

XXX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Desafíos de Sur a Norte:
Compromiso entre conservar y producir

LIBRO DE ACTAS

Bariloche - Patagonia 2026

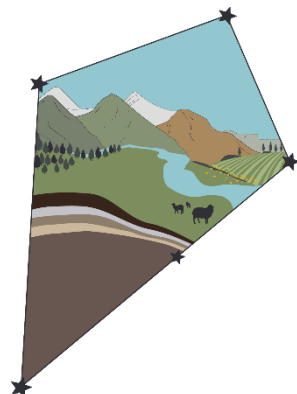


UNRN

Universidad Nacional
de Río Negro



Utilice su escáner de
código qr para acceder
a la versión digital



XXX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo Bariloche, Patagonia 2026

RESÚMENES Y TRABAJOS EXPANDIDOS

14 al 17 de abril de 2026
Bariloche, Patagonia - Argentina

ORGANIZADO POR



AACS
ASOCIACION ARGENTINA
CIENCIA DEL SUELO



UNCo
BARILOCHE

UNRN
Universidad Nacional
de Río Negro



Coorganizado con



Los trabajos de investigación, presentados al XXX 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 XXX CACS-2026.

COMISIÓN DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE LA CIENCIA DE SUELO

Presidenta

Silvia del Carmen Imhoff

Vicepresidenta

María Rosa Landriscini

Secretario

Raúl Omar Cáceres Díaz

Prosecretaria

María del Valle Basanta

Secretaria de Actas

Patricia Fabiana Carfagno

Tesorero

Osvaldo Andrés Barbosa

Protesorero

Guillermo Alberto Studdert

Miembros Vocales Titulares

Diego Julián Cosentino, Mario Guillermo Castiglioni,
María Victoria Cremona, Daniel Alberto Riscosa

Miembros Vocales Suplentes:

Alicia Beatriz Irizar, Matias Ezequiel Duval,
Rafael Villarreal, María Marta Caffaro

COMISIÓN ORGANIZADORA

XXX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Presidenta

Patricia Silvia Satti (UNRN–Grupo de Suelos CRUB-UNCo)

Vicepresidenta

María Victoria Cremona (INTA–UNRN)

Secretario

Carlos Guillermo Buduba (INTA–UNPSJB)

Equipo Organizador

Ludmila La Manna (UNPSJB-CONICET)

Marina Gonzalez Polo (INIBIOMA-CONICET-UNCO-UNRN)

Martín Alejandro Luna (UNRN)

Andrea Soledad Enriquez (IFAB: INTA-CONICET)

Martha Cecilia Riat (UNRN)

María Valeria Aramayo (INTA)

Braian Vogel (APN-PNNH)

Edición científica y compilación del Libro de Actas

Andrea Soledad Enriquez

Marina Gonzalez Polo

Martín Alejandro Luna

Colaboración en organización general, simposios y mesas redondas

Ana María Lupi

Carolina Aumassanne

Carolina Pérez Brandan

Carolina Sasal

Cristian Álvarez

Dorkas Patricia Andina Guevara

Eduardo Sá Pereira

Esteban Panebianco

Fernando Salvagiotti

Germán Soracco

Gisela García

Guillermo Alberto Studdert

María Jimena Rodríguez

María Paz Salazar

Maximiliano Eiza

Miguel Taboada

Oswaldo Andrés Barbosa

Patricia Carfagno

Rodolfo Bongiovanni

Sabrina Loreley Billoni

Silvia Imhoff

Silvia Mestelán



RIEGO CON AGUA RESIDUAL TRATADA: EFECTO SOBRE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO Y SUS FRACCIONES

Cremona, M. V.^{1*}, Riat, M. C.², Cecilia, J.³

¹ INTA EEA Bariloche; ² IRNAD-UNRN; ³ UNRN; * Modesta Victoria 4450, (8400) Bariloche, Prov. de Río Negro, cremona.mv@inta.gob.ar

RESUMEN: En contextos de creciente estrés hídrico, la reutilización de aguas residuales tratadas-ART constituye una estrategia de economía circular que optimiza el uso del agua, reduciendo la presión sobre otras fuentes hídricas y el impacto del vertido. Además, incrementa los aportes de carbono y nutrientes al suelo, favoreciendo la formación de materia orgánica (MOS). Los compuestos lábiles son eficientemente utilizados por la microbiota generando subproductos que pueden estabilizarse en la matriz mineral y formar materia orgánica asociada a minerales (MAOM), que contribuye a la persistencia del carbono a largo plazo. La proporción entre MAOM y materia orgánica particulada (POM) depende de la textura del suelo y condiciona la disponibilidad de nutrientes, particularmente nitrógeno. El objetivo del estudio fue analizar el proceso de formación de suelo en sistemas irrigados con ART, evaluando el almacenamiento de carbono y sus fracciones, y el nitrógeno asociado, tras ocho años de riego. El ensayo se realizó en la planta de tratamiento de Ingeniero Jacobacci, en un suelo arenoso de muy bajo contenido inicial de materia orgánica. El diseño experimental incluyó dos tipos de agua de riego (perforación-ART) y de vegetación (alfalfa-campo natural). El riego incrementó significativamente la materia orgánica total respecto de la estepa circundante, con valores más altos en los tratamientos con ART. La mayor parte del aumento se concentró en la POM, lo que se asocia a la textura arenosa del suelo y al mayor aporte de residuos orgánicos frescos. El NT también aumentó en los tratamientos bajo riego, especialmente con ART, y se encontró mayoritariamente asociado a la POM. En conclusión, el riego en suelos áridos favorece la acumulación de MOS y nitrógeno, aunque la predominancia de formas lábiles sugiere una capacidad limitada de estabilización del carbono, lo que resalta la necesidad de estrategias de manejo orientadas a su conservación.

PALABRAS CLAVE: POM, MAOM, estabilización de la MOS.

INTRODUCCIÓN

Bajo escenarios de estrés hídrico creciente, la reutilización de aguas residuales tratadas (ART) constituye una estrategia de economía circular que optimiza el uso del agua y aporte de nutrientes reduciendo la demanda sobre otras fuentes. Esta práctica mitiga el impacto del vuelco sobre cuerpos receptores, resultando vital en regiones áridas. Allí, el uso de ART es una solución crítica frente a la escasez del recurso, haciendo viable la producción bajo riego. El riego con ART (RART) genera un incremento de los aportes de carbono y nutrientes esenciales que favorece la formación de materia orgánica del suelo (MOS) (Cremona et al., 2024) por suministrar un flujo constante de carbono orgánico y nutrientes de alta labilidad y promover un aumento de la productividad aérea y de raíces. Estos compuestos presentan una alta eficiencia en el anabolismo microbiano, generando subproductos de la actividad biológica que se estabilizan eficientemente sobre la matriz mineral del suelo (Cotrufo y Lavelle, 2022). Este proceso favorece la formación de Materia Orgánica Asociada a Minerales (MAOM), garantizando la persistencia del carbono a largo plazo. Así, el uso de ART en zonas áridas no solo mitiga el déficit hídrico, sino que podría potenciar la formación de MOS de alta persistencia, fundamental para estabilizar el carbono fijado.

La partición entre MOAM y POM está fuertemente asociada a la variable textura, dado que la persistencia de estos subproductos del anabolismo microbiano depende fuertemente de la posibilidad de asociarse la fracción arcilla y en menor medida los limos (Hassink, 1997). Luego, la relación entre ambas fracciones tendrá impacto en la disponibilidad de nutrientes, en especial nitrógeno, ya que entre el 90-95 % del N del suelo proviene de la fracción orgánica. El objetivo de este trabajo fue analizar el proceso de formación de suelo en los sistemas regados con agua tratada, evaluando el almacenamiento de carbono, y su distribución en las fracciones de materia orgánica particulada (POM por sus siglas en inglés) y materia orgánica asociada a los minerales (MAOM por sus siglas en inglés) y en consecuencia, del nitrógeno orgánico asociado a cada una de esas fracciones, luego de 8 años de riego con ART.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El ensayo se encuentra instalado en la planta de tratamiento de líquidos cloacales 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 y cuenta con una laguna facultativa para el tratamiento del efluente. Paralelamente se cuenta con una perforación de agua freática dentro del mismo predio. Ambos tipos de agua se acumulan en tanques para su distribución en el ensayo, que se instaló en 2016.

Los suelos son de texturas gruesas, clase textural arenoso-franca (5% arcilla, 7% limo, 88% arena), con muy bajo contenido de materia orgánica, por debajo de 0,5 %.

El diseño experimental se realizó en parcelas divididas donde el tipo de agua utilizada para riego es el factor principal Agua de perforación (AP) y agua Tratada (AT), mientras que dentro de las parcelas principales se aleatorizaron los tratamientos del tipo de vegetación (alfalfa-Alf y campo natural-CN), 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 estas. 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 la temporada 2024/2025 se tomaron muestras no disturbadas de los primeros 5 cm del suelo en bandejas, en diciembre, enero y febrero durante la temporada de riego, en cada parcela dentro del ensayo y fuera del ensayo, en la estepa circundante (Est), con tres repeticiones por combinación de factores, y luego se trasladaron al laboratorio para su procesamiento. En laboratorio se secaron y tamizaron por malla de 2 y 0,5 mm, determinándose contenido de Carbono orgánico por el Método de Walkley-Black y fraccionamiento mediante la metodología de fraccionamiento granulométrico en húmedo (Cambardella y Elliot, 1992), para determinar MO en la fracción gruesa POM (> a 53 μ) y por diferencias el contenido de materia orgánica en la MAOM. Sobre la muestra original y en cada una de las fracciones, se determinó nitrógeno por el método Kjeldahl.

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 combinación del tipo de agua y vegetación, considerando como bloque cada fecha de muestreo. Se utilizó el programa INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2017), verificándose el cumplimiento de los supuestos del ANOVA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del fraccionamiento, la mayor proporción de partículas sólidas de todas las muestras se encontraron dentro de la fracción más gruesa, F>53 μ m (Figura 1). Tanto en una como otra fracción, se observaron diferencias entre tratamientos, siendo las muestras de estepa (Est) las que mostraron la mayor proporción de partículas en la fracción de menor tamaño. Es esperable que en el suelo bajo riego donde la productividad primaria aérea se

incrementa, se generen partículas de materia orgánica del mantillo que son seleccionadas por el tamiz y se expresen en un aumento de la proporción de la fracción de mayor tamaño.

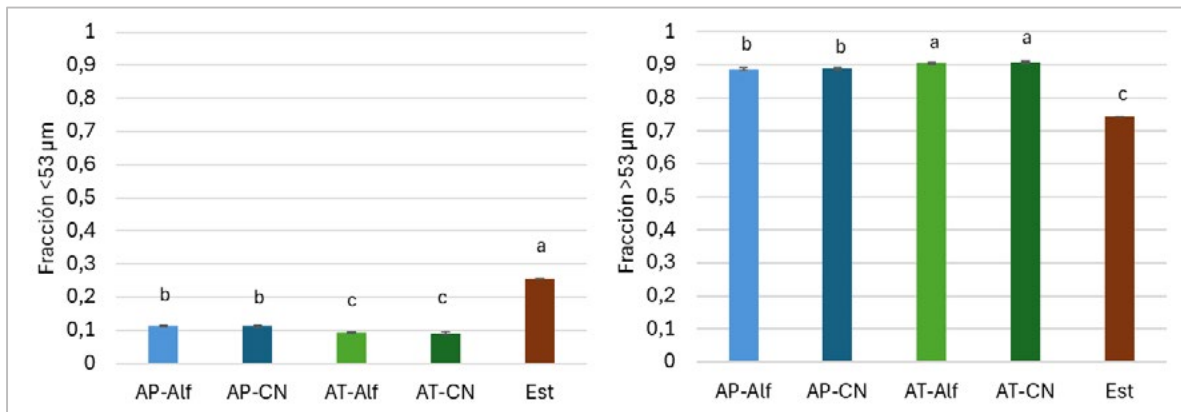


Figura 1. Proporción de partículas en las fracciones mayores y menores de 53 µm, en cada combinación de tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

El incremento de MOT como consecuencia del riego respecto de la estepa es muy significativo (Figura 2). Los mayores valores se encuentran en los tratamientos con ART, en concordancia con lo observado en los muestreos más tempranos del ensayo (Cremona et al, 2024). La menor proporción de esa MOT se encuentra en forma de POM, lo que se explica por la textura del suelo que posee entre 80 y 90 % de arena (Hassink, 1997). A pesar de que se observa una tendencia a que los tratamientos con ART superen en ambas fracciones a los regados con agua de perforación las diferencias no resultaron significativas, probablemente por la elevada variabilidad de los datos. Solo se evidencian estadísticamente significativas las diferencias con la estepa.

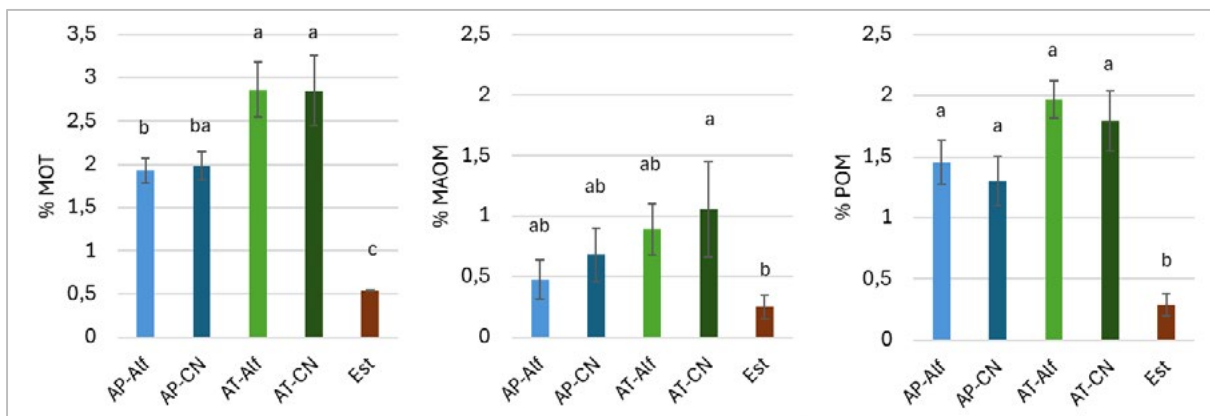


Figura 2. Materia orgánica total (MOT) y sus fracciones (Materia Orgánica Asociada a los Minerales -MAOM y Materia Orgánica Particulada – POM) en cada combinación de tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

En la estepa la distribución en fracciones de la MOT es aproximadamente igual en entre MAOM y POM ya que el 56 % de la MOT se encuentra en forma de POM. Con el riego esas proporciones se modifican, incrementando la fracción de POM respecto del total de la MO, lo que se puede explicar por el mayor aporte de residuos frescos incorporados por la biomasa que el riego genera (Cotruffo et al., 2019).

Entre los tipos de agua de riego la tendencia no es clara, aunque se observa una leve tendencia de la alfalfa a aportar materia orgánica en forma de POM. En contraposición en CN, en donde dominan las gramíneas, existe una leve tendencia a acumular MO en forma de MAOM. A pesar de las texturas con dominancia de arenas, el riego genera una mejora en la

acumulación de la materia orgánica y el tratamiento más eficiente para reservarla en forma de MAOM parece ser el CN, probablemente por el aporte de la materia orgánica subterránea derivada del sistema radicular de las gramíneas que proliferan en estas parcelas (Six et al., 2014). En ambos casos, si bien el aumento de la materia orgánica es importante, es esperable las texturas limiten la cantidad de carbono que se pueda almacenar y la persistencia de esa materia orgánica, ya que la misma se almacena en formas lábiles (Six et al., 2002).

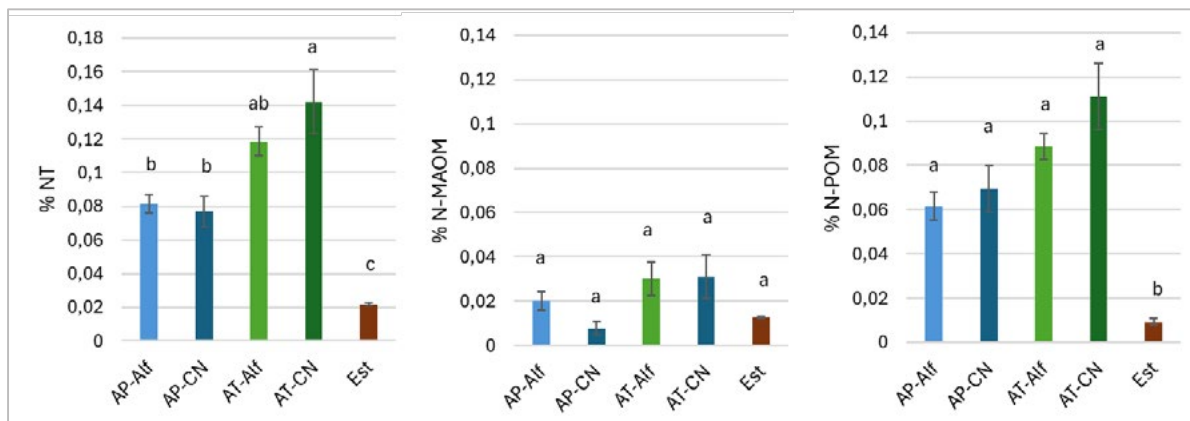


Figura 3: Nitrógeno total y nitrógeno asociado a las fracciones de MAOM y POM en cada uno de los tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

La mayor disponibilidad de materia orgánica implica mayor disponibilidad de nutrientes, en especial nitrógeno, que se refleja en los incrementos significativos del % de NT de todos los tratamientos respecto de la estepa (Figura 3). Los mayores valores fueron los registrados en los tratamientos con ART, lo que era esperable por la carga orgánica de este tipo de agua. Al igual que lo observado con la materia orgánica, la mayor proporción del nitrógeno se encuentra ligado a la POM, lo que implica una mayor exposición a la mineralización rápida. La variabilidad de los datos no permitió calcular con precisión las relaciones C/N pero en esta fracción (N-POM) el campo natural parece generar una MO de mayor calidad (C/N más cercana a 10) mientras que en la de la alfalfa la C/N es más cercana a 18. Sería interesante profundizar este aspecto en futuros estudios, ya que influirá en la forma que el nitrógeno orgánico del suelo se transforme en disponibilidad para las plantas.

963

CONCLUSIONES

En suelos áridos, con contenidos originalmente muy bajos de materia orgánica, el riego incrementa significativamente la materia orgánica y estos aumentos son aún mayores si el agua aporta carbono como en el riego con ART.

La fracción que se incrementa más significativamente es la POM, por lo que, si bien esto resulta favorable para la disponibilidad de nutrientes, muestra una limitada capacidad para proteger el carbono de la mineralización rápida. Esto se relaciona con las texturas arenosas de los suelos y obliga a proponer estrategias de conservación de la materia orgánica en la planificación del manejo.

AGRADECIMIENTOS

Al Cooperativa de Aguas y Servicio Públicos de Ingeniero Jacobacci y al Departamento Provincial de Aguas de Río Negro, en especial al Ing:Ftal. Santiago Magnin, por el apoyo y la colaboración en la gestión del ensayo. A Antonio Currumán por el mantenimiento diario del ensayo. Marisa Lugo por su colaboración en los análisis de laboratorio. Este trabajo fue financiado con los proyectos PD-INTA I122, PD -INTA I032 y el PIDT-2018 UNRN 40-B-701.

BIBLIOGRAFÍA

- Cambardella, C. A., y Elliott, E. T. (1992). Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*.
- Cotrufo, M. F. y Lavelle, J. M. (2022). Soil organic matter formation, persistence, and functioning: A synthesis of current understanding to inform its conservation and regeneration. *Advances in agronomy*, 172, 1-66
- Cotrufo, M. F., et al. (2019). Soil organic matter in particulate and mineral-associated forms: A state-of-the-art of measurement and controls. *Soil Biology and Biochemistry*.
- Cremona M.V., Riat M.C., Velasco, V., Magnin, S. (2024). Riego de especies forestales con agua residual tratada en zonas áridas: efectos en la vegetación y el suelo. *Actas XIX CACS San Fernando del Valle de Catamarca*, 21 al 24 mayo
- 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>
- Hassink, J. (1997). The capacity of soils to preserve organic carbon and nitrogen by association with clay and silt particles. *Plant and Soil*
- Hassink, J. (1997). The capacity of soils to preserve organic carbon and nitrogen by association with clay and silt particles. *Plant and Soil*.
- Six, J., y Paustian, K. (2014). Aggregate-associated soil organic matter as an ecosystem property and a measurement tool. *Soil Biology and Biochemistry*.
- Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., y Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*.

Universidad Nacional de Río Negro

XXX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Compilación de Andrea Soledad Enriquez; Marina González Polo ; Martín Alejandro Luna.

Primera edición. - Viedma:Universidad Nacional de Río Negro;

CABA : Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo - AACCS, 2026.

Libro digital, PDF - (Congresos y Jornadas)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-631-6822-06-2

1. Suelos. I. Enriquez, Andrea Soledad , comp. II. González Polo, Marina, comp. III.Luna, Martín Alejandro, comp.

CDD 631.4



© Universidad Nacional de Río Negro, 2026.
Belgrano 526, Viedma, Río Negro, Argentina.

© De la compilación, Andrea Soledad Enriquez, 2026.

© De la compilación, Marina González Polo, 2026.

© De la compilación, Martín Alejandro Luna, 2026.

© De cada artículo, sus respectivos autores y/o autoras, 2026.

Queda hecho el depósito que dispone la Ley 11.723.

Dirección editorial: Ignacio Artola

Coordinación editorial: Diego Martín Salinas

Imagen de tapa: Editorial UNRN, 2026.



Licencia Creative Commons. BY-NC-ND

Usted es libre de compartir, copiar, distribuir, ejecutar
y comunicar públicamente esta obra bajo las condiciones de:

Atribución - No-comercial - Sin obra derivada

UNRN

Universidad Nacional
de **Río Negro**

