



XXVI

Congreso Argentino  
de la Ciencia del Suelo

Suelo: **Legado social de edición limitada**

**ACTA DE CONFERENCIAS, MESAS PANEL, TRABAJOS  
COMPLETOS, COMUNICACIONES Y RESÚMENES**

San Miguel de Tucumán  
15 al 18 de mayo de 2018

ISBN 978-987-46870-0-5



9 789874 687005

Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo Entidad Civil sin Fines  
de Lucro

Actas XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo ; compilado por  
Gerardo Agustín Sanzano ... [et al.]. - 1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos  
Aires : Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo -AACS, 2018.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-46870-0-5

1. Ciencias del Suelo. 2. Agricultura Sustentable. I. Sanzano, Gerardo  
Agustín, comp.

CDD 631.4



**AACCS**  
ASOCIACION ARGENTINA  
CIENCIA DEL SUELO

**COMISIÓN DIRECTIVA**

**ASOCIACIÓN ARGENTINA DE LA CIENCIA DEL SUELO**

**PRESIDENTE: GUILLERMO STUDDERT**  
**VICEPRESIDENTE: DIEGO COSENTINO**

**MIEMBROS TITULARES**

**TESORERO: OSVALDO BARBOSA**  
**PROTESORERA: LILIANA MARBÁN**  
**SECRETARIA: CARINA ÁLVAREZ**  
**PROSECRETARIO: ESTEBAN CIARLO**  
**SECRETARIO DE ACTAS: MARÍA ROSA LANDRISCINI**  
**COORDINADOR DE COMISIONES: MIRTA GARCÍA**  
**VOCAL TITULAR: MARTÍN TORRES DUGGAN**  
**VOCAL TITULAR: CÉSAR BELLOSO**  
**VOCAL TITULAR: RAÚL CÁCERES DÍAZ**

**MIEMBROS SUPLENTE**

**VOCAL SUPLENTE: GUILLERMO DIVITO**  
**VOCAL SUPLENTE: ALICIA IRIZAR**  
**VOCAL SUPLENTE: MARÍA BASANTA**  
**VOCAL SUPLENTE: PATRICIA CARFAGNO**

**REVISORES DE CUENTAS**

**MARIO ROSTAGNO**  
**ALFONSO BUJÁN**



**XXVI**

**Congreso Argentino  
de la Ciencia del Suelo**

Suelo: Legado social de edición limitada

**Tucumán 2018**

**COMISIÓN ORGANIZADORA**

**XXVI CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO**

**Presidente: Ing. Agr. M.Sc. Gerardo Agustín Sanzano.**

**Vicepresidente: Ing. Agr. M.Sc. Roberto Daniel Corbella.**

**Secretaria Ejecutiva: Lic. Qca. Adriana Plasencia.**

**Secretaria Académica: Ing. Zoot. Dra. Natalia Banegas.**

**Secretaria de Actas: Ing. Agr. M.Sc. María de los Ángeles Quinteros.**

**Tesorera: Ing. Agr. Carolina Sotomayor**

**Secretaria de Logística e infraestructura: Lic. en Biotec. Dra. Emilce Viruel**

**Secretario de Prensa y Difusión: Ing. Agr. Juan Fernández de Ullivarri**

**Secretario de Relaciones Públicas: Ing. Agr. M.Sc. Mario Javier Tonatto**

**Revisor de Cuentas: Ing. Agr. Gerónimo Courel**

**Vocal: Lic. en Biotec. Dra. María Laura Tortora**

**Vocal: Lic. en Biotec. Dra. Marianela Maza**

**Vocal: Ing. Agr. M.Sc. Francisco Alberto Sosa**

**Vocal: Ing. Agr. Luciana Caldez**

**Vocal: Ing. Agr. Esteban Arroyo**

**Vocal: Ing. Agr. M.Sc. Héctor Sánchez**

**Vocal: Ing. Agr. Roque Correa**

**Vocal: Ing. Agr. María Florencia Benimeli**

**Vocal: Lic. Qca. Hugo Rojas Quinteros**

## COMISIÓN ORGANIZADORA

### **Estudiantes colaboradores**

Karen Carrizo  
Diego Maximiliano Cataldo  
Marcos Fernández Bravo  
Agustín Figueroa  
Juan Bautista Garcia Posse  
Fátima Luciana Garcia  
Eliseo Kargachin Ramirez  
Florencia Laguna  
Emilia Lazarte  
Joaquín Osvaldo Martinez  
Candelaria Moyano Cornejo  
Javier Nasrallah  
Inés María Paz  
María Isabel Pérez Zamora  
Rafael Racedo Aragón

## ORGANIZAN

Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS)  
Facultad de Agronomía y Zootecnia - Universidad Nacional de Tucumán (FAZ)  
Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC)  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

## AUSPICIAN

Universidad Nacional de Tucumán  
Fundación ArgenINTA  
Gobierno de Tucumán  
Ente Tucumán Turismo  
Colegio de Ingenieros Agrónomos y Zootecnicos de Tucumán  
Federación Argentina de la Ingeniería Agronómica (FADIA)

## PATROCINAN



**ALIMENTOS NATURALES**



Knowledge grows



BUNGE | 200



## C6P13. EVOLUCION DE VARIABLES FISICOQUIMICAS EN UN SUELO BAJO RIEGO CON EFLUENTES TRATADOS EN ING JACOBACCI

Cremona, Maria V.<sup>1,2</sup>; Riat, Martha C.<sup>2</sup>; Tanzer, Laura<sup>3</sup>; Velazco, Virginia<sup>4</sup>; Sanchez, Matias<sup>2</sup> y Magnin, Santiago<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Bariloche; <sup>2</sup>IRNAD Sede Andina Universidad Nacional de Rio Negro. <sup>3</sup>Departamento Provincial de Aguas; <sup>4</sup>AER INTA Ing. Jacobacci. cremona.mv@inta.gov.ar

### RESUMEN

El uso de aguas residuales tratadas para riego es una práctica difundida en el mundo, que reduce el impacto en el ambiente y permite el aprovechamiento con otros fines, de especial interés en zonas áridas. En Ing. Jacobacci (Río Negro) las aguas residuales tratadas (ARt) escurren hacia un área de mallín que recarga el acuífero del cual se abastece la localidad aguas arriba. La reutilización aportaría al uso del agua con fines productivos y la reducción del impacto en ambientes de alto valor ecológico. Objetivo: evaluar el impacto de la reutilización en las propiedades del suelo y en la productividad vegetal. Se compara la aplicación de agua de perforación (AP) y ARt en alfalfa y campo natural. Diseño experimental: parcelas divididas utilizando ARt y AP como factor principal, dentro de las que se aleatorizó el tipo de vegetación. El riego se realiza diariamente por melgas, aplicando una lámina de aproximadamente 10 mm. Se presenta aquí la evaluación del pH, la CE y los cationes extractables, analizando sus variaciones hasta los 40 cm dentro del ensayo de forrajeras. Los resultados obtenidos muestran un descenso en el pH y un aumento en la CE estadísticamente significativos en las parcelas regadas con ARt después de 16 meses de riego. Los cationes no muestran diferencias de respuesta entre las diferentes calidades del agua, pero sí aumentos significativos del sodio y magnesio para ambas calidades al final del periodo de análisis. La reducción en el pH podría deberse a la mineralización del carbono y el nitrógeno que generan acidez. Las diferencias observadas en los cationes extractables no pueden explicarse por la calidad del agua de riego, pero podrían estar asociadas a la calidad original del agua de consumo y la de perforación.

**Palabras claves:** cationes extractables, riego con aguas residuales, alfalfa

### INTRODUCCIÓN

El uso de aguas residuales tratadas en riego agrícola forestal es una alternativa para evitar el vuelco a cuerpos receptores hídricos, que resulta de especial interés en áreas donde la escasez de agua afecta las actividades humanas (Faleschini, 2016). Su uso en agricultura es una opción que está siendo crecientemente investigada y adoptada en zonas áridas. La misma genera un triple beneficio, ya que se reduce la presión sobre las fuentes de agua, se reciclan los nutrientes contenidos en las mismas generando un producto y se evita la contaminación del suelo y agua subsuperficial.

Se estima que a nivel mundial el agua residual se reutiliza en el riego de 20 millones de ha representando aproximadamente un 6,5% de la superficie bajo riego. Ésta es una práctica habitual entre los agricultores de los países en desarrollo, aunque no siempre está garantizada la calidad del tratamiento. Solo un 25% utiliza agua residual correctamente tratada. En el año 2006 existían en Europa más de 200 proyectos de reutilización de aguas residuales tratadas, con diferentes aplicaciones: agricultura, industria, áreas urbanas recreacionales o usos ambientales como recarga de acuíferos, o combinaciones de estos tres. La mayoría de estos proyectos se concentran en las costas o islas de la región semiárida del sur, o en las zonas densamente pobladas de áreas urbanas del norte húmedo. En la zona semiárida, el 47 % de los proyectos correspondían a usos agrícolas (Hettiarachchi & Ardakanian, 2017).

En Argentina, la reutilización de efluentes tratados para riego con destino agrícola y forestal ha sido abordada por algunas provincias como una herramienta para el manejo de sus recursos hídricos. En Mendoza se practica con diferentes niveles de formalidad desde hace más de 40 años. En Puerto Madryn (Chubut) son tratadas en una laguna facultativa y fotosintética y luego reutilizadas en forestación. En el norte de Patagonia se viene trabajando desde hace casi una década en el objetivo del "vuelco cero", esto motivó un abordaje interinstitucional de la temática.

La provincia de Río Negro, donde el 80 % de la superficie presenta clima árido o semiárido, con precipitaciones escasas y déficit de agua, depende fuertemente de sus fuentes de agua para la vida y la producción, por lo que la preservación de la calidad de las mismas debe ser un objetivo a largo plazo. En el caso particular de las localidades de la región Sur, donde el agua resulta particularmente escasa, las actividades productivas ligadas al riego son limitadas a muy pequeñas superficies y siempre en competencia con otros usos priorizados, como el consumo humano o animal. Sin



embargo, estas actividades son valoradas por las comunidades, en general ligadas a la producción ganadera, en donde la generación local de productos que beneficien a la misma (forraje, reparo, leña), son altamente deseables.

Ingeniero Jacobacci, ubicado en el centro de la provincia de Río Negro, se caracteriza por situarse en un ecosistema xérico, con un estado de desertificación medio a grave, siendo su principal actividad económica la ganadería ovina (Godagnone y Bran, 2009). Presenta un clima árido y templado, con un promedio de precipitación anual de 200 mm, concentradas en otoño e invierno. Tanto las sequías, los vientos predominantes del oeste, como las bajas temperaturas invernales son limitantes para la producción agrícola-ganadera y las condiciones de vida de la población urbana y rural.

Esta localidad tiene una Planta de Tratamiento de Aguas cloacales, en funcionamiento desde el año 2010 que recibe efluentes domiciliarios de un barrio de 220 familias y genera aguas residuales tratadas, que escurren superficialmente hacia un área de mallín localizada en un sector bajo del predio que ocupa la planta.

La reutilización en este contexto se espera que genere múltiples beneficios: 1) uso del agua en una actividad productiva en un ambiente en donde de otra manera, dada la escasez de agua de la región, sería prácticamente inviable; 2) generación de productos altamente valorados (forraje y leña) en la comunidad en donde la ganadería es una actividad económica preponderante; 3) reducción del impacto del vuelco en el ambiente, en particular en el mallín ya que los humedales son ambientes de alto valor ecológico y susceptibles de conservación. Es además el mismo ambiente de donde se bombea el agua para consumo, por lo que si bien la planta de tratamiento está aguas abajo de las zonas de extracción, la preservación del acuífero es un interés prioritario. Se espera que un modelo de reutilización pueda ser replicado en otras localidades de la Provincia de Río Negro y la región.

En mayo de 2015 se firmó un Convenio entre el Departamento Provincial de Aguas, la Universidad Nacional de Río Negro, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, la Municipalidad de Ingeniero Jacobacci y la Cooperativa de Agua y Servicios Públicos de Jacobacci, para instalar en febrero de 2016 un ensayo de reutilización de aguas residuales tratadas para la producción de forraje y material leñoso. El objetivo del mismo es evaluar el impacto de la reutilización de efluentes tratados en las propiedades del suelo y en la productividad vegetal mediante el riego. Se compara la aplicación de agua de perforación y agua cloacal tratada en alfalfa, campo natural, olivillo y sauce. En este trabajo se presentan resultados preliminares del ensayo de producción de forraje.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ensayo**

El proyecto contempla la realización de dos ensayos en los que se compara el efecto en la vegetación y el ambiente del uso de agua residual tratada para riego vs el uso de agua de perforación, uno con especies forrajeras (alfalfa y campo natural) y otro con forestales (olivillo y sauce). En esta comunicación se informan los resultados preliminares del ensayo de alfalfa. El diseño experimental se realizó en parcelas divididas donde el tipo de agua utilizada para riego es el factor principal, mientras que dentro de las parcelas principales se aleatorizó el tipo de vegetación, implantando parcelas de 2 x 3 m por triplicado para cada una. La alfalfa se sembró a fines de febrero, y se comenzó a regar inmediatamente. El tratamiento de campo natural consistió en la remoción de la vegetación natural para la sistematización del terreno, permitiendo la proliferación de la vegetación espontánea, comenzando el riego en la misma época que la alfalfa. La aplicación de agua se realiza por melgas y el agua es conducida por gravedad en tuberías hasta la cabecera de las mismas. Se riega diariamente con una lámina de aproximadamente 10 mm, con el objetivo de disponer la mayor cantidad de agua tratada posible, con un sistema automatizado y bajo la supervisión del personal de la planta.

### **Muestras y procedimientos analíticos**

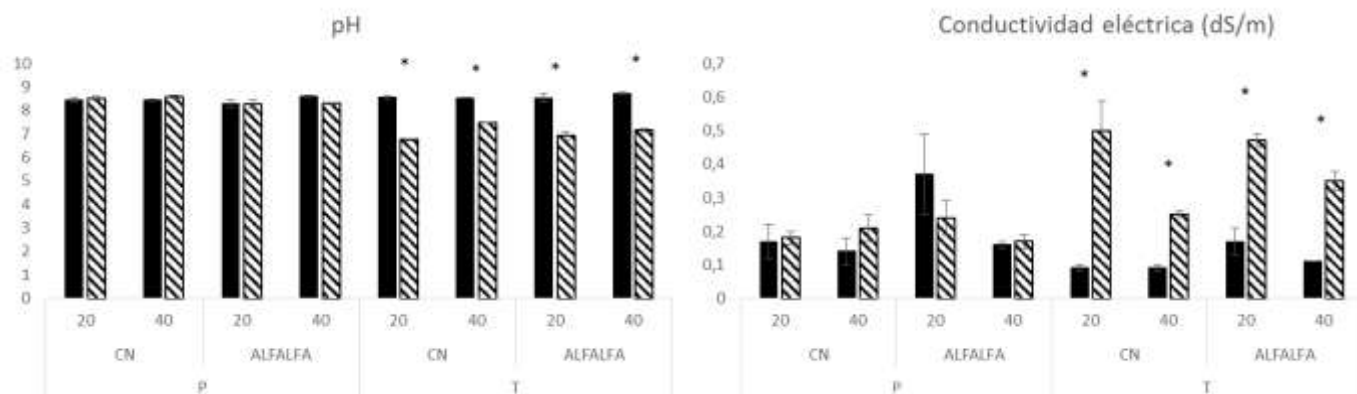
En el primer año de ensayo se realizaron tres muestreos de suelo: uno al inicio del ensayo, otro en el mes de noviembre 2016, casi 10 meses después de iniciada la aplicación de agua y un tercer muestreo en junio 2017. En esta comunicación se informan los resultados obtenidos en el primer y tercer muestreo. Para el mismo, se tomaron muestras individuales por parcela hasta los 80 cm de profundidad a intervalos de 20 cm. En laboratorio las muestras se secaron y tamizaron por malla de 2 mm, determinándose sobre cada una de ellas pH, CE, y cationes extractables ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+}$  y  $\text{K}^{+}$ ). Para la determinación de pH y CE se utilizó suspensión con relación suelo:agua de 1:2.5. Para la determinación de cationes realizó una extracción con acetato de amonio (pH: 7) y la determinación se efectuó por espectrofotometría de absorción atómica. El ensayo prevé el monitoreo de otro conjunto de variables edáficas que no son presentadas en este



trabajo. Para esta comunicación se utilizaron los resultados obtenidos de 0-20 cm y 20-40 cm. Para el análisis estadístico se realizaron análisis de variancia de los datos con el diseño en parcelas divididas y seleccionando como factor principal de interés para la comparación la fecha de muestreo (inicial y final), utilizando el programa INFOSTAT.

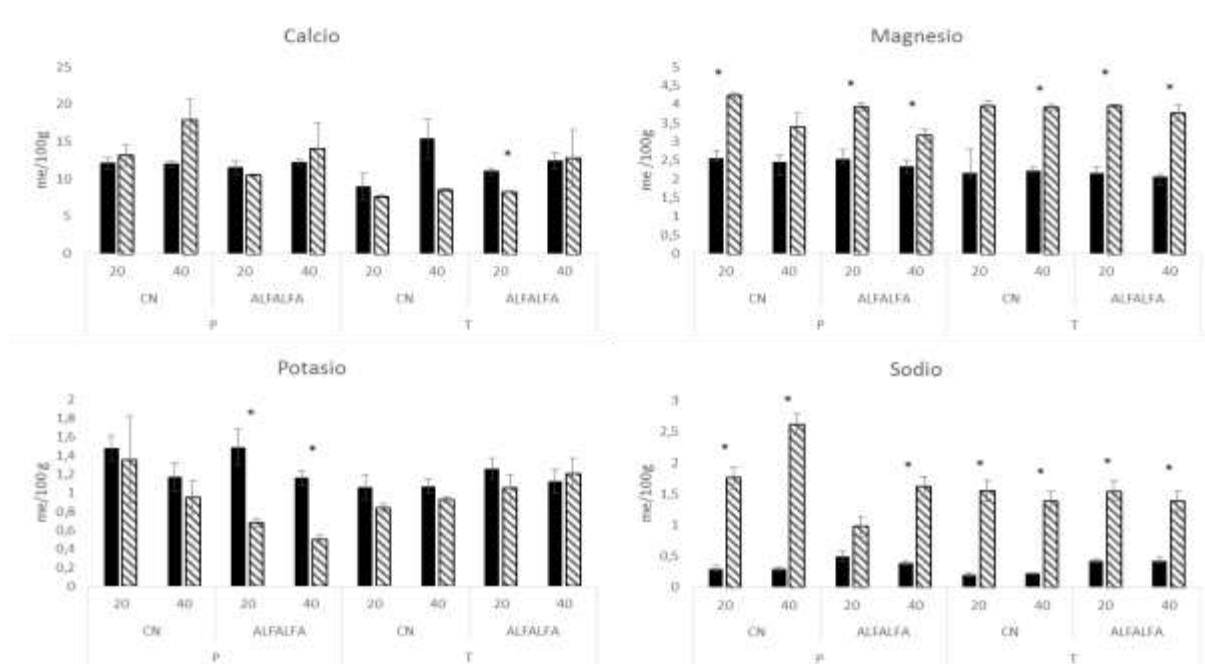
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las parcelas regadas con agua tratada se observó, después de 16 meses de riego, una disminución del pH y un aumento de la conductividad eléctrica estadísticamente significativos ( $p > 0,05$ ), tanto en las muestras superficiales como en profundidad, efecto que no se comprobó en las parcelas regadas con agua de perforación (Figura 1). Estos resultados ya se habían observado en los muestreos realizados en el mes de noviembre a los 9 meses de riego continuo (Riat *et al.*, 2017).



**Figura 1:** pH y conductividad eléctrica (1:2,5) en muestras de suelo a 20 y 40 cm de profundidad, en las parcelas de alfalfa y campo natural, regadas con agua de pozo (P) y tratada (T), en los muestreos iniciales (sólidas) y al final del período de crecimiento (rayadas). Las barras indican el error estándar y los asteriscos diferencias significativas entre fechas de muestreo.

En los cationes extractables, no se observaron patrones de respuesta marcadamente diferentes entre los dos tipos de agua utilizadas. Sin embargo, se registró una respuesta diferencial entre los tipos de catión, ya que se observaron aumentos significativos particularmente en sodio y en magnesio, presentándose en ambos tipos de agua (Figura 2).



**Figura 2:** Cationes extractables en muestras de suelo a 20 y 40 cm de profundidad, en las parcelas de alfalfa y campo natural, regadas con agua de pozo (P) y tratada (T), en los muestreos iniciales (sólidas) y al final del período de crecimiento (rayadas). Las barras indican el error estándar y los asteriscos diferencias significativas entre fechas de muestreo.



Las disminuciones de pH están posiblemente asociadas a un aumento de la actividad biológica generada por el suministro de nutrientes y sustrato carbonado lábil junto con el agua residual tratada, con el consiguiente incremento en la mineralización del nitrógeno y el carbono orgánico, que generan acidez. Este efecto es significativo hasta la profundidad de 40 cm, y en fechas anteriores de muestreo se observó la misma tendencia a mayor profundidad aunque sin mostrar diferencias estadísticamente significativas (Riat *et al.*, 2017).

El aumento de la conductividad eléctrica está posiblemente generado por el aporte de sales provenientes del agua residual tratada, que se acumularon en todo el perfil. Sin embargo estas sales no parecen estar asociadas exclusivamente al aumento de cationes extractables, ya que los cambios significativos observados en estos últimos aparecieron tanto en las parcelas regadas con agua tratada como en las regadas con agua de perforación. Es posible que las diferencias entre ambos tipos de agua se deban al aporte diferencial de formas inorgánicas de nitrógeno (amonio y nitrato) u otros nutrientes que son incorporados con el agua tratada, ya que ha sido detectado un aumento significativo de estos elementos en estas parcelas respecto a las regadas con agua de perforación (Riat *et al.*, 2018).

Los aumentos significativos del magnesio y sodio extractables, pero no de otros cationes, en las parcelas regadas con ambos tipos de aguas, están probablemente asociados a la relación de cationes presentes en la fuente de agua utilizada para consumo en la localidad, posiblemente proveniente de un acuífero similar al del agua de perforación utilizada en el ensayo. Se prevén realizar análisis detallados de los tipos de agua utilizadas poder estudiar la relación entre estos procesos.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo, si bien son preliminares, muestran que la aplicación de agua tratada para riego puede producir cambios significativos en el suelo aun en plazos muy cortos (Pedrero *et al.*, 2010). En el marco de este trabajo se están estudiando éstas y otras variables edáficas que nos permitan establecer las causas de estos cambios, y diseñar estrategias de mitigación, al mismo tiempo se prevé continuar con los monitoreos para establecer el posible impacto a largo plazo en la productividad de los cultivos y en el ambiente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Antonio Cayuman por sus valiosos aportes y la atención permanente del ensayo, a la Cooperativa de aguas y servicios públicos de Ingeniero Jacobacci y al Departamento Provincial de Aguas por el apoyo técnico y aporte de recursos. Este proyecto cuenta con financiamiento conjunto a través del Proyectos bienales UNRN 2014 PI 40-B-363 y UNRN 2016-PI-DDT-40-B-571 e INTA Proyecto INTAPATNOR 1281102.

## BIBLIOGRAFÍA

- Faleschini, M. 2016. Estrategias, dificultades y beneficios en la aplicación del reuso del agua tratada en tres municipios de la Patagonia. IFRH 2016.
- Godagnone, RE & DE Bran. 2009. Inventario integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de Río Negro. Ediciones INTA. Buenos Aires. 392 p.
- Hettiarachchi, H & R Ardakanian (Eds). 2017. Uso seguro de aguas residuales en la agricultura: Ejemplos de buenas prácticas. Universidad de las Naciones Unidas. Instituto para la Gestión Integral de Flujos de Materiales y Recursos. Alemania. e-ISBN: 978-3-944863-48. 1.338p.
- Riat, M; MV Cremona; P Fernández; S Magnin; L Tanzer; V Velasco & M Sánchez. 2017. Reutilización de aguas residuales tratadas para riego de forrajeras en Ing. Jacobacci. Resultados preliminares. XXVI Congreso Nacional del Agua. Córdoba. Eje G: Ingeniería Sanitaria, Ambiental y Calidad de Agua. 326-327 p.
- Riat, M; MV Cremona; L Tanzer; V Velasco; M Sanchez; S Magnin. 2018. Nutrients enrichment in soils irrigated with treated wastewater. Congreso Mundial de Suelos. Rio de Janeiro.
- Pedrero, F; I Kalavrouziotis; JJ Alarcón; P Koukoulakis & T Asano. 2010. Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture - Review of some practices in Spain and Greece. *Agric. Water Manag.* 97: 1233-1241.