

XXX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Desafíos de Sur a Norte:
Compromiso entre conservar y producir

LIBRO DE ACTAS

Bariloche - Patagonia 2026

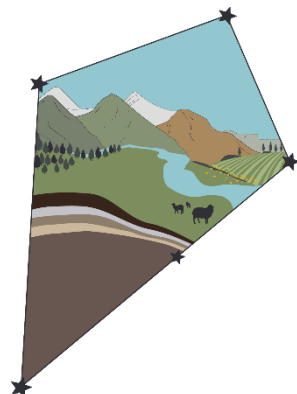


UNRN

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

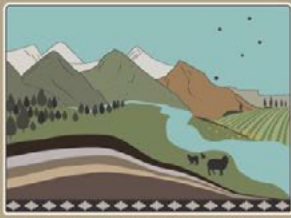
Patricia Carfagno

Rodolfo Bongiovanni

Sabrina Loreley Billoni

Silvia Imhoff

Silvia Mestelán



BASES METODOLÓGICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL HORIZONTE O EN LA PATAGONIA: VALIDACIÓN METROLÓGICA Y SENSIBILIDAD FRENTE AL USO SILVOPASTORIL

Cecilia, J.^{1*}, Bistolfi, N.², Cremona, M. V.^{1,3}, Arpigiani, D.², Riat, M.¹

¹ Universidad Nacional de Río Negro (UNRN); ² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); ³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); * San Martín 2650 (8430) El Bolsón, Prov. de Río Negro, joulececeilia@gmail.com

RESUMEN: El horizonte orgánico es un componente clave del ciclado de nutrientes y del almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales. Sin embargo, su elevada heterogeneidad dificulta su muestreo y procesamiento mediante metodologías desarrolladas para suelos minerales. En la región Andino-Patagónica no existen protocolos adaptados para este horizonte, lo que limita la comparabilidad y la trazabilidad analítica. El objetivo de este trabajo fue desarrollar y validar un sistema metodológico para la caracterización física, química y dinámica del horizonte O en bosques de *Austrocedrus chilensis* (El Bolsón, Río Negro), evaluando su sensibilidad frente a un gradiente de uso silvopastoril. Las modificaciones incluyeron la definición de una muestra prismática, la homogeneización del material y la implementación de criterios metrológicos basados en la Guía GUM. Se ajustaron procedimientos para densidad aparente, contenido de humedad, fraccionamiento por tamaños, materia orgánica (LOI) y nitrógeno total (Kjeldahl). Asimismo, se implementó un diseño dual de descomposición que integra sustrato estándar y mezclas de hojarasca definidas a partir de datos de composición de la vegetación. El sistema demostró sensibilidad para discriminar diferencias en profundidad, fragmentación, materia orgánica y N total entre intensidades de uso silvopastoril, estableciendo una base metodológica reproducible para estudios comparativos del horizonte O en la región.

PALABRAS CLAVE: Hojarasca, Suelo forestal, Descomposición del mantillo.

INTRODUCCIÓN

El horizonte orgánico (O o LFH) constituye un componente clave en el ciclado de nutrientes (Pritchett y Fisher, 1987) y el almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales. No obstante, su elevada heterogeneidad estructural y composicional dificulta tanto el muestreo como el procesamiento mediante los métodos analíticos desarrollados para suelos minerales (Carter y Gregorich, 2008). En la región Andino-Patagónica no se dispone de protocolos específicamente adaptados para este horizonte, lo que limita la comparabilidad entre estudios y compromete la trazabilidad analítica. La necesidad de metodologías reproducibles resulta particularmente crítica en contextos de alta heterogeneidad, donde dificultades de muestreo y procesamiento pueden comprometer la interpretación de procesos ecológicos y biogeoquímicos.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar y validar un sistema metodológico para la caracterización física, química y dinámica del horizonte O, basado en modificaciones de protocolos de referencia, para bosques de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. y Bizzarri en la zona de El Bolsón, Río Negro. Adicionalmente, se evaluó la sensibilidad del sistema frente a un gradiente de uso silvopastoril con el fin de determinar su capacidad para discriminar variaciones en propiedades físicas y químicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La sensibilidad del sistema metodológico se evaluó mediante un diseño experimental estratificado en sitios con tres intensidades de uso silvopastoril (Alta, Media y Baja), integrando 45 puntos de muestreo (5 sitios por intensidad \times 3 puntos por sitio) en el horizonte O de bosques de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en la zona de El Bolsón, Río Negro.

Las adaptaciones se estructuraron en torno a:

- i. la obtención de muestras en forma de prisma cuadrangular truncado (Muestra Prismática) del horizonte O,
- ii. la homogeneización de la muestra prismática y
- iii. el control metrológico bajo criterios de la Guía GUM (*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement—Evaluation of measurement data*) (Joint Committee for Guides in Metrology, 2008).

Estos 3 ítems se aplicaron alternadamente a la determinación de variables físicas (densidad aparente, fraccionamiento por tamaño), químicas (materia orgánica, nitrógeno total) y funcionales (dinámica de descomposición).

La extracción de la **muestra prismática** se realizó mediante un bastidor prismático cuadrangular (Figura 1) para delimitar el horizonte O. La extracción se realizó mediante cortes perimetrales con hoja aserrada, evitando compactación. La elección del muestreador prismático respondió a la compresibilidad y estructura fibrosa del mantillo, que limitan el uso de cilindros convencionales. Para la determinación de la **densidad aparente (D_a)**, el volumen se estimó mediante cubicación *in situ* del espacio remanente (“técnica del negativo”), registrando la altura en las 4 aristas del prisma cuadrangular truncado. Las muestras se secaron a 55 °C hasta peso constante para calcular la D_a .

185

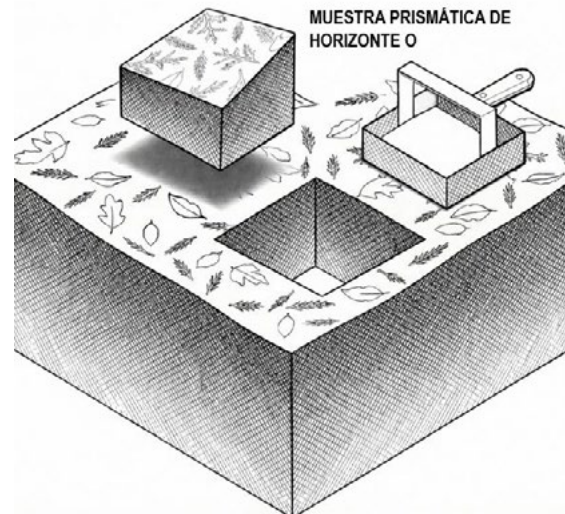


Figura 1. Extracción de muestra prismática de horizonte O en forma de prisma cuadrangular truncado mediante bastidor.

Para la determinación del **contenido de humedad**, las muestras se secaron en estufa a 55 \pm 5 °C hasta peso constante. Esta temperatura se seleccionó para preservar la integridad química de la hojarasca frente a pérdidas por volatilización y oxidación de la materia orgánica.

El **fraccionamiento por tamaños** se realizó sobre la muestra prismática obtenida para D_a . Se tamizó progresivamente por tamices de 10, 5, 2 y 0,5 mm, registrando el porcentaje de

masa retenida en cada fracción. La distribución de tamaños se describió mediante el Diámetro Medio Ponderado (DMP) y el Diámetro Medio Geométrico (DMG).

La **materia orgánica del suelo (MOS)** se determinó por pérdida por ignición (LOI), modificando el protocolo del *Kellogg Soil Survey Laboratory methods manual* (Soil Survey Staff, 2022). Durante el acondicionamiento, se reemplazó el uso de la muestra en estado de campo y el secado a 110 °C, por un protocolo basado en la norma IRAM-SAGPyA 29578:2009 (Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM], 2009) que indica secado a 40 ± 5 °C, complementado con una corrección de humedad a 55 ± 5 °C. Asimismo, se implementó una molienda y tamizado integral de la muestra volumétrica por malla de 0,5 mm para transformar el material heterogéneo en una matriz homogénea, optimizada para la determinación de MOS y Nitrógeno Total (Kjeldahl). La calcinación se efectuó a 400 °C durante 16 h, siguiendo el Protocolo de Kellogg, ajustando los pesos iniciales con el factor de humedad.

El control de calidad de MOS se aplicó bajo criterios de repetibilidad y precisión intermedia mediante replicación analítica y el uso de un Material de Referencia Interno (MRI; MOS > 60 %). Las determinaciones se realizaron por triplicado, con un Coeficiente de Variación (CV) intra-tanda < 1,2 % y una incertidumbre expandida máxima de 3,74 % (95 %), evidenciando consistencia metrológica.

Para la determinación de **nitrógeno total** se aplicó la metodología IRAM/SAGyP 29572:2018 (IRAM, 2018) con adaptaciones para la matriz del horizonte O. La masa de muestra se ajustó a 0,25 g y el tiempo de digestión se extendió a 2 h a 390 °C.

El control de calidad de N total incluyó blancos, patrones y un MRI. La repetibilidad (duplicados en 10 % de las muestras) presentó una Diferencia Porcentual Relativa promedio de 1,06 %, mientras que la precisión inter-tanda mostró un CV global de 4,81 %. La incertidumbre expandida (95 %) se situó entre 1,5 y 2,1 %.

La **dinámica de descomposición** se evaluó mediante bolsas de descomposición bajo un diseño experimental orientado a discriminar la influencia relativa de los factores bióticos (calidad del horizonte O) y abióticos (microclima). Se tomó como base para el diseño el protocolo descrito en el libro *Soil and plant analysis for forest ecosystem characterization* (Vogt *et al.*, 2015).

El efecto microclimático se cuantificó mediante un sustrato estándar de papel de filtro de celulosa, instalando cuatro bolsas en cada uno de los 45 puntos de muestreo, totalizando 180 unidades con recuperaciones a los 3 y 6 meses durante la temporada de crecimiento.

La calidad intrínseca del horizonte O se evaluó mediante un ensayo en un “sitio común” utilizando bolsas con mezclas de hojarasca específicas para cada sitio. Como innovación metodológica, la composición de cada mezcla se definió a partir de datos de vegetación obtenidos previamente por la metodología punto-intersección (Bistolfi, datos no publicados, 2024), integrando proporcionalmente especies de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo (50 % dosel y 50 % sotobosque). Este enfoque permitió reproducir la estructura de la vegetación de cada sitio y representar la heterogeneidad del mantillo en cada bolsa. El ensayo incluyó replicación en dos “sitios comunes” independientes (120 unidades), con recuperaciones a los 3 y 6 meses, incorporando sustratos estándar y blancos de campo como controles.

Tabla 1. Síntesis de la metodología propuesta para la caracterización química, física y funcional del horizonte O en bosques andino-patagónicos de *Austrocedrus chilensis*.

Componente metodológico	Limitación abordada	Adaptación implementada	Aporte metodológico
Muestreo	Alta heterogeneidad estructural del mantillo	Muestra prismática	Integración coherente de propiedades físicas y químicas
Acondicionamiento	Variabilidad intra-muestra	Homogeneización mediante molienda y tamizado	Mejora de la precisión analítica
Determinación MOS y N	Sesgos por volatilización, composición irregular y oxidación de MOS	Corrección de humedad + matriz homogénea	Mejora de la precisión analítica
Fraccionamiento físico	Dificultad para describir la estructura del horizonte	Cálculo de DMP y DMG	Cuantificación del grado de fragmentación
Dinámica de descomposición	Confusión entre factores bióticos y abióticos	Diseño dual (sustrato estándar + mezclas de hojarasca por sitio)	Separación experimental de factores que afectan la descomposición
Representatividad del mantillo	Representatividad de la estructura de la vegetación	Mezclas definidas mediante datos de riqueza y abundancia de especies vegetales	Operacionalización de la heterogeneidad composicional del mantillo
Control analítico	Falta de estandarización regional	Criterios metrologógicos y material de referencia interno específico para el horizonte O	Consistencia y comparabilidad de datos

187

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema metodológico demostró sensibilidad para detectar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre intensidades de uso silvopastoril (IUSP) en variables físicas (profundidad, D_a y distribución por tamaños) y químicas (MOS y N total).

Sensibilidad física del sistema metodológico

La intensidad de uso silvopastoril afectó significativamente la profundidad del horizonte O ($p < 0,001$), observándose una reducción progresiva desde Baja ($5,24 \pm 0,69$ cm) hasta Alta intensidad ($0,59 \pm 0,17$ cm).

El estado de fragmentación respondió de manera consistente al gradiente. El DMP disminuyó significativamente bajo Alta IUSP ($1,51 \pm 0,14$ mm) respecto a Media ($2,47 \pm 0,23$ mm; $p = 0,040$), mientras que el DMG evidenció una reducción del 47 % en Alta respecto a Baja ($p = 0,011$).

La densidad aparente no mostró diferencias significativas ($p = 0,198$), aunque mostró mayor variabilidad en sitios de Alta intensidad ($S^2 = 0,013$ en alta intensidad vs. $S^2 = 0,0005$ en baja intensidad).

Sensibilidad química del sistema metodológico

El contenido de MOS fue significativamente menor bajo Alta intensidad ($27,96 \pm 4,44$ %) en comparación con Media y Baja ($48,96 \pm 4,60$ %; $52,56 \pm 10,39$ %, respectivamente) ($p < 0,001$).

De manera consistente, el N total disminuyó bajo Alta IUSP ($0,65 \pm 0,04$ %) respecto a Media y Baja ($0,89 \pm 0,08$ %; $0,91 \pm 0,20$ % respectivamente) ($p = 0,005$), acompañado por una reducción significativa de la relación C/N ($p = 0,006$).

El ensayo de descomposición se encuentra actualmente en fase de incubación. El diseño dual implementado permitirá estimar constantes de descomposición (k) diferenciando el efecto microclimático del efecto intrínseco de calidad del horizonte O.

CONCLUSIONES

El conjunto de adaptaciones implementadas permitió desarrollar y validar un sistema metodológico integrado, coherente y reproducible para la caracterización física y química del horizonte O en bosques andino-patagónicos.

La validación empírica a través de un gradiente de uso silvopastoril demostró que el sistema posee sensibilidad suficiente para discriminar variaciones en profundidad, fragmentación, MOS y N total, incluso bajo condiciones de alta heterogeneidad espacial, evidenciando su robustez.

La integración de criterios metodológicos fortaleció la trazabilidad y consistencia analítica, mientras que la incorporación de mezclas de hojarasca definidas a partir de datos de riqueza y abundancia de la vegetación permitió operacionalizar la heterogeneidad composicional del mantillo bajo un diseño experimental controlado.

En ausencia de estándares regionales para horizonte O, esta propuesta constituye una base metodológica operativa para estudios comparativos y para el análisis funcional de la dinámica de descomposición en este tipo de ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por los proyectos de investigación de la Universidad Nacional de Río Negro PI 40-B-1233, PI 40-B-1250 y mediante la gestión de fondos propios para asegurar la ejecución integral de las campañas de campo y el suministro de materiales. Se agradece especialmente al Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) por la Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas (EVC-CIN), marco institucional que permitió el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, se extiende un profundo agradecimiento al Laboratorio de Suelos y Agua EEA INTA Bariloche, por su constante hospitalidad, por abrir las puertas de sus instalaciones y por el invaluable apoyo técnico y material brindado durante el procesamiento de las muestras.

Finalmente, expresamos nuestra más sincera gratitud a los pobladores de la Comarca Andina, en especial a la familia Ruiz y a Marta Ruiz, que generosamente permitieron el acceso a sus campos para realizar los muestreos, y a la Reserva Forestal El Guadal por autorizar y facilitar las actividades de investigación en sus áreas de manejo.

Sin su apertura y colaboración, este estudio sobre el horizonte O no habría sido posible.

BIBLIOGRAFÍA

- Carter, M. R. y Gregorich, E. G. (Eds.). (2008). Soil sampling and methods of analysis (2nd ed.). CRC Press.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2009). IRAM-SAGPyA 29578:2009. Calidad ambiental – Calidad del suelo. Pretratamiento de muestras de suelo de uso agropecuario para análisis físicos y químicos con secado en estufa.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2018). IRAM/SAGyP 29572:2018. Calidad ambiental – Calidad del suelo. Determinación de nitrógeno en suelo por el método Kjeldahl modificado.
- Joint Committee for Guides in Metrology (2008). Evaluation of measurement data—Guide to the expression of uncertainty in measurement (JCGM 100:2008).

- Pritchett, W. L. y Fisher, R. F. (1987). Properties and management of forest soils (2nd ed.). John Wiley y Sons.
- Soil Survey Staff. (2022). Kellogg Soil Survey Laboratory methods manual (Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 6.0). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Vogt, D. J., Tilley, J. P. y Edmonds, R. L. (2015). Soil and plant analysis for forest ecosystem characterization. De Gruyter.

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**

