canal y un valor máximo de 20,50 °C en la represa, donde el agua se encontraba estancada. Temperaturas mayores a 15°C pueden favorecer el desarrollo de microorganismos e intensificar los olores y sabores (Camarero, 2007).

Los tres puntos de muestreos presentaron un pH ligeramente alcalino, siendo el agua de la represa la más acidificada, esto puede deberse a la mayor concentración de materia orgánica debido al estado de reposo de la fuente y a la mayor exposición a agentes biodegradables, mientras que el mayor valor de pH correspondió al agua del canal. Los valores del pH de las aguas naturales varían alrededor de 7, siendo los valores más frecuentes para aguas dulces entre 6,5 y 8,7 (Camarero, 2007). Según Canovas Cuencas (1987) un rango óptimo de pH para el agua de riego es entre 7 y 8. Los valores registrados en el presente estudio se consideran normales para un agua natural,

sin embargo, las muestras del hidrante y el canal se encuentran por encima del valor recomendado como óptimo para agua de riego.

La acción del pH se muestra no solo directamente sobre el cultivo, sino indirectamente sobre el suelo alterando la textura, modificando su actividad microbiológica y condicionando la solubilidad de compuestos, tanto nutritivos como tóxicos. Cuando el pH es elevado la mayoría de los cationes se insolubilizan, particularmente el Fe, Cu, Mn y Zn. En estas condiciones su absorción es muy difícil y los síntomas de deficiencia son muy frecuentes (Agustí, M. 2012).

Los valores expuestos en la tabla Nº 1, no muestran variación de la conductividad por sitio de muestreo, registrándose para todos los casos un valor de 0,30 ms/cm. En función de la conductividad la clasificación de las aguas correspondería a la clase C2, de peligrosidad salina moderada.

A partir de los valores de conductividad registrados se pudo estimar el contenido de sales disueltas totales, de acuerdo a las equivalencias propuestas por Cerana (1972). La concentración de sales disueltas obtenida resulto de 180 mg/l, lo que ubica a las aguas del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCa como aptas para el riego, salvo en aquellos cultivos extremadamente sensibles a salinidad, para consumo animal (en ovinos adultos se toleran hasta 12000 mg/l) y para el consumo humano (según la OMS el límite máximo permitido es de 500 mg/l).

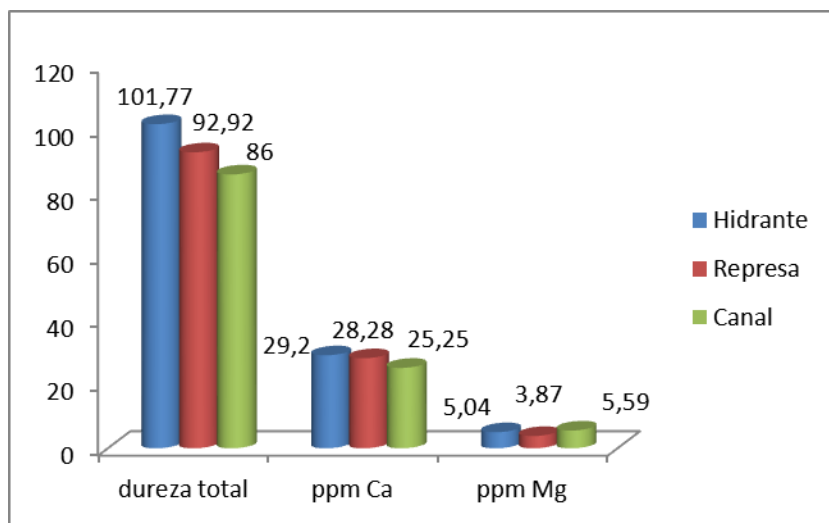


Gráfico 1: Contenido de dureza total, calcio y magnesio expresado en ppm del agua de riego del Campo Experimental.

La dureza de las aguas no tiene incidencia negativa en su aptitud para riego, por el contrario, se les asigna como buena característica el aporte de los macronutrientes secundarios:  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$ , pero está directamente relacionada con la conservación y el mantenimiento de los equipos de riego. Importantes cantidades de calcio y magnesio predisponen la obturación de todo tipo de emisores, viéndose perjudicada la eficiencia de los equipos de riego presurizado (Bermejillo, 2009). La muestra del hidrante, fue la que registro el mayor valor de dureza total (101.77 mg/l) y la muestra del canal el menor (86 mg/l). Las aguas de los tres sitios de muestreo se ubicarían en la categoría de "agua blanda" apta para riego, consumo animal y consumo humano.

Igual comportamiento se observó para el contenido de calcio, con un máximo en el agua del hidrante (29.2 mg/l) y un mínimo en el agua muestreada en el canal (25,25 mg/l). Sin embargo el contenido de magnesio tuvo un

comportamiento inverso alcanzándose el máximo en el canal y el mínimo en el hidrante, 5.59 y 5.04 mg/l respectivamente.

La Organización Mundial de la Salud admite límites de 75 mg/l para calcio y 50 mg/l para magnesio, siendo los valores registrados menores a los límites exigidos para consumo humano. En un trabajo de investigación similar realizado en el Valle Central, se obtuvo valores de dureza total de 240,2 mg/l siendo estos mayores a los obtenidos en las muestras del agua del Campo Experimental. Lo mismo ocurrió con los cationes de calcio y magnesio donde los valores, superan a los obtenidos en el presente estudio (Orphèe, 2007).

La presencia de carbonatos y bicarbonatos en el agua de riego está condicionada por el valor del pH. El ion bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) está presente a pH comprendido entre 4,5 y 8,3 y el ion carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) está presente en aguas de riego de pH superior a 8,3 (Ramírez, 2010).

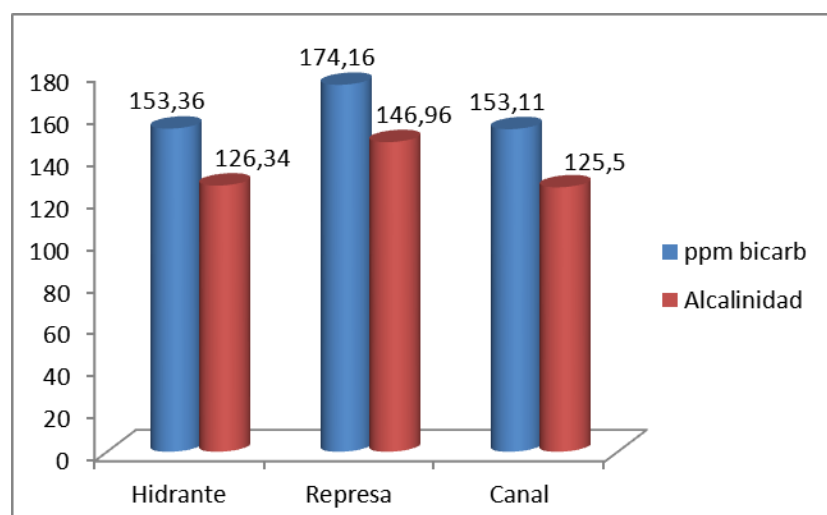


Grafico nº 2: Contenido de bicarbonato (en ppm) y alcalinidad en agua para riego del Campo Experimental.

El agua muestreada en la represa registro el máximo contenido de bicarbonatos (174.16 mg/l). En los otros dos sitios de muestreo los valores fueron próximos a 153 mg/l. En ninguno de los puntos se registró presencia de carbonatos y oxhidrilos, a pesar de que el agua del canal presento un pH mayor a 8,3. En base a estos resultados el agua del Campo Experimental resulto de "alcalinidad alta" (Kevern, 1989), debida únicamente a la presencia de bicarbonatos. Los valores registrados por Orphèe (2007) sobre aguas del mismo valle pero de aguas de un canal proveniente de otra cuenca y en el mes de mayo, triplican a los obtenidos en el presente estudio, lo que confirma la influencia de la fuente y la época de muestreo.

Las altas concentraciones de cloruro en aguas naturales, cuando éstas son utilizadas para el riego en campos agrícolas deteriora, en forma importante la calidad del suelo. Este anión no se encuentra en el complejo de intercambio del suelo pero sí en la solución del mismo y puede ser absorbido por las raíces y conducido a las hojas, provocando quemaduras en la punta o extremo de la hoja para luego extenderse por los bordes (Manual de Uso e Interpretación de Aguas, Córdoba 2008). Es entonces importante el poder determinar la concentración de cloruros en aguas naturales y residuales tratadas en un amplio intervalo de concentraciones. (Ramírez. C. 2010). En las muestras analizadas se registró, en el agua muestreada del hidrante el contenido máximo de cloruros (7.43 mg/l) y el

agua muestreada en el canal el contenido mínimo (4 mg/l). El contenido de cloruros en las aguas muestreadas en el hidrante y la represa se ubicarían en la categoría de “buena”.

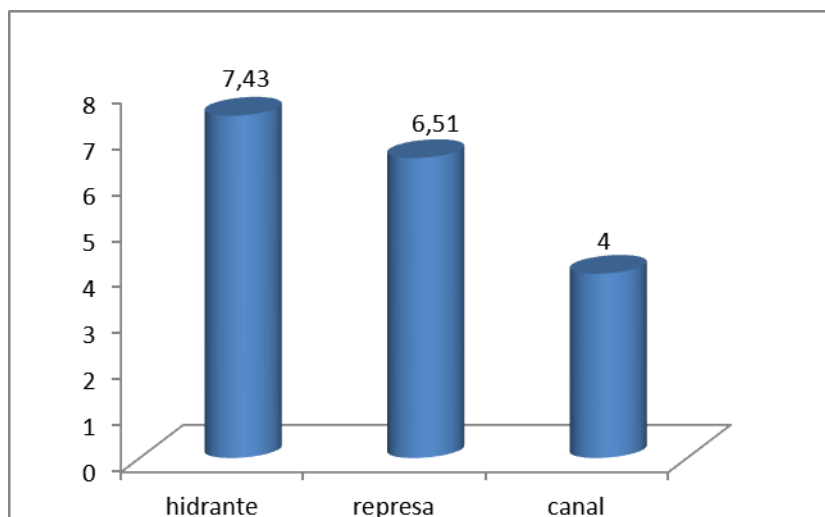


Gráfico 3: Contenido de cloruros (ppm) en agua para riego del Campo Experimental.

El agua del canal, por su bajo contenido de cloruros se la clasificaría como agua “excelente a buena” para uso agropecuario. Para consumo humano se admiten límites de 200 mg/l (OMS, 2004) siendo menores los valores registrados en esta investigación. Para consumo animal, si las sales, dentro de los límites tolerables, son mayoritariamente cloruro de sodio le otorgan al agua un sabor salado agradable para el animal; en cambio si el cloruro se encuentra formando sales de calcio y magnesio el agua se torna amarga y puede provocar trastornos intestinales (INTA EEA Mercedes 2007).

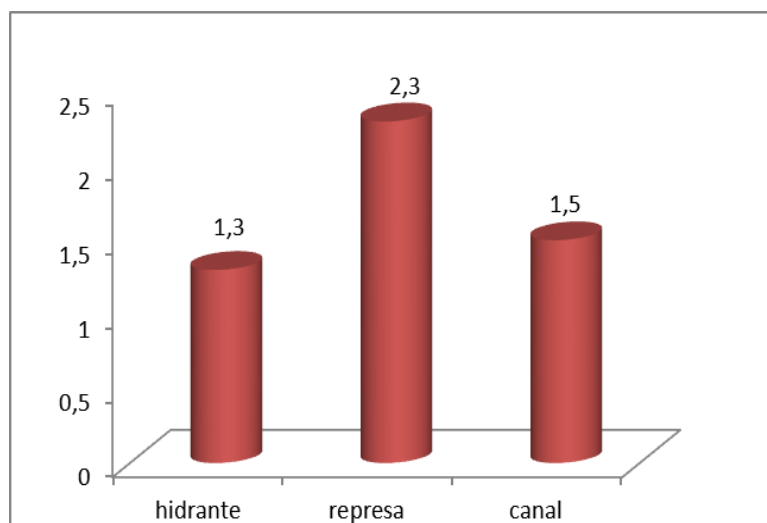


Gráfico 4: Contenido de materia orgánica en agua para riego del Campo Experimental

La concentración de materia orgánica en el agua, tiene una repercusión importante en el suelo debido a que puede alterar significativamente sus propiedades tanto físicas como químicas. La represa registro el máximo contenido 2.3 mg/l, encontrándose este valor por encima del límite recomendado para uso agropecuario,

posiblemente debido a su estado de reposo, lo que también puede llegar a explicar que, en éste punto de muestreo el agua haya disminuido el pH. Los demás sitios se encuentran por debajo de los límites recomendados.

### **CONCLUSION**

El agua del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCa presenta un contenido moderado de salinidad, un pH ligeramente alcalino, alto contenido de bicarbonatos, es blanda y salvo en el caso del agua del estanque, el contenido de materia orgánica está dentro de los límites para uso agropecuario. En general podemos señalar que el agua del Campo Experimental es apta para riego, salvo en aquellos cultivos extremadamente sensibles a salinidad y para consumo animal. Los parámetros físico-químicos evaluados se hallan dentro de los límites recomendados para el consumo humano, sin embargo, no debe consumirse sin previa potabilización. Se recomienda complementar este estudio con un análisis bacteriológico.

### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

1. **Agustí, M.** 2012. Citricultura. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa.
2. **Bermejillo A, Marti L, Salcedo C, Llera J, Filippini M, Consoli D, Valdés A, Venier M, Troilo S.** 2009. Calidad de aguas subterráneas: base para una gestión correcta de riego y fertirriego. 11/08/12. Disponible en: <[http://riegoyfertirriego.com/V\\_Jornadas/Ponencias/Bermejillo.pdf](http://riegoyfertirriego.com/V_Jornadas/Ponencias/Bermejillo.pdf)>
3. **Cabrera, A.** 1994. Regiones Fitogeografías Argentinas. Primera Reimpresión. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Fascículo 1. Ed. ACME S.A.C.I Buenos Aires, Argentina.
4. **Canovas Cuenca J.** 1986. Calidad Agronómica de las agua de riego. Servicio de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
5. **Cerana L.** 1972 Análisis químico destinadas usos agropecuarios.
6. **Gómez P.** 2012. Química Analítica. Guía de Trabajos Prácticos de Laboratorio. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.
7. **INTA-EEA. Mercedes.** 2007. Agua para consumo de rumiantes. Noticias y comentarios N° 426 ISSN N° 0327-3059
8. **Espinosa Camarero R y alumnos de 3º G de ESO del I.E.S Cardenal López. Mendoza.** 2007. Análisis de aguas del rio Arlazon. Disponible en [http://ficus.pntic.mec.es/ngom0007/mediciones\\_hidrologicas.html](http://ficus.pntic.mec.es/ngom0007/mediciones_hidrologicas.html)
9. **Ramírez P.** 2012. Calidad del agua del acuífero Guadalupe-Bañuelos, Estado de Zacatecas. México. GEOS, Vol. 32. N°2.
10. **Kevern.** 1989. Parámetros físico-químicos: alcalinidad. Disponible en: <<http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alkalinidad.pdf>>
11. **Manual de Uso e Interpretación de Aguas, Córdoba.** 2008. 03/07/12. Disponible en <<http://www.secretariadeambiente.cba.gov.ar/PDF/MANUAL%20DE%20USO%20E%20INTERPRETACI%3N%20DE%20AGUAS.pdf>>



12. **Mc Kee y Wolf H.** 1967. Water Quality Criteria. The Resources Agency of California. State Water Quality Control. Publi. N 3-A.
13. **Organización Mundial de la Salud (OMS).** 2004. Tercera edición Volumen I Recomendaciones disponible en <[http://www.who.int/entity/water\\_sanitation\\_health](http://www.who.int/entity/water_sanitation_health)>
14. **Orphèe C, Giménez J, Quinteros Dupráz, J, Sales A, González S.** 2007. Estudio de la calidad de aguas para riego y bebida animal en vertientes de Catamarca. 11/08/12 disponible en <[http://www.produccion-animal.com.ar/agua\\_bebida/139-catamarca.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/139-catamarca.pdf)>



Secretaría de Investigación y  
Vinculación Tecnológica

Av. Belgrano y Mtro. Quiroga s/n - Campus Universitario  
San Fernando del V. de Catamarca - Argentina  
TE: 03834 – 430504 /03834 – 435955- int 101  
Editor responsable: Ing. Juan Ramón SEQUI  
Email: sivitecfca@gmail.com