



XXIX CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

C A T A M A R C A 2 0 2 4

SUELOS... HUELLAS DEL PASADO, DESAFÍOS DEL FUTURO

LIBRO DE ACTAS

ISBN 978-631-90070-3-9





XXIX CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Suelos... Huellas del pasado, desafíos del futuro”

RESÚMENES Y TRABAJOS EXPANDIDOS

Coordinador

Sixto Viale (FCA - UNCA)

21 al 24 de mayo de 2024
Catamarca – Argentina

ORGANIZADO POR



Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo

Libro de Actas del XXIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo: resúmenes y trabajos expandidos / 1a ed ilustrada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo - AACS, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: online

ISBN 978-631-90070-3-9

1. Actas de Congresos. I, Título.

CDD 631.4071

ISBN 978-631-90070-3-9



9 786319 007039



XXIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Suelos... Huellas del pasado, desafíos del futuro

San Fernando del Valle de Catamarca,
Prov. de Catamarca, Argentina
21 al 24 de mayo de 2024



EFFECTOS DEL USO SILVOPASTORIL EN SUELOS DE BOSQUES DE *Austrocedrus chilensis* DE NORPATAGONIA ANDINA

Cortés Pérez, O. P. E.¹, Riat, M. C.², Bistolfi, N. M.^{2,3*}, Amoroso, M. M.^{2,3}, Blazina, A. P.^{2,3}, Villacide, E. M.¹

¹Universidad Nacional de Río Negro (UNRN); ²Universidad Nacional de Río Negro, Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (UNRN-IRNAD); ³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (CONICET-IRNAD); *Güemes 838, (8430) El Bolsón, Prov. de Río Negro, personalocp@gmail.com

RESUMEN: Las investigaciones relativas a los impactos de la actividad forestal y ganadera sobre suelos de los bosques andino patagónicos son escasas, resultando relevante ampliar el conocimiento de un componente clave en estos ecosistemas y vinculado a múltiples funciones y servicios ecosistémicos. En este sentido, nuestro objetivo fue estudiar el efecto del uso forestal y ganadero en los suelos de bosques de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic.Serm. & Bizzarri (ciprés de la cordillera) del sudoeste de Río Negro. Para esto se realizaron muestreos en 57 rodales con diferentes intensidades de uso ganadero (IUG) y forestal (IUF). También se distinguieron dos condiciones contrastantes en su fisonomía vegetal asociada a un histórico uso ganadero y forestal. En cada sitio se evaluó la densidad aparente (DA), conductividad hidráulica no saturada (Ku), densidad de raíces (DR), materia orgánica de suelo (MOS), materia orgánica particulada (MOP) y materia orgánica asociada a la fracción mineral (MOAM). Para analizar la relación entre intensidades de uso y las variables planteadas se utilizaron modelos lineales generalizados (GLM), mientras que la comparación de las condiciones fisonómicas se realizó mediante la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney (WMW). La DA, DR y MOAM se relacionó de manera significativa con cambios en IUG, en tanto que solo la DR se relacionó de forma significativa con cambios en IUF. Al comparar las dos condiciones fisonomía vegetal contrastante (pampas y bosques) se observaron diferencias significativas en la DR y en la MOAM. Los cambios observados podrían tener implicancias sobre múltiples funciones (fertilidad, ciclado de nutrientes, almacenamiento de carbono, hábitat, etc.) y servicios ecosistémicos asociados, resultando relevante profundizar sobre las implicancias de tales efectos.

PALABRAS CLAVE: ganadería extensiva, densidad de raíces, materia orgánica de suelo.

INTRODUCCION

Los bosques andino patagónicos proveen múltiples servicios ecosistémicos (Chillo et al., 2021; Mori et al., 2017) y, dada su relevancia, resulta fundamental esclarecer los efectos que las actividades humanas ejercen sobre estos, en particular las actividades ganadera y forestal, que constituyen las principales actividades agropecuarias en estos ecosistemas (Cardozo, 2014; Rusch y Varela, 2019).

Dentro de los bosques andino patagónicos, aquellos con predominancia de *A. chilensis* (Barrett, 1998) abarcan aproximadamente 92895 ha, donde esta especie crece formando rodales puros o acompañada de otras como radal (*Lomatia hirsuta* Ruiz & Pav.), laura (*Schinus patagonicus* (Phil.) I.M. Johnst.) retamo (*Diostea juncea* Gillies & Hook.), coihue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) (Amoroso et al., 2021; MAYS, 2020). Su valor maderero ha determinado una historia de uso con fuerte impronta en algunos sectores, acompañada de

825

Organizado por:



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

la ganadería asociada a la generación de aperturas del dosel para crear claros con pasturas (Amaroso et al., 2021).

Los estudios en torno a la actividad forestal y ganadera y sus efectos sobre estos sistemas en su mayoría se han centrado casi exclusivamente sobre la comunidad vegetal y sus dinámicas (Chillo et al., 2021; Mori et al., 2017), no habiéndose analizado en profundidad posibles modificaciones en el sistema suelo, relevante puesto que podrían relacionarse, directa e indirectamente, a múltiples servicios ecosistémicos.

En el marco de lo planteado, nuestro objetivo fue estudiar el efecto del uso forestal y ganadero en los suelos de bosques de *A. chilensis* del sudoeste de Río Negro, en particular sobre la densidad aparente (DA), conductividad hidráulica no saturada (Ku), densidad de raíces (DR), materia orgánica de suelo (MOS), materia orgánica particulada (MOP) y materia orgánica asociada a la fracción mineral (MOAM).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó sobre suelos de bosques puros de *A. chilensis* del sudoeste de Río Negro, en torno a la localidad de El Bolsón en la Comarca Andina del Paralelo 42° (CIEFAP, 2016). Estos suelos se caracterizan por texturas franco arcillosas a arcillosas, poseer estructura granular en el horizonte A, ser ricos en MOS y estar fuertemente influenciados por cenizas volcánicas, siendo dominantes los suelos Andisoles, pudiendo observarse también Molisoles en las zonas más bajas (Sistema de información Patagonia Norte, s. f.).

Se realizaron muestreos en 57 rodales con diferente intensidad de uso forestal y ganadero, en un rango de precipitación media anual de entre 900 y 1500 mm; altitud, entre 400 y 900 msnm; y en orientaciones de las laderas con exposición norte, este y oeste. En una transecta de 50 m se tomaron muestras de suelo en el punto inicial, medio y final (inicial, 0 m; medio 25 m; o final 50 m), dentro de los primeros 10 cm y a una distancia no menor a 1 m de la base de árboles. Sobre estas muestras se determinó: densidad aparente (DA), mediante el método del cilindro (Blake y Hartge, 1986); densidad de raíces (DR), por medio del lavado y secado (a 80°C por 48 horas) de las raíces retenidas sobre un tamiz de 2 mm de abertura tras sucesivos tamizados de la muestra para DA, hasta no observarse raíces retenidas; materia orgánica de suelo (MOS), mediante el método de pérdida de peso por ignición (Davies, 1974); materia orgánica particulada (MOP), mediante el método de pérdida de peso por ignición sobre la fracción >50 micras extraída por tamizado en húmedo (Cambardella y Elliott, 1992; Videla et al., 2008); materia orgánica asociada a la fracción mineral (MOAM), por diferencia de la MOS y MOP. Además, sobre el punto de mayor representatividad del sitio se realizaron determinaciones de conductividad hidráulica no saturada (Ku), en base al método propuesto por Zhang (1997), haciendo uso de un infiltrómetro de tensión de mini disco a succiones de -2 (Ku s2) y -0,5 cm (Ku s0,5).

Por otra parte, dentro de una faja de 2 m a cada lado de la transecta se contabilizaron las heces de ganado bovino y ovino y el número de tocones. Además, se estimó un índice de daño sobre la regeneración forestal de ciprés en base a la metodología propuesta por Arpigiani et al. (2022). Con esta información se determinó la intensidad de uso ganadero (IUG) y forestal (IUF) para cada sitio de acuerdo a las ecuaciones propuestas por Bistolfi y colaboradores (Bistolfi et al., 2023). Asimismo, para cada transecta se asignó una de dos condiciones de fisonomía vegetal contrastante: pampas (por su denominación local), definidos aquí como sitios con muy baja cobertura de dosel, asociados al aprovechamiento forestal y ganadero histórico e inmersos en una matriz de bosques de *A. chilensis*; y bosques, sitios con media a alta cobertura de dosel.

Para analizar la relación entre intensidades de uso y las variables planteadas se utilizaron modelos lineales generalizados, seleccionados por su criterio de información de Akaike (AIC) post comprobación de su idoneidad mediante evaluación visual de la homogeneidad y normalidad de los residuos. La comparación de las condiciones fisonómicas se realizó para cada variable de suelo mediante la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney (WMW). Para ambos

casos se consideró un nivel de significancia (α) del 5%. Todos los análisis estadísticos se realizaron en R (R Core Team, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSION

La DA y la MOAM se relacionó de manera positiva y significativa con la IUG, mientras que la DR se relacionó de manera negativa. No se observaron relaciones significativas entre las demás variables estudiadas (MOS, MOP y las Ku) y la IUG. Por otro lado, solo la DR se relacionó de forma negativa y significativa con la IUF (Tabla 1).

Tabla 13: Resumen de parámetros estadísticos de los GLM usados para el análisis de relaciones entre las variables de suelo e intensidades de uso.

	Parámetros	Ku s0,5	ku s2	DA	DR	MOS	MOP	MOAM
	Familia	Gamma	Gamma	Gaussian	Gaussian	Gaussian	Gamma	Gaussian
IUG	Pendiente			+	-			-
	R ²			0,12	0,2			0,08
	P valor	ns	ns	<0,05	<0,001	ns	ns	<0,05
	Familia	Gamma	Gamma	Gaussian	Gaussian	Gaussian	Gaussian	Gamma
IUF	Pendiente				-			
	R ²				0,21			
	P valor	ns	ns	ns	<0,001	ns	ns	ns

Nota. ns = no significativo

La comparación de pampas y bosques presentó diferencias significativas para DR y MOAM (Tabla 2).

Tabla 14: P valores de las pruebas de WMW para comparaciones entre los grupos fisonómicos (pampa y bosque) respecto a cada variable.

	Ku s0,5	ku s2	DA	DR	MOS	MOP	MOAM
P valor	ns	ns	ns	<0,05	ns	ns	<0,05

Nota. ns = no significativo, nivel de significación (α) = 0,05.

La DR resultó ser una variable más sensible (Figura 1a) que la DA (Figura 1d) y la MOAM (Figura 1e), presumiblemente debido a que se relaciona de forma más compleja con múltiples aspectos (recursos y condiciones) que se ven modificados con estas actividades. Asimismo, la DR fue significativamente mayor en el bosque en comparación con las pampas (Figura 1c).

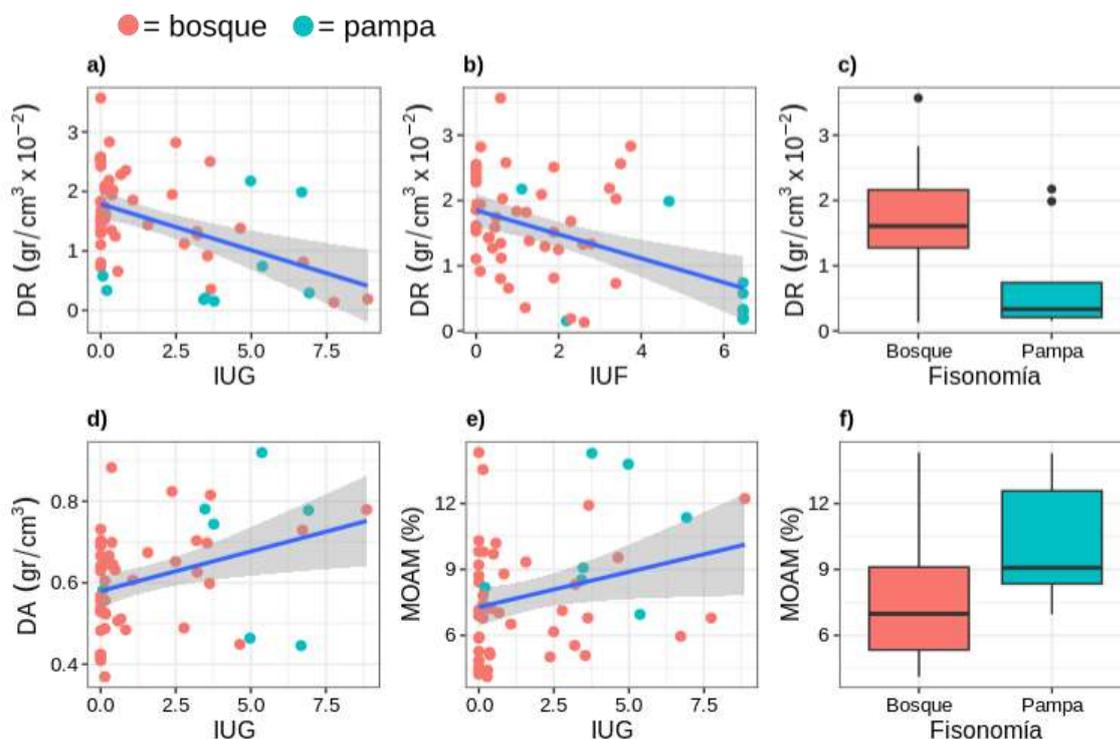


Figura 9. Gráficos de relaciones y diferencias significativas entre diferentes usos del suelo. DR= densidad de raíces, DA= densidad aparente, MOAM= Materia orgánica asociada a los minerales, IUG=intensidad de uso ganadero, IUF=intensidad de uso forestal.

Los aumentos en la MOAM asociados a la IUG (Figura 1e) van en sentido opuesto a la DR (Figura 1a), cuestión no esperada considerando la estrecha relación entre la biomasa de raíces, la rizodeposición y la formación de MOAM (Villarino et al., 2021). Esto podría relacionarse al mayor establecimiento y predominancia de pastos (gramíneas y leguminosas) en los sitios de mayor IUG (Eclesia et al., 2012) y con ello a modificaciones de naturaleza cualitativa en las raíces predominantes (*p.ej.* en la proporción de raíces finas y producción de rizodeposiciones) (Poirier et al., 2018); cambios en las relaciones C/N de los residuos predominantes; y a los aportes históricos de estiércol de ganado (Kirchmann et al., 2004). Asociado a lo anterior, la diferencia significativa de MOAM entre las condiciones fisonómicas (Figura 1f), considerando que las pampas habitualmente se caracterizan por un notable estrato herbáceo, podría acompañar la hipótesis de variaciones en MOAM producto de modificaciones de índole cualitativa en los sistemas radiculares, no detectables por los métodos utilizados para analizar la DR.

La ausencia de relación significativa entre $K_{u\ s0,5}$ y $K_{u\ s2}$ con la IUG podría sugerir que los cambios significativos en la DA no se deben a modificaciones en el sistema poroso (por compactación) sino a variaciones en otros componentes del suelo, como DR y MOAM. No obstante, algunos trabajos (Sánchez, 2009; Sinoga et al., 2003) plantean que el uso del infiltrómetro de minidisco puede no ser un método sensible a cambios sutiles, debido a variaciones en las mediciones producto de pequeñas modificaciones en la aplicación del método (alteraciones sobre el sitio, momento de la medición, contacto del disco poroso con el suelo, etc.), siendo preciso ser cauto con la interpretación de estos resultados, especialmente considerando la gran heterogeneidad de los sitios estudiados.

CONCLUSIONES

El presente estudio da cuenta de los efectos significativos que tanto el uso ganadero como el forestal tienen sobre los suelos de bosques puros de *A. chilensis* de norpatagonia andina. La DA, DR y MOAM se relacionó de manera significativa con cambios en IUG, en tanto que solo la DR se relacionó de forma significativa con cambios en IUF. Por otra parte, al comparar las condiciones con fisonomía vegetal contrastante (pampas y bosques), producto del histórico uso ganadero y forestal, se observaron diferencias significativas en la DR y en la MOAM.

Cabe destacar que la DR resultó ser la variable más sensible y con mejor ajuste a los cambios en las intensidades de uso. Esto, además de sus posibles implicancias sobre las funciones de suelo, alienta su utilidad como potencial variable indicadora, resultando pertinente profundizar en su relación con otras variables (edáficas y no edáficas).

Finalmente, es importante considerar que los efectos observados podrían tener implicancias sobre múltiples funciones (fertilidad, ciclado de nutrientes, almacenamiento de carbono, hábitat, etc.) y servicios ecosistémicos asociados. En este sentido, resulta relevante profundizar sobre las propiedades analizadas y sus implicancias en los servicios ecosistémicos del suelo en estos sistemas productivos.

AGRADECIMIENTOS

A los diversos pobladores que nos concedieron tiempo, conocimiento y autorización para acceder a sus establecimientos, al INTA, Sec. de Ambiente y Cambio Climático, y Dir. de Bosques de Río Negro. A la “Beca Estímulo a las Vocaciones Científicas” en cuyo marco se desarrolló el presente trabajo y al conjunto de becarios IRNAD que directa e indirectamente colaboraron con este trabajo. Este trabajo fue financiado con los proyectos de investigación PI 2021-B-964 de la Universidad Nacional de Río Negro y PICT 2020-03694 del FONCyT.

BIBLIOGRAFÍA

- Amoroso, M. M., Peri, P. L., Lencinas, M. V., Soler Esteban, R. M., Rovere, A. E., González Peñalba, M., Chauchard, L. M., Urretavizcaya, M. F., Loguercio, G., y Mundo, I. A. (2021). *Región Patagónica (Bosques Andino Patagónicos)*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS). <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10441>
- Arpigiani, D., Chillo, V., Soler, R., y Amoroso, M. M. (2022). Differential response of natural regeneration to silvopastoral use intensity in mixed forests of northern Patagonia, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 520, 120408. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120408>
- Barrett, W. H. Flora Patagónica, Colección Científica Inst. Nac. Tecnol. Agropecuaria. Editor: Correa M.N. Vol 8 (1) Pg. 370-391.1998.
- Bistolfi, N. M., Cortés Pérez, O. P. E., Blazina, A. P., Arpigiani, D., García, R., Páez, M., Quesada, A., Peri, P. L., Barrera, M., y Amoroso, M. M. (2023). *Indicadores de uso forestal y ganadero para evaluar cambios estructurales en bosques de Austrocedrus chilensis*. III Congreso Argentino de Agroecología, El Bolsón, Argentina.
- Blake, G. R., y Hartge, K. H. (1986). Bulk density. In: A. Klute (ed.), *Methods of soil analysis*. Part 1. Physical and mineralogical methods. Agron. 9: 363-375. *Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.*
- Cambardella, C. A., y Elliott, E. T. (1992). Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil science society of America journal*, 56(3), 777-783.
- Cardozo, A. (2014). *Estrategias socio-productivas de establecimientos ganaderos del sudoeste de la provincia de Río Negro, Argentina* [Tesis de MSc.]. Universidad de Buenos Aires.
- Chillo, V., Ladio, A. H., Salinas Sanhueza, J., Soler, R., Arpigiani, D. F., Rezzano, C. A., Cardozo, A. G., Peri, P. L., y Amoroso, M. M. (2021). Silvopastoral systems in northern argentine-chilean andean Patagonia: Ecosystem services provision in a complex territory. En *Ecosystem Services in Patagonia* (pp. 115-137). Springer.

- CIEFAP, Ma. (2016). Actualización de la Clasificación de Tipos Forestales y Cobertura del Suelo de la Región Bosque Andino Patagónico. *Informe Final*. CIEFAP, 111.
- Davies, B. E. (1974). Loss-on-Ignition as an Estimate of Soil Organic Matter. *Soil Science Society of America Journal*, 38(1), 150-151. <https://doi.org/10.2136/sssaj1974.03615995003800010046x>
- Eclesia, R. P., Jobbagy, E. G., Jackson, R. B., Biganzoli, F., y Piñeiro, G. (2012). Shifts in soil organic carbon for plantation and pasture establishment in native forests and grasslands of South America. *Global Change Biology*, 18(10), 3237-3251. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02761.x>
- Kirchmann, H., Haberhauer, G., Kandeler, E., Sessitsch, A., y Gerzabek, M. H. (2004). Effects of level and quality of organic matter input on carbon storage and biological activity in soil: Synthesis of a long-term experiment. *Global Biogeochemical Cycles*, 18(4), 2003GB002204. <https://doi.org/10.1029/2003GB002204>
- MAyDS. (2020). *Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos: Informe Bosque Andino Patagónico: Segunda revisión*. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/segundo-inventario-nacional-bosques-nativos>
- Mori, A. S., Lertzman, K. P., y Gustafsson, L. (2017). Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: A research agenda for applied forest ecology. *Journal of Applied Ecology*, 54(1), 12-27. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12669>
- Poirier, V., Roumet, C., y Munson, A. D. (2018). The root of the matter: Linking root traits and soil organic matter stabilization processes. *Soil Biology and Biochemistry*, 120, 246-259. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.02.016>
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Rusch, V. E., y Varela, S. A. (2019). *Bases para el manejo de bosques nativos con ganadería en Patagonia Norte. Parte I*. Ediciones INTA.
- Sánchez, A. M. (2009). *Conductividad hidráulica en diferentes suelos en el departamento de Boaco [PhD Thesis, Universidad Nacional Agraria, UNA]*. <http://repositorio.una.edu.ni/2078/>
- Sinoga, J. R., Santamaría, B. L., Lopera, A. R., Robles, M. N., Reina, A. G., Carrero, J. M., y Murillo, J. M. (2003). Determinación de la conductividad hidráulica en laderas mediante el uso de infiltrómetros de minidisco a lo largo de un gradiente pluviométrico mediterráneo. *Estudios de la zona no saturada del suelo*, 143-152. https://abe.ufl.edu/Faculty/Carpena/files/pdf/zona_no_saturada/estudios_de_la_zona_v6/p143-152.pdf
- Sistema de información Patagonia Norte. (s. f.). *Suelos de la Comarca Andina*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://sipan.inta.gob.ar/productos/ssd/vc/comarca/ig/suelo.htm>
- Videla, L. S., Rostagno, C. M., y Toyos, M. A. (2008). La materia orgánica particulada: Comparación de métodos para su determinación y su valor como indicador de calidad de suelos del Chubut. *Ciencia del suelo*, 26(2), 219-227.
- Villarino, S. H., Pinto, P., Jackson, R. B., y Piñeiro, G. (2021). Plant rhizodeposition: A key factor for soil organic matter formation in stable fractions. *Science Advances*, 7(16), eabd3176. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd3176>
- Zhang, R. (1997). Determination of Soil Sorptivity and Hydraulic Conductivity from the Disk Infiltrometer. *Soil Science Society of America Journal*, 61(4), 1024-1030. <https://doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100040005x>