

XXVIII
Congreso
Argentino
de la Ciencia
del Suelo
Buenos Aires 2022



XXVIII CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

Suelos saludables, sustento de la sociedad y el ambiente

RESÚMENES Y TRABAJOS EXPANDIDOS

Coordinadores

MARIO CASTIGLIONI

PATRICIA FERNÁNDEZ

SEBASTIÁN VANGELI

15 al 18 de noviembre de 2022

Buenos Aires – Argentina

Organizado por



Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo

XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo : Suelos saludables, sustento de la sociedad y el ambiente / coordinación general de Mario Castiglioni ; Patricia Fernández ; Sebastián Vangeli. - 1a edición especial - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo - AACCS, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-48396-7-1

1. Biología del Suelo. 2. Conservación del Suelo. 3. Contaminación del Suelo. I. Castiglioni, Mario, coord. II. Fernández, Patricia, coord. III. Vangeli, Sebastián, coord. IV. Título.

CDD 631.407

Los trabajos de investigación, presentados al XXVIII CACS como resúmenes y como trabajos expandidos aquí publicados, fueron sometidos a evaluación por pares. Los compiladores no asumen responsabilidad alguna por eventuales errores tipográficos u ortográficos, por la calidad y tamaño de los gráficos, ni por el contenido de las contribuciones. Los trabajos de investigación se publican en versión online tal como fueron enviados en soporte informático por parte de los respectivos autores, con leves adaptaciones de sus formatos, con la finalidad de conferirles uniformidad entre ellos, de acuerdo con las normas previamente establecidas. La mención de empresas, productos y o marcas comerciales no representa recomendación preferente del XXVIII CACS-2022.

COMISIÓN DIRECTIVA DE LA AACS

Presidente: Mario Castiglioni

Vicepresidente: María Rosa Landriscini

Secretario: Raúl Cáceres Díaz

Prosecretaria: María Basanta

Tesorero: Osvaldo Barbosa

Protesorero: Daniel Riscosa

Secretaria de Actas: Patricia Carfagno

Miembros Vocales Titulares:

Mirta García (Coordinadora Comisiones Científicas)

Diego Cosentino

Sebastián Vangeli

Guillermo Studdert

Miembros Vocales Suplentes:

Alicia Irizar

Carolina Sotomayor

María Victoria Cremona

Silvia Imhoff

Revisores de Cuentas:

Marcos Bongiovanni

Federico Paredes

COMISIÓN ORGANIZADORA
XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Presidenta: Carina Álvarez (FAUBA)

Vicepresidenta: Patricia Carfagno (INTA)

Secretarias: Haydée Steinbach / Helena Rimski Korsakov (FAUBA)

Tesoreros: Federico Gómez / Mariela Echeverría (FAUBA)

Secretaria de Actas: María Marta Caffaro (FAUBA/CONICET)

Gestión de Contribuciones y Sesiones:

Mario Castiglioni (FAUBA)

Patricia Fernández (FAUBA/CONICET)

Filipe Behrends Kraemer (FAUBA/CONICET)

Sebastián Vangeli (FAUBA/INTA)

Federico Fritz (FAUBA/CREA)

Vocales:

Héctor Morrás (INTA/USal)

Luis Wall (UNQ/CONICET)

María Fernanda González Sanjuan (Fertilizar)

Celio Chagas (FAUBA)

Mónica Barrios (UNLZ)

Julieta Irigoin (INTA/UNLu)

Daiana Sainz (INTA/FAUBA)

Virgina Bonvecchi (UNLu)

Marcos Petrasek (UNLu)

Miguel A. Taboada (FAUBA/Carbon Group Agro-Climatic Solutions)

Raúl Lavado (FAUBA)

Comunicación visual y edición: Djasmine Deluca Alfano

NOMINA REVISORES DE RESUMENES TRABAJOS EXPANDIDOS Y SELECCIÓN PARA SU PRESENTACIÓN

Javier de Grazia

Haydée Steinbach

Julieta Irigoin

Marcos Petrasek

Luis Wall

Bárbara Mc Cormick

Virginia Bonvecchi

Johanna Ramírez

Ana Beatriz Wingeyer

Celio Chagas

Luis Lozano

Walter Carciochi

Liliana Suñer

Juan Manuel Martínez

Josefina Zilio

Nicolás Stahringer

Mónica Barrios

Maximiliano Eiza

Oscar Bravo

Lucas Moretti

Miriam Presutti

Cristina Angueira

Cecilia Videla

Dorkas Andina

Gabriela Fernández

Laura Diez Yarade

Helena Rimski Korsakov

Patrocinan

BUNGE

AMAUTA

 **Timac AGRO**

 **COFCO INTL
FERTILIZANTES**

 **Bolsa
de Cereales**

 **PROFERTIL**
Vida para nuestra tierra

 **Recuperar**
S.R.L.

 **TECNOAGRO**
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

 **EUROCHEM**
EMERGER FERTILIZANTES

 **instrumentalia**

Agradecemos el aporte económico de FONCyT - Agencia I+D+i Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, RC-2021-00062

 **Agencia I+D+i**
Agencia Nacional de Promoción
de la Investigación, el Desarrollo
Tecnológico y la Innovación



EFFECTO DEL RIEGO CON AGUA RESIDUAL TRATADA EN EL PH Y LA ACUMULACIÓN DE SALES

Cremona, MV.^{1,2}, M.C. Riat², V. Velasco³

¹ INTA EEA Bariloche; ² Universidad Nacional de Río Negro;

³ INTA AER Jacobacci

* Modesta Victoria 4450, Bariloche, Río Negro.

cremona.mv@inta.gob.ar

RESUMEN

El uso de aguas residuales tratadas (ART) 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 y la producción bajo riego es dificultosa. En Ing. Jacobacci (Río Negro), funciona una planta depuradora de aguas cloacales (lagunas facultativas) que genera un importante caudal de ART, que está comenzando a utilizarse para riego, e interesa en monitorear los impactos que pueda producir en el ambiente. El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto de la reutilización de ART en el pH y la conductividad del suelo, como indicadores de procesos de salinización, en el mediano plazo, y sus potenciales efectos sobre la productividad vegetal. Desde 2016 se lleva adelante un ensayo en parcelas divididas en el que se comparan los efectos del riego con ART con el riego convencional con agua de perforación (factor principal), en alfalfa y campo natural (terreno sistematizado con vegetación espontánea). Se tomaron muestras simples en cada parcela de 0 a 80 cm y se determinaron el pH y la CE en suspensión (rel 1:2,5). El ANOVA mostró diferencias significativas de pH hasta los 40 cm desde el primer muestreo en los tratamientos regados con ART, efecto que es considerado positivo en los suelos levemente alcalinos y muy pobres de los que se partió, ya que revela el efecto del agregado de materia orgánica, y se supone mejora la disponibilidad de nutrientes. La CE sin embargo se incrementa en algunas profundidades y muestreos en las mismas parcelas, aunque la magnitud del incremento está lejos de representar un riesgo de salinización. El riego con ART modifica las condiciones del suelo y es necesario realizar monitoreos que los cuantifiquen para determinar la vida útil de estos proyectos.

Palabras clave: salinización, zona árida, efluentes tratados

INTRODUCCIÓN

El uso de aguas residuales tratadas (ART) 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).

La zona centro de la Provincia de Río Negro integra los dos tercios de la superficie en la Argentina que presenta balances hídricos negativos la mayor parte del año, esto representa una importante limitación para todo tipo de actividades productivas y en muchos casos hasta se dificulta el abastecimiento de agua para consumo humano.

La localidad de Ing. Jacobacci se localiza en la región centro – sur de la Provincia de Río Negro y 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). En esta ciudad funciona una planta



depuradora de aguas cloacales mediante lagunas facultativas que genera un caudal de agua residual de aproximadamente 200 m³/día proveniente de un barrio que eran volcadas a un mallín en el faldeo norte del predio, un área ambientalmente sensible, considerando la cercanía de la zona urbana.

Para evitar el vuelco a cuerpos receptores agua con alto contenido de nutrientes y aprovechar el recurso en esta región en donde la producción bajo riego es de otro modo muy dificultosa, se están llevando adelante desde el año 2016 ensayos de reutilización de las mismas en la producción de forraje.

Pero el riego con ART, si bien constituye una oportunidad para el recupero de nutrientes y la obtención de un producto agropecuario a partir del mismo, es también un riesgo ambiental que debe ser monitoreado. En la bibliografía se reportan efectos negativos relacionados al incremento de la salinidad y sodicidad que pueden provocar toxicidad específica de algunos iones como el sodio y problemas de infiltración por pérdida de estructura (Pedrero et al, 2010), sobrecarga de nutrientes, que puede afectar a los cultivos, acumularse en el suelo o lixiviarse y afectar fuentes de agua, y acumulación de metales pesados u otros contaminantes orgánicos, aunque estos últimos tienden a precipitar en los tratamientos previos al reuso (Hamilton et al, 2007).

El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto de la reutilización de efluentes tratados en el pH y la conductividad del suelo, como indicadores de procesos de salinización, en el mediano plazo, y sus potenciales efectos sobre la productividad vegetal en una zona semiárida. Para ello se lleva adelante un ensayo en el que se comparan los efectos del riego con ART con el riego convencional con agua de perforación, en cultivos forrajeros que puedan ser usados en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en 2016 y se realizó un diseño experimental en parcelas divididas donde el tipo de agua utilizada para riego es el factor principal, mientras que dentro de las parcelas principales se aleatorizaron los tratamientos del tipo de vegetación (alfalfa y campo natural), en parcelas por triplicado de 2 x 3 m. 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.

El riego se realiza por melgas y el agua es conducida por tuberías hasta la cabecera de las mismas. Se riega diariamente, de septiembre a principios de junio, con una lámina de aprox. 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.

En cada temporada de crecimiento se realizaron tres y cuatro cortes de la vegetación en todas las parcelas, en la zona central de las mismas, en un marco de 0,2 m², secándose el material en estufa a 60°C. Se calculó el rendimiento total como la suma de los cortes y expresando los resultados en kg MS/ha. En cada cosecha se hizo un corte de limpieza de toda la parcela, dejando aprox. 10 cm de altura de vegetación remanente para favorecer el rebrote.

Al inicio del ensayo y al final de cada temporada de crecimiento (mayo/junio) se realizaron muestreos de suelo. Se tomaron muestras individuales por parcela hasta los 80 cm de profundidad a intervalos de 20 cm. En laboratorio se secaron y tamizaron por malla de 2 mm, determinándose sobre cada una de ellas el pH en agua (relación suelo agua 1:2,5) y la conductividad eléctrica de la suspensión. El ensayo prevé el monitoreo de otro conjunto de variables edáficas que no son presentadas en este trabajo.

La caracterización del agua residual tratada y la de perforación se detalla en la Tabla 1 y los suelos en la Tabla 2.



Tabla 1. Datos analíticos del agua residual tratada y de perforación utilizada en el ensayo

	Agua Residual Tratada (**)	Agua de perforación(*)
pH	7,6	8,2
Conductividad (mS/s)	1,6	1,2
DQO (mgO ₂ /ml)	358	-
Fósforo total (mgP/l)	7,1	-
Nitrógeno total (mg-N/L)	25	-
Nitratos mg/L	-	7
RAS	5,5	9

* CFI, 1991. Perforación J11 (41°19'S, 69°31'O) (**) Lab UNC 5/15 y DPA

Tabla 2: Características generales de suelo del ensayo

Prof. en cm	0-20	20-40	40-60
pH agua (1:2,5)	8,33		
Conductividad eléctrica (1:2,5) (dS/m)	0,1		
% Materia orgánica	0,5		
% Nitrógeno total	0,04		
Rel C/N	7		
Fósforo disponible (Olsen) ppm	2,19		
Capacidad de Campo (%Hg)	9,1	9,6	9,6
Punto de Marchitez Permanente (%Hg)	5,6	5,9	6,1

Para el análisis estadístico se realizaron análisis de variancia de los datos con el diseño en parcelas divididas y seleccionando la comparación de interés especificada en cada caso. Se utilizó el programa INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2020)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observa la evolución en el tiempo de los parámetros de suelo monitoreados, desde el muestreo inicial en febrero de 2016 y luego de las diferentes temporadas de riego a lo largo de 6 años.

Los valores iniciales de pH son moderadamente alcalinos, típicos de los suelos áridos sobre los cuales se instaló el ensayo. Sin embargo, ya desde la primera fecha de muestreo reportada, en 2018 se observa un descenso significativo del mismo de por lo menos medio punto en los tratamientos regados con agua tratada. Esta tendencia se acentúa y alcanza hasta un punto de descenso en los años siguientes en los primeros 20 cm de profundidad (Figura 1 a). En el horizonte siguiente (20-40 cm) (Figura 1 b) también se verifica la tendencia, con una magnitud algo menor, pero con diferencias estadísticamente significativas a partir de los dos años de riego.



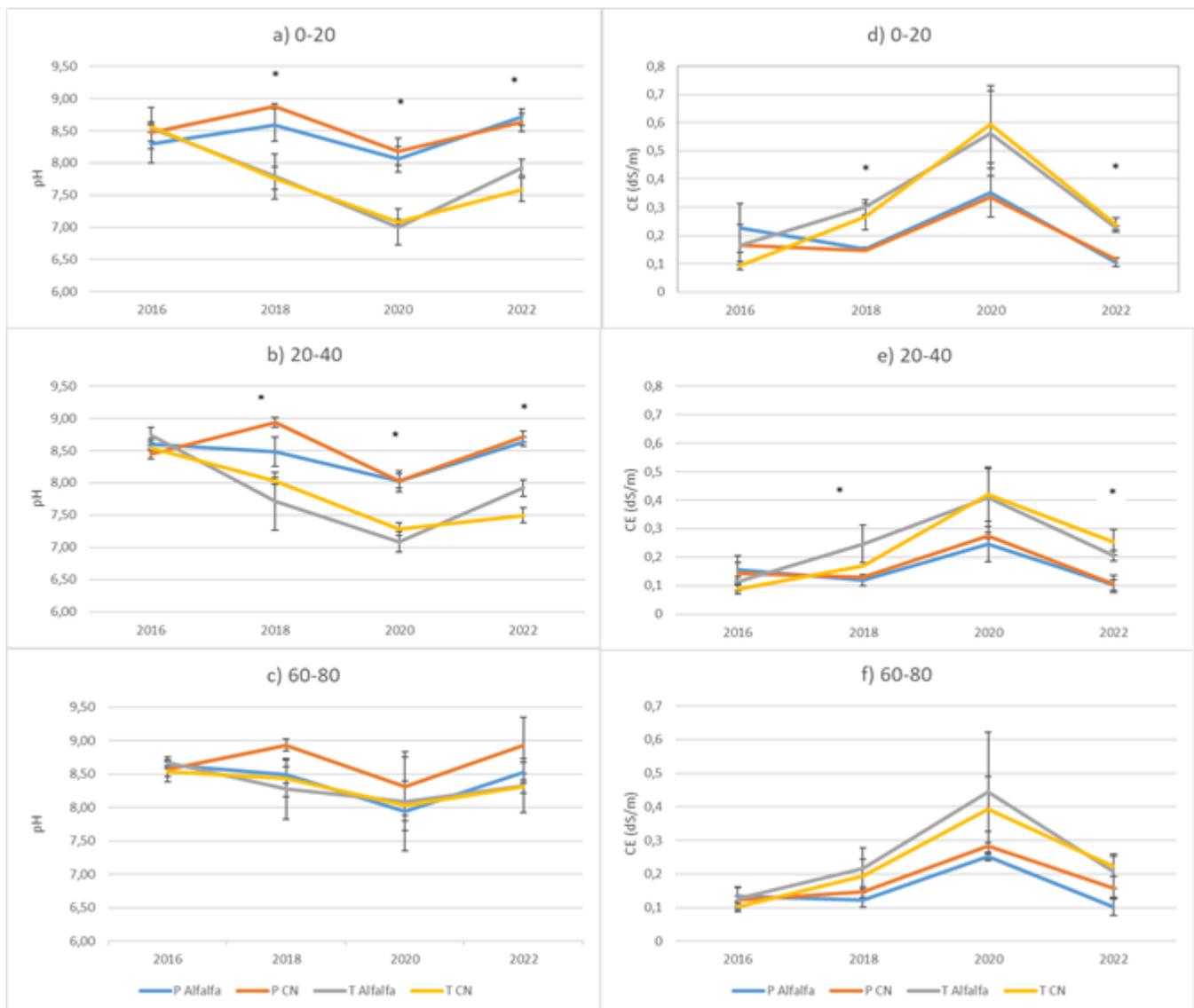


Figura 1: Evolución de la reacción del suelo desde la instalación del ensayo (2016) y cada dos años de riego, para los diferentes tipos de vegetación (alfalfa y campo natural) y tipos de agua utilizados (P de perforación y T agua residual tratada). Los asteriscos indican diferencias significativas entre tipos de agua ($p < 0,05$).

La respuesta del pH al riego con ART es muy variable según el suelo de que se parte (Minz et al, 2011). El agregado de materia orgánica y formas orgánicas e inorgánicas de nitrógeno con el agua, y su degradación en el suelo, pueden desencadenar procesos que generen un aumento de la acidez (Paul, 2016), que se refleja rápidamente en suelos que tienen muy poca capacidad de amortiguación del mismo, como es el caso de los suelos arenosos del presente estudio. El aumento de actividad biológica también puede contribuir a este fenómeno, por el incremento del CO_2 generado en la respiración microbiana. Ambos procesos son beneficiosos para suelos pobres como los originales del ensayo, mejorando su fertilidad potencial no solo por el aumento en la dotación de nutrientes, producto del aporte de materia orgánica, sino también por la mejora en la disponibilidad de algunos elementos como el fósforo que pueden verse restringidos en condiciones de alcalinidad.

En profundidad no se verifican estos procesos, por lo que no se observan diferencias significativas entre tratamientos.

La conductividad eléctrica en cambio se incrementó significativamente en los tratamientos con agua tratada respecto de los regados con agua de perforación en magnitudes que varían entre 0,1 y 0,2 dS/m, en algunas fechas de muestreo y en los horizontes hasta 40 cm (Figura 1 d y e). En el agua tratada, este aumento de la

CE se podría deber a una combinación de factores: en principio su CE es levemente más alta que el agua de perforación (ver Tabla1), pero por otro lado junto con el agua también se incorporan con la materia orgánica y formas iónicas de nitrógeno que podrían contribuir a este incremento (Lemeillet et al, 2017). Es un parámetro que también resulta mucho más variable, y los desvíos en las mediciones de una misma fecha son mayores, pero también entre fechas ya que en el último muestreo (2020) se observan leves descensos respecto del anterior.

Es importante destacar que la magnitud de estos incrementos no sugiere riesgos en el mediano plazo. A pesar de ello, para planteos de largo plazo en zonas áridas, resultaría conveniente realizar balances de sales que permitan estimar la vida útil de los proyectos de reutilización.

Los rendimientos de la vegetación mostraron resultados variables entre las temporadas, en función de las condiciones climáticas (temperatura y heladas) reinantes en cada una de ellas (Tabla 3). No se observan rendimientos afectados por los efectos negativos observado en el suelo dentro de cada tratamiento, pero sí hay diferencias entre tratamientos, muy notorias a favor de los tratamientos regados con ART. En las primeras temporadas las diferencias entre la alfalfa regada con ambos tipos de agua no son significativas, pero el aporte de nutrientes del ART permite lograr mejores rendimientos en la temporada 2022. En el campo natural la diferencia a favor del ART es siempre significativa.

Tabla 3: Rendimiento de las parcelas forrajeras al final de las temporadas de muestreo. * el último corte de 2020 es estimado ya que no pudo realizarse debido al ASPO. Las letras indican diferencias significativas ($p>0,05$).

Agua	Vegetación	2018		2020 *		2022	
Pozo	Alfalfa	46244 ±	1624 a	22012 ±	3616 a	29332 ±	6352 a
	Campo Natural	16766 ±	5274 b	12258 ±	1181 b	11246 ±	4398 b
ART	Alfalfa	50579 ±	7936 a	26387 ±	883 a	35062 ±	10565 b
	Campo Natural	42216 ±	7530 a	14487 ±	525 b	26781 ±	2460 ab

CONCLUSIONES

Del análisis comparativo entre los tratamientos con agua tratada y agua de perforación, se observan cambios positivos en el suelo en el pH del suelo y levemente negativos en la conductividad eléctrica en el mediano plazo analizado. Sin embargo, la magnitud de los cambios en esta última aun no indican riesgos ambientales en mediano plazo.

Es importante continuar los estudios cuantitativos que permitan ajustar los aportes de nutrientes realizados con el agua a los consumos de los cultivos, de modo de evitar excesos que puedan generar movimientos no deseados a las napas freáticas o cuerpos de agua. Además, a partir de las tendencias observadas en la CE resultaría conveniente realizar balances de sales que permitan estimar la vida útil de los proyectos de reutilización

AGRADECIMIENTOS:

A Antonio Cayumán, por su trabajo en el mantenimiento y cuidado del ensayo. Al DPA, en especial Santiago Magnin, el Municipio y la Cooperativa de Agua de Ingeniero Jacobacci y el ENTE de la Región Sur por el apoyo a este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Faleschini, M. 2016. Estrategias, dificultades y beneficios en la aplicación del reuso del agua tratada en tres municipios de la Patagonia. IFRH 2016

Godagnone R.E. y D. Bran eds. 2009. Inventario de los Recursos Naturales de la Provincia de Río Negro. Actualización. Ediciones INTA



- Hamilton, A, Stagnitti, F, Xiong, X, Kreidl, , Benke, K and Maher, P. 2007. Wastewater irrigation: the state of play. *Vadose zone journal*, vol.6, no. 4, pp. 823-840.
- Minz, D., R. Karyo and Z. Gerstl. 2011. Effect of municipal treated wastewater irrigation on soil microbiology. In: Levy, G, P.Fine and A. Bar-Tal eds. *Treated Wastewater in agriculture*. Willey-Blackwell. 445p.
- Lemeillet, F., Sainato, C., Malleville, H., Carbó, L., Herrero, A. 2017. Electrical conductivity of a soil treated with effluent from Livestock. *Geoacta (Argentina)* Volume 41, Issue 2, Pages 57-73
- Paul, E.A. 2016. The nature and dynamics of soil organic matter: plant inputs, microbial transformations and organic matter stabilization. *Soil Biology and Biochemistry* 98:109-126
- Pedrero F., Kalavrouziotis J., Alarcón, Koukoulakis P., Asano T. 2010. Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture—Review of some practices in Spain and Greece. *Agricultural Water Management* 97 (2010) 1233–1241.

