



L
XXVII
Congreso Argentino
de la Ciencia del Suelo

“Suelos: Desafíos para una producción y desarrollo sustentables”



RESUMENES Y TRABAJOS EXPANDIDOS



**13 al 16 de octubre de 2020
CORRIENTES - ARGENTINA**



ISBN 978-987-46870-3-6



XXVII CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

Suelos: Desafíos para una producción
y desarrollo sustentables

RESUMENES Y TRABAJOS EXPANDIDOS

Humberto Carlos Dalurzo (Coordinación general)
Diana Marcela Toledo
Alba Ruth Perucca
Sandra Cristina Perucca
(Compiladores)

13 al 16 de octubre de 2020
Corrientes - Argentina

Organizado por:



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

Actas XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo / coordinación general de Humberto Carlos Dalurzo. Compiladores: Diana Marcela Toledo; Ruth Perucca; Sandra Perucca. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo -AACS, 2020.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-46870-3-6

1. Suelos. I. Dalurzo, Humberto Carlos, coord. II. Toledo, Diana Marcela, comp. III. Perucca, Ruth, comp. IV. Perucca, Sandra, comp. V. Título.
CDD 631.4



ALGUNOS EFECTOS DEL RIEGO CON AGUA RESIDUAL TRATADA EN SUELOS DE INGENIERO JACOBACCI (RIO NEGRO)

Riat M. ^{1*}, M.V.Cremona ^{1,2}, V.Velazco ², C.Catenazzo, ¹; M.Sanchez, ¹, N. Espert ¹

¹Universidad Nacional de Río Negro, Instituto de Investigaciones en Agroecología Recursos Naturales y Desarrollo Rural., Mitre 630. San C. de Bariloche Pcia. de Río Negro. mriat@unrn.edu.ar

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA-Bariloche

RESUMEN: La reutilización de aguas residuales tratadas (RART) es una posibilidad para la irrigación de tierras agrícolas particularmente en zonas áridas, que permite además, resolver su retorno a los sistemas hidrológicos regionales evitando el vuelco a cuerpos receptores. En la Argentina y particularmente en Río Negro ya se están implementando sistemas de reutilización, sin embargo, no existe información detallada que permita la planificación de superficies y caudales en función de la calidad de los efluentes tratados, las características del suelo y la exportación de nutrientes por los cultivos. El objetivo del presente trabajo es evaluar el impacto de la RART sobre las propiedades del suelo, en particular la evolución del pH y la CE, el enriquecimiento en Materia Orgánica (MOS) y Nitrógeno total (N_t), en un ensayo con especies forrajeras instalado en la planta de tratamiento de efluentes de Ing. Jacobacci. Luego de tres años de riego se observó un incremento de los valores de CE en ambos cultivos, posiblemente generados por la mayor carga de sales respecto del agua de perforación usada como referencia. La respuesta del pH presenta una tendencia al descenso en todos los tratamientos con agua tratada que puede atribuirse a una mayor actividad biológica. En los tratamientos con agua de perforación el pH presenta valores constantes o levemente superiores. La materia orgánica se incrementó en todos los casos cuando las parcelas fueron regadas con agua tratada, mostrando una reducción en las parcelas de campo natural regadas con agua de perforación. Los valores de N_t no presentaron cambios importantes en la mayoría de los casos, posiblemente debido a un adecuado balance entre aportes y extracciones por cosecha. Se obtuvieron resultados alentadores respecto del comportamiento de las variables analizadas, que expresan un balance del N_t, un enriquecimiento de MOS, leves modificaciones del pH y la CE. Sin embargo, es necesario plantear sistemas de monitoreo que permitan calcular balances de aportes y extracciones para N_t y sales que permitan aumentar la vida útil de los proyectos de reutilización.

PALABRAS CLAVE: *riego con agua residual tratada, salinidad por riego, enriquecimiento con nutrientes.*

INTRODUCCIÓN

La reutilización de aguas residuales tratadas (RART) representa una alternativa para la irrigación de tierras de cultivo, que permite además resolver el retorno del agua residual a los sistemas hídricos regionales (Pedrero et al., 2010). Aun cuando el estudio del impacto de esta práctica sobre el suelo es fundamental, la mayoría de las investigaciones hasta hoy se han enfocado principalmente en la productividad de los sistemas y los impactos en la salud de los usuarios y consumidores (Bastida et al., 2018).

La RART puede, por motivos técnicos o económicos, no ser una solución adecuada en todos los sitios ni en todos los casos, pero es una oportunidad especialmente valorada para las regiones en las que la escasez de agua representa una limitación para las actividades económicas y el establecimiento de comunidades rurales o urbanas (DEEC-UE, 2014, Quadir et al, 2010).

Río Negro desde el año 2012 ha normalizado y regulando la RART (DPA, 2014), definiendo que todas las plantas de tratamiento que se proyecten desde ese año deben incorporar programas de reutilización. En Ingeniero Jaccobaci, localidad de la región Sur de la provincia, se instaló en el año 2015 un ensayo en el que se evalúa la productividad de forraje y el desempeño de dos especies con potencial forestal en la región.

Se estudió la variación del pH y la conductividad eléctrica (CE) en el suelo a medida que transcurren los ciclos de riego. La CE del ART es generalmente alta respecto de otras fuentes de agua para riego, lo que representa un riesgo de acumulación de sales (Hamilton et al, 2006, Mastrantonio, 2006). En zonas áridas, la RART representa una alternativa para mejorar el carbono edáfico y la dotación de nutrientes. Paralelamente, el riesgo de enriquecimiento con nitratos del agua subsuperficial debe ser mitigado con la implantación de cultivos de alto rendimiento, consumo de agua y nitrógeno (Hamilton et al, 2006).

El objetivo del presente trabajo es evaluar el impacto del RART sobre las propiedades del suelo, en particular la evolución del pH y la CE, el enriquecimiento en MOS y Nitrógeno total, en el ensayo de especies forrajeras instalado en la planta de Ing. Jacobacci.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción general del ensayo

El ensayo se encuentra instalado dentro del predio de la planta de tratamiento de efluentes de la localidad de Ing. Jacobacci (41°19'21.89"S, 69°30'37.59"O) que recibe efluentes de un barrio de 250 familias. Esta planta cuenta con una laguna facultativa con dos aireadores superficiales de baja potencia. A través de un sistema de bombeo que se activa por nivel, se carga un tanque auxiliar de 2500 L ubicado a 270 m y 7 m por sobre la cota de la laguna de tratamiento. Paralelamente se cuenta con una perforación de agua freática dentro del mismo predio con la que, por medio de una bomba centrífuga se carga otro tanque de igual volumen instalado contiguo al anterior. De ambos tanques se distribuye el agua de riego hacia las parcelas de cultivo.

Descripción general del 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 comparado con el uso de agua de perforación, uno con especies forrajeras (alfalfa y campo natural) y otro con forestales (olivillo y sauce). En este trabajo se informan los valores de pH, CE, MOS y NT_{Kj} , obtenidos después de tres años de riego, comparándolos con los valores iniciales en el ensayo de producción de forraje.

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 de 2016, 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 con una lámina de aproximadamente 10 mm/día, 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. La caracterización del agua residual tratada y la de perforación se detalla en la Tabla 1.

Durante cada temporada de producción se realizaron entre tres y cuatro cosechas de biomasa total en alfalfa, mientras que en el campo natural se removió la biomasa con cuadros para muestreo de 0,25m² y una cosecha total al final de cada temporada de crecimiento.

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 (mgN/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

Muestreos y procedimientos analíticos:

En el inicio del ensayo se tomaron muestras de suelo individuales por parcela y a tres profundidades hasta 80 cm, se repitió el muestreo con la misma metodología, a finales de otoño luego de cada temporada de riego. En este trabajo se evalúan los resultados obtenidos luego de la tercera temporada de riego, comparándolos con los valores iniciales.

En laboratorio las muestras se secaron al aire y tamizaron por malla de 2 mm, determinándose sobre cada una de ellas pH, CE, COT y NT_{Kj}. Para la determinación de pH y CE se utilizó suspensión con relación suelo: agua de 1;2.5. Para la determinación de COT se utilizó la metodología de Walkley & Black y para la determinación de Nt se usó la metodología Kjeldahl (Sparks et al,1996). Para estos dos últimos análisis se utilizó la muestra tamizada por 0,5 mm. 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, 20-40 cm y 60-80 cm.

Análisis de los datos

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 (Di Rienzo et al., 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que el pH se redujo entre 0,5 y 1 punto, en ambos cultivos para los tratamientos con agua tratada siendo significativos solo en el caso del campo natural hasta los 40 cm y en alfalfa solo en el estrato 20-40 cm. En el caso de los tratamientos con agua de perforación los valores de pH se mantienen estables en alfalfa y aumentan significativamente entre 0,4 y 0,5 puntos, hasta los 80 cm el de campo natural. El descenso de pH puede deberse al aumento de la actividad biológica generada por la incorporación de carbono que genera subproductos acidificantes (Weil y Brady, 2016). Los cambios observados en los tratamientos con agua de perforación en el campo natural en cambio, evidencian la alteración de los equilibrios de sales que se producen al irrigar un suelo prístino, y deben analizarse en conjunto con los cambios observados en las concentraciones de sales en el perfil.

Respecto de la variable conductividad eléctrica, en las parcelas con el agua de perforación no se observaron cambios significativos en los dos cultivos. En cambio, con el agua tratada se observó un aumento significativo de entre 0,1 y 0,2 dSm⁻¹ en ambos tratamientos hasta los 40 cm, y hasta los 80 cm en el campo natural.

Los resultados se grafican en la Figura 2, expresados en función de la profundidad de muestreo.

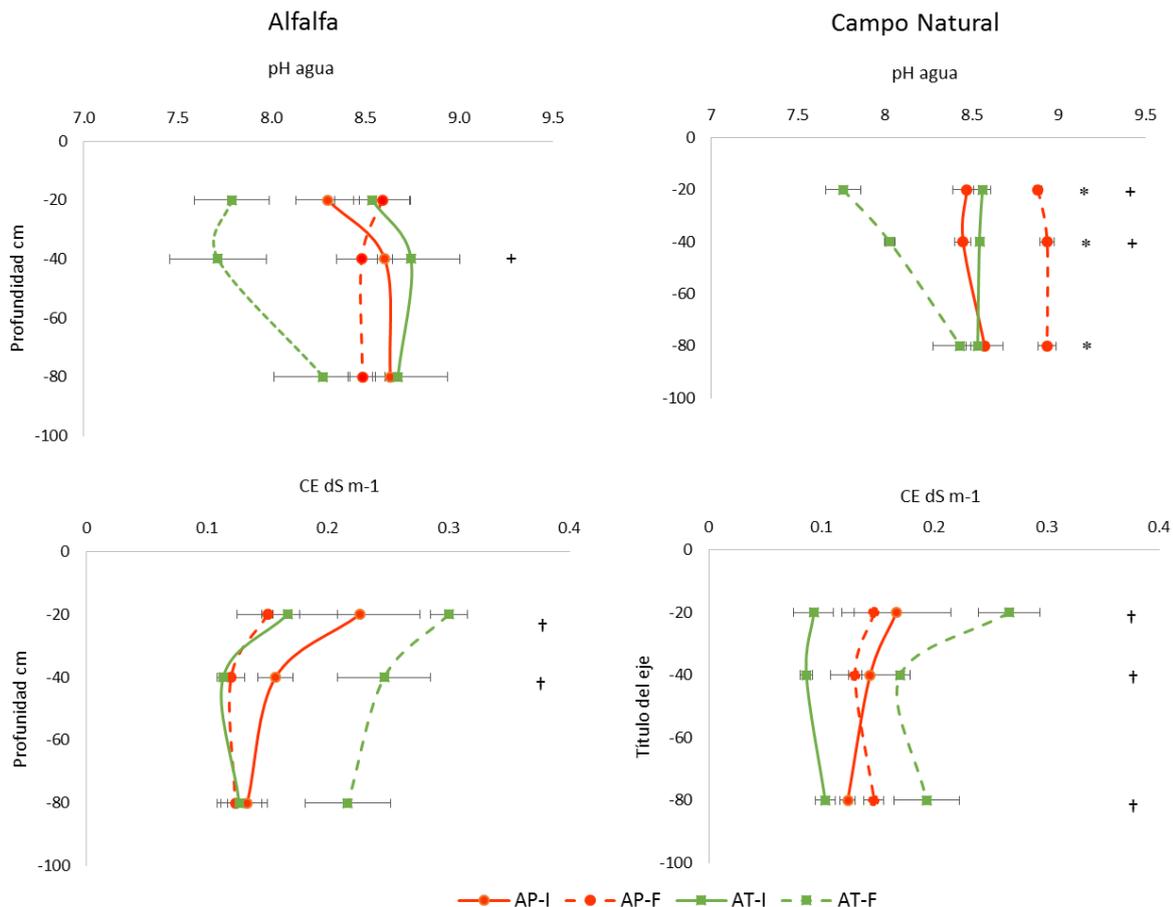


Figura 2. Variación del pH y la CE del suelo en alfalfa y campo natural, regados con agua tratada (AT) y Agua de perforación (AP) al inicio (I) y luego de tres temporadas de riego (F)
 (†) Indica diferencias significativas para AT (*) Indica diferencias significativas para AP

Analizando ambos parámetros en forma conjunta se puede inferir que, en el riego con agua de perforación, la carga de sales incorporada no ha sido lo suficientemente importante para modificar su CE significativamente. Sin embargo, la calidad de sales presentes en el agua (ver RAS en Tabla 1), probablemente enriquezca proporcionalmente en Sodio el suelo, lo que, como producto de la interacción suelo-agua genere un cambio en los equilibrios de cationes en el complejo de intercambio que deriven en aumentos de pH (Sánchez et al. 2016). Es necesario profundizar en estos aspectos con análisis complementarios tanto del suelo como del agua del ensayo. En el agua tratada, el 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, pero por otro lado junto con el agua también se incorporan Materia Orgánica (que genera actividad biológica) y, formas iónicas de nitrógeno que podrían contribuir a este incremento (Lemeillet et al, 2017).

Es importante destacar que, si bien en el RART se registran incrementos en estas dos variables, la magnitud de estos 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.

En el cultivo de alfalfa regado con AT se observaron aumentos significativos del contenido de MOS en las tres profundidades de alrededor de 2 g.kg^{-1} , duplicando los valores iniciales que eran muy bajos. En el campo natural se verificaron diferencias significativas en los dos tipos de agua, pero con efectos completamente opuestos: en el agua de perforación se observó una disminución de alrededor de 1 g.kg^{-1} en superficie y en el estrato más profundo, y en el agua tratada un incremento de entre 1 y 4 g.kg^{-1} en todas las profundidades.

En la Figura 3 se presentan los resultados obtenidos en Materia Orgánica y Nitrógeno total del suelo.

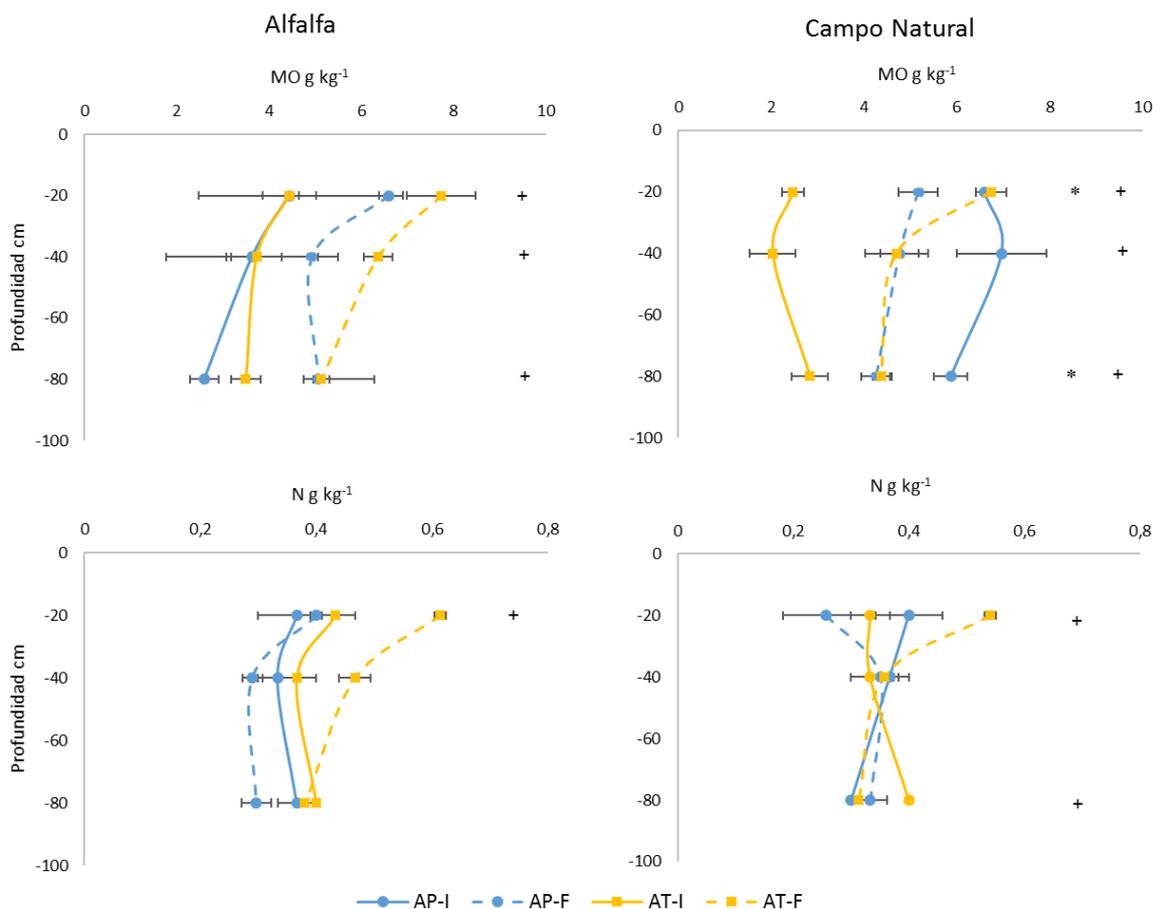


Figura 3. Variación de la MOS y el NT para alfalfa y campo natural, regados con agua tratada (AT) y Agua de perforación (AP) al inicio (I) y luego de tres temporadas de riego (F)
 (†) Indica diferencias significativas para AT (*) Indica diferencias significativas para AP

Los resultados obtenidos en los tratamientos con AP reflejan los procesos que se desencadenan al regar un suelo prístino: al agregar agua sin el agregado de nutrientes se promueve la mineralización y por lo tanto una reducción de la MOS (Wail y Brady, 2016, Austin et al., 2004). En el caso de la alfalfa en los tratamientos con AP, como se trata de una especie fijadora de nitrógeno al incorporar este nutriente, generando un mayor aporte de biomasa, el balance entre el consumo y los aportes de Carbono resulta neutro y no se observan cambios significativos en el corto plazo (Hartwig U. y Sadowsky M., 2006). En resultados obtenidos con los tratamientos con agua tratada en cambio, se verifica que existe un aporte de carbono y nutrientes (reflejados en la DQO y las concentraciones de N y P presentados en la Tabla 1) que generaron incrementos significativos de la MOS en todas las profundidades.

En el nitrógeno las tendencias no fueron tan marcadas y solo se verificó un aumento de la concentración del mismo en los tratamientos con agua tratada, hasta los 20 cm de profundidad en alfalfa, y en el campo natural en superficie y en profundidad. Es posible que la técnica de medición utilizada no sea lo suficientemente sensible para detectar cambios en niveles de nutriente tan bajos, pero sin embargo creemos que es valioso continuar midiendo este parámetro para monitorear su evolución en el largo plazo.

CONCLUSIONES

Del análisis comparativo entre los tratamientos con agua tratada y agua de perforación, se observan cambios positivos en el suelo en la mayoría de los parámetros analizados, y la magnitud de los mismos no indica riesgos ambientales en mediano plazo. Sin embargo,

resulta 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.

BIBLIOGRAFIA:

- Austin, A; L Yahdjian; J Stark; J Belnap; A Porporato; U Norton; D Ravetta & S Schaeffe. 2004. Water pulses and biogeochemical cycles in arid and semiarid Ecosystems. *Oecologia* (2004) 141: 221–235
- Bastida, F; I Torres; J Abadía; C Romero-Trigueros; A Ruiz-Navarro; J Alarcón & C García. 2018. Comparing the impacts of drip irrigation by fresh water and reclaimed wastewater on the soil microbial community of two citrus species. *Agricultural Water Management*. 203(2018)53-62.
- CFI.1991.“Provisión de agua a Ingeniero Jacobacci. Evaluación del sistema actual de abastecimiento. Estudio geológico de detalle”. Departamento Provincial de Aguas Provincia de Rio Negro.
- Departamento Provincial de Aguas. 2014. Informe preliminar para la reutilización de aguas residual tratada en San Carlos de Bariloche.
- DG ENV, EUROPEAN COMMISSION. 2014. Consultation on policy options to optimise water reuse in the EU (https://ec.europa.eu/environment/consultations/water_reuse_en.htm) Consultado 15/12/2019.
- Di Rienzo, J; F Casanoves; M Balzarini; L Gonzalez; M Tablada & C Robledo. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Hamilton, A; V Versace; F Stagnitti; P Li; W Yin; P Maher; K Hermon; R Premie & D Ierodiaconou. 2006. Wastewater Reuse and the Environment: Reaping the Benefits by Minimising the Impacts. Proceedings of the 2006 IASME/WSEAS Int. Conf. on Water Resources, Hydraulics & Hydrology, Chalkida, Greece, May 11-13, 2006 (pp71-80)
- Hartwig, U & Sadowsky, M. 2006. Biological Nitrogen Fixation: A Key Process for the Response of Grassland Ecosystems to Elevated Atmospheric [CO₂], in *Ecological Studies*, Vol.187. Nösberger J., Long S.P., Norby R.J., Stitt M., Hendrey G.R., Blum H. (Eds.) *Managed Ecosystems and CO₂ Case Studies, Processes, and Perspectives* © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
- Lemeillet, F; C Sainato; H Malleville; L Carbó & A Herrero. 2017. Electrical conductivity of a soil treated with effluent from Livestock. *Geoacta (Argentina)* Vol 41, Issue 2, Pages 57-73
- Mastrantonio L. 2006. Reuso Agrícola de Efluentes Industriales y Cloacales: Efecto en la Calidad de Agua y Suelo. Departamento General de Irrigación de la Provincia de Mendoza.
- Pedrero, F; J Kalavrouziotis; J Alarcón; P Koukoulakis & T Asano. 2010. Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture—Review of some practices in Spain and Greece. *Agricultural Water Management* 97 (2010) 1233–1241.
- Qadir, M; D Wichelns; L Raschid-Sally; P McCornick; P Drechsel; A Bahri & P Minhas. 2010. The challenges of wastewater irrigation in developing countries. *Agricultural Water Management* 97 (2010) 561–568.
- Sánchez, R; L Dunel Guerra & M Scherger. 2016. Evaluación de las áreas bajo riego afectadas por salinidad y/o sodicidad en Argentina. Ed INTA. 1a ed.
- Sparks, D; A Page; P Helmke; R Loeppert; P Soltanpour; M Tabatabai; C Johnson & M Sumner (eds). 1996. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. SSSA Book Series N° 5. SSSA, ASA, Madison, Wisconsin, EEUU
- Weil R & N Brady. 2016. *The Nature and Properties of Soils. Fifteenth Edition*. Ed.Pearson.1105p.