

CAPÍTULO 3

¿QUÉ ESTÁ SUCEDIENDO CON LAS VEGAS Y MALLINES AL OTRO LADO DEL ALAMBRADO?

Las vegas o mallines son humedales únicos en el mundo, ya que se encuentran en la Patagonia, siendo ecosistemas exclusivos de Chile y Argentina. Esto obliga a unir fuerzas en ciencia e investigación, que se traduzcan en más conocimiento en torno a estos ecosistemas, que permitan desarrollar una agricultura y ganadería más sustentable.

El presente capítulo viene a presentar los avances científicos y de investigación en el área de vegas/mallines, desarrollados en la Patagonia de la República Argentina.







INDICADORES DE DEGRADACIÓN Y BIOMASA RADICAL EN MALLINES DE UNA CUENCA HÍDRICA DE LA PATAGONIA AUSTRAL

Autores: Victor Utrillas, Miguel Andrade, Sabrina Billoni, Bibiana Rogel, Pablo Peri.

Introducción

En Patagonia, los principales disturbios que afectan los mallines se asocian con variaciones inducidas en la napa freática y el pastoreo intensivo y continuo del ganado (Raffaele 1999). En este contexto, el sobrepastoreo de estos ecosistemas produce una disminución de la cobertura vegetal y un aumento del suelo desnudo (Bonvisutto et al. 2008), reducción de la biomasa del pastizal y el contenido del carbono orgánico edáfico total (Enriquez et al. 2015) y particulado (Enriquez and Cremona 2018) y favorecimiento de la evaporación del agua y salinización (Del Valle 1993). Además, genera compactación del suelo por pisoteo animal en condiciones húmedas, lo cual provoca aumentos en la densidad volumétrica (Enriquez et al. 2015) y procesos de erosión hídrica (Del Valle 1993).

En virtud de estos disturbios, en Patagonia se plantearon varios trabajos para establecer indicadores que permitan caracterizar diferentes estados de degradación de los mallines (Bonvisutto et al. 2008; Suárez et al. 2010; Collantes et al. 2013; Vargas, 2017; Enriquez y Cremona, 2018). A su vez, existen poco antecedentes de estudios sobre el sistema radical de la vegetación en estos ambientes, cuya biomasa se encuentra afectada por el sobrepastoreo en mallines del Norte de Patagonia (Enriquez et al. 2015).

En este contexto, se planteó un trabajo con el objetivo de analizar la asociación entre indicadores de deterioro de la vegetación y el suelo y evaluar los cambios de estas variables, entre sectores y condiciones de degradación, y la biomasa radical entre mallines con diferente condición de una cuenca hídrica del Sur de Santa Cruz.

Área y sitios de estudio

El área se ubicó en el piso de valle de la cuenca alta y media del Río Coyle en la Estepa Magallánica Seca del Sur de Santa Cruz. Se establecieron dos sectores: Húmedo, cercano al cauce principal y/o secundario del mallín y Seco, en la periferia del mallín. A su vez, en cada sector se identificaron tres condiciones del mallín: Buena, Moderada y Muy Degradada. De ésta manera, a partir de la combinación sector y condición se establecieron cinco sitios de estudio (Figura 58, Cuadro 10):

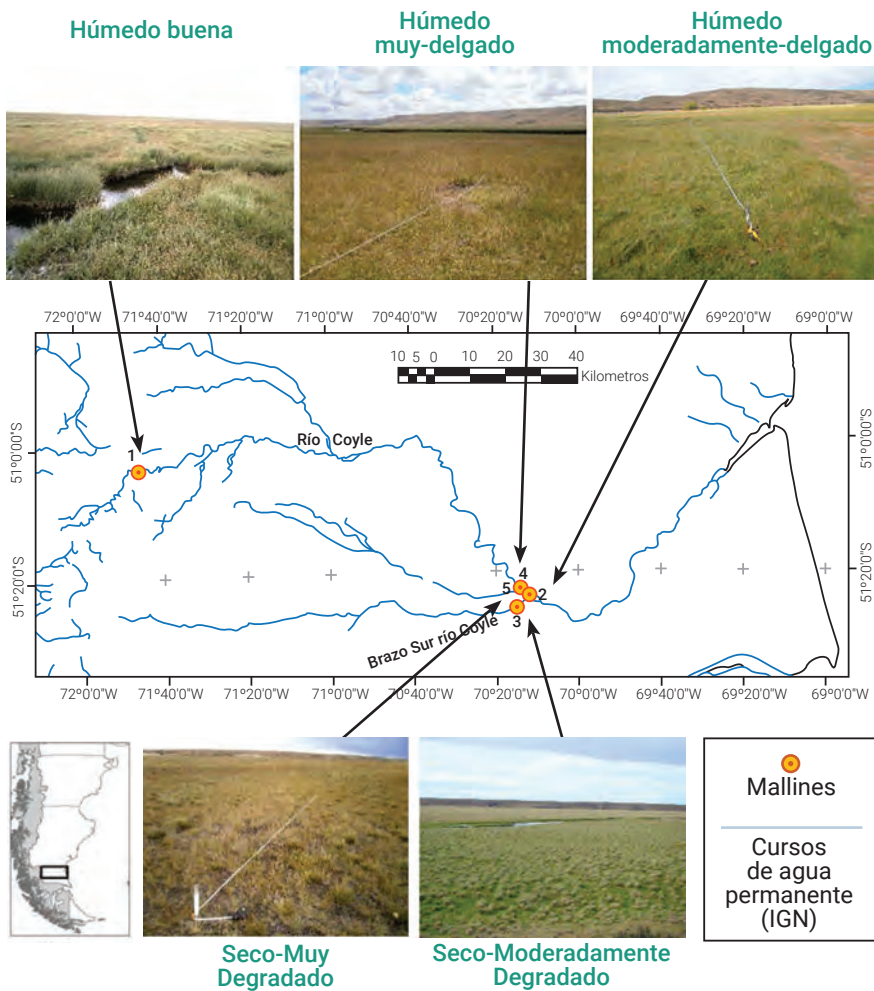


Figura 58. Sectores de estudio.

Cuadro 10. Localización de los sectores de estudio.

ID	Sector y Condición del Mallín	Longitud	Latitud
1	Húmedo Bueno	71°45'33.5"LO	51°03'37.6"LS
2	Húmedo Moderadamente Deteriorado	70°12'14.1"LO	51°23'37.4"LS
3	Seco Moderadamente Deteriorado	70°14'58.9"LO	51°25'35.9"LS
4	Húmdo Muy Deteriorado	70°13'38.6"LO	51°22'49.8"LS
5	Seco Muy Deteriorado	70°13'51.1"LO	51°22'45.7"LS

Determinaciones en la vegetación, suelo y biomasa radical

En transectas, se registró en dos fechas (diciembre y abril) y durante tres años (2010–2011, 2011–2012 y 2012–2013) la presencia de las variables vegetación por especie, suelo desnudo, mantillo y muerto en pie. Además, se realizaron cortes manuales del pastizal para determinar la biomasa aérea disponible. En gabinete, la vegetación se determinó en especies con valor forrajero principal y especies indicadoras de deterioro (Se consideró planta indicadora aquella cuya presencia indica una pérdida en la capacidad productiva del pastizal) y se calculó la cobertura aérea absoluta de las variables.

En cada sitio, se midió la resistencia mecánica del suelo a 5 cm de profundidad con penetrómetro, y se recolectaron con cilindro metálico muestras de los primeros 5 cm para determinar densidad aparente. Además, se extrajeron muestras compuestas de suelo entre 0 y 15 cm para realizar en laboratorio análisis de pH, resistencia eléctrica, carbono orgánico y cálculo de materia orgánica.

En los tres sitios del sector húmedo del mallín, se recolectaron por fecha muestras de suelo con raíces de plantas completas hasta los 15 cm y procesadas en laboratorio mediante subdivisión en submuestras (3) a distancias regulares de 5 cm para determinar la biomasa radical.

Diseño y Análisis estadístico

Se exploró la variabilidad entre condiciones y sectores en las 2 fechas anuales y los 3 años del estudio, mediante Análisis de Componentes Principales (ACP) y matrices de correlación de las variables vegetativas y edáficas. Los parámetros se analizaron mediante una prueba tri-factorial $2 \times 2 \times 3$, i.e.

Sector (Húmedo y Seco), Fecha (Diciembre y Abril) y Condición (Buena, Moderadamente Degradada y Muy Degradada). La prueba se incluyó en un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres repeticiones con arreglo en parcelas subdivididas. Los valores de biomasa radical se analizaron mediante una prueba bi-factorial 3×3 , i.e. Condición de Degradación (Buena, Moderadamente Degradada y Muy Degradada) y Profundidad (0–5, 5–10 y 10–15 cm). La prueba se incluyó en un DCA con 6 repeticiones.

Principales Resultados

Análisis de Componentes Principales

El análisis detectó tres grupos de sitios: 1) Bueno-Húmedo y Moderadamente Deteriorado-Húmedo, asociado a la materia orgánica y la biomasa aérea disponible; 2) Moderadamente Deteriorado-Seco, correlacionado con la resistencia eléctrica del suelo y 3) Muy Deteriorado-Húmedo y Muy Deteriorado-Seco, asociado con especies indicadoras, suelo desnudo, mantillo y densidad aparente.

Variables de vegetación

En los sectores húmedo y seco del mallín y bajo condición muy degradada, se reportó mayor (6 veces) cobertura de especies indicadoras (EI) y menor (3-5 y 8,5-14 veces, respectivamente) biomasa aérea disponible del pastizal respecto a las condiciones restantes. A su vez, en los sitios húmedo y seco las EI estuvieron representadas principalmente por *Taraxacum officinale* (Diente de león) y *Stipa chrysophylla* (Coirón amargo), respectivamente (Figura 59).

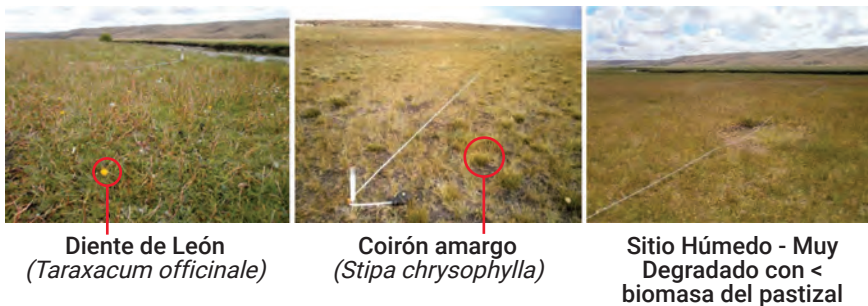


Figura 59. Vegetación asociada a los sitios de estudio.

Variables del suelo y biomasa radical

La densidad aparente edáfica en los sitios húmedo y seco muy degradados (Figura 60) fue superior (desde 2 hasta 5 veces) y el contenido de materia orgánica menor (hasta 1,5 veces) respecto a los sitios restantes. La biomasa radical se redujo con mayor degradación del mallín y disminuyó desde 2 hasta 11 veces entre las condiciones buena y muy degradada a 0-5 y 10-15 cm de profundidad, respectivamente.



Figura 60. Sitio húmedo-muy degradado.

Conclusiones

El trabajo permitió analizar la asociación de variables de la vegetación y el suelo entre sectores y condiciones de degradación de mallines de una cuenca hídrica del Sur de Santa Cruz. Además, el estudio logró determinar la magnitud de cambio de las mismas entre sectores y condiciones del mallín.

Por último, el trabajo pudo evaluar la variación de la biomasa radical entre mallines con diferente condición.

BIBLIOGRAFÍA

- Andermann, C.L. Longuevergne, S. Bonnet, A. Crave, P. Davy, R. 2012. Gloaguen. Impact of transient groundwater storage on the discharge of Himalayan rivers. *Nature Geosci.* Vol. 5, núm 2; 2012 pp. 127-132. <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo1356>.
- Arumí, J.L. 1992. Un Modelo Hidrogeológico Simple para la Explotación de un Acuífero Costero. Cuarto Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente. CIPMA, Valdivia.
- Arumí, J. L., Rivera, D., Rougier, A., Díaz, R. 2012. Estimación de pérdidas de agua en tramos de ríos del sistema Laja-Diguillín en la zona central de Chile. *Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería Hidráulica en México.* Volumen III, núm. 3, julio-septiembre de 2012, pp 135-141.
- Bonn, A., Reed, M. S., Evans, C. D., Joosten, H., Bain, C., Farmer, J., Birnie, D. 2014. Investing in nature: Developing ecosystem service markets for peatland restoration. *Ecosystem Services*, 9, 54-65.
- Caldenius, C. 1932. Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. Publicación N°95. Ministro de Agricultura de la Nación, Dirección General de Minas, Buenos Aires, Argentina. 132 p.
- Comisión Nacional de Riego (CNR). 1997. Estudio integral de riego y drenaje de Magallanes - XII Región. Volumen 2. Introducción, aspectos metodológicos, caracterización general del área y estudios básicos. 71p.
- Darvill, C.M., Stokes, C.R., Bentley, M. J. & Lovell, H. 2014. Aglacial geomorphological map of the southernmost ice lobes of Patagonia: the Bahía Inútil - San Sebastián, Magellan, Otway, Skyring and Río Gallegos lobes, *Journal of Maps*, 10:3, 500-520.
- Delgado, V., Arumí, J.L. & Reicher, O. 2017. The North American and Spanish law lessons for an adequate Chilean regulation of groundwater areas of protection, especially in drinking water deposits. *Water Resources Management.* Volume 31, Issue 14, pp 4699-4713.
- Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Actualización de información y modelación hidrológica acuíferos de la XII Región, de Magallanes y La Antártica. Realizado por Arcadis para la Dirección General de Aguas
- Dörner, J. y Dec, D. 2007. La permeabilidad de aire y conductividad hidráulica saturada como herramientas para la caracterización funcional de los poros del suelo. *R.C. Suelo Nutr. Veg.* 7(2), 1-13.

Ellies, A., Grez, R., Ramírez, C. 1997. La conductividad hidráulica en fase saturada como herramienta para el diagnóstico de la estructura del suelo. *Agro Sur*, 25(1), 51-56.

Filipová, L., Hédli, R., & Covacevich, N. 2010. Variability of Soil Types in Wetland Meadows in the South of the Chilean Patagonia. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(2), 266-277.

Gebhardt, S., Fleige, H., & Horn, R. 2009. Effect of compaction on pore functions of soils in a saalean moraine landscape in North Germany. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(5), 688-695.

Gebhardt, S., Fleige, H., & Horn, R. 2010. Shrinkage processes of a drained riparian peatland with subsidence morphology. *Journal of Soils and Sediments*, 10(3), 484-493.

Gmati S., N., Tase, M., Tsujimura, Y., Tosaki. 2011. Aquifers Interaction in the outhwestern Foot of Mt. Fuji, Japan, Examined through Hydrochemistry and Statistical Analyses. *Hydrological Research Letters*, Vol., 5, núm., 1, 2011, pp. 58-63.

Hartge, K.H., & Horn, R. 2016. *Essential Soil Physics* (1ª ed.). (R. Horton, R. Horn, J. Bachmann, & S. Peth, Edits.) Stuttgart, Germany: Schweizerbart Science Publishers. 133-134 p.

Herrera C., Custudio, E. 2014. Origin of waters from coast of Chile, small springs located at the northern in the vicinity of Antofagasta. *Andean Geology*, 41(2), 314-341.

Hincapié Gómez, E., & Tobón Marín, C. 2012. Dinámica del agua en Andisoles bajo condiciones de ladera. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2), 6765-6777.

Jara, R. 2018. Factores de demanda de macronutrientes minerales, en las praderas de vega, Tierra del Fuego, Magallanes. Tesis Magister en Ciencias del Suelo. Universidad Austral de Chile.

Jenny, H. 1994. *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*. Dover Publications, INC. New York.

Kimmel, K. & Mander, Ü. 2010. Ecosystem services of peatlands: Implications for restoration. *Progress in Physical Geography*, 1-24.

Klove, B., Ala-Aho, P., Bertrand, G., Boukalova, Z., Erturk, A., Goldscheider, N., Ilmonen, J., Karakaya, N., Kupfersberger, H., Kvcerner, J., Lundberg, A., Mileusnic, M., Moszczynska, A., Moutka, T., Preda, E., Rossi, P., Siergieiev, D., Simek, J., Wachniew,

P., Angheluta, V. and Widerland, A. 2011. Groundwater dependent ecosystems, Part I: Hydroecological status and trends. *Environmental Science and Policy*, 14, 770-781.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2017. Dirección de Vialidad Manual de Carreteras. Santiago, Chile. 1564 pp.

Muñoz-Villers L. y McDonnell, J. 2012 Runoff generation in a steep, tropical montane cloud forest catchment on permeable volcanic substrate, *Water Resour. Res.*, 48, 2012, doi:10.1029/2011WR011316.

Oyarzún J., Nuñez, J., Fairley, J. P., Tapia, S., Alvarez, D., Maturana, H., Arumi, J. L., Aguirre, Carvajal, A., Oyarzun, R. 2019. Groundwater Recharge Assessment in an Arid, Coastal, Middle Mountain Copper Mining District, Coquimbo Region, North-central Chile. *Mine Water and the Environment*.38:226-242.

Peng, X., Horn, R., y Smucker, A. 2007. Pore Shrinkage Dependency of Inorganic and Organic Soils on Wetting and Drying Cycles. *Soil Science Society of America Journal*, 71(4), 1095.

Peng, X., y Horn, R. 2007. Anisotropic shrinkage and swelling of some organic and inorganic soils. *European Journal of Soil Science*, 58(1), 98-107.

Prieto, X., Winslow, M., 1994. El Cuaternario del Estrecho de Magallanes I: sector Punta Arenas-Primera Angostura. *Anales del Instituto de la Patagonia*. 21, 85-95.

Reynolds, W.D., Bowman, B.T., Drury, C.F., Tan, C.S., Lu, X. 2002. Indicators of good soil physical quality: Density and storage parameters. *Geoderma*, 110 (1-2), 131-146.

Reynolds, W.D., Drury, C.F., Yang, X.M., Tan, C.S. 2008. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. *Geoderma*, 146, 466-474.

Reyes, F., Lillo, A., Ojeda, N., Reyes, M., Alvear, M. 2011. Efecto de la exposición y la toposecuencia sobre actividades biológicas del suelo en bosque relicto del centro-sur de Chile. *Bosque*, 32(3), 255-265.

Sadzawka, A., Carrasco, M. A., Grez, R., Mora, M.L., Flores, H., Neaman, A. 2006. Métodos de análisis recomendados para suelos de Chile. Revisión 2006. Comisión de Normalización y Acreditación (CNA). Serie Actas INIA N°34. 163p.

Sandoval, M., Dörner, J., Seguel, O., Cuevas J., Rivera, D. 2011. Métodos de análisis físico de suelos. 75p.

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). 2003. Mapa Geológico de Chile Base geológica escala 1:1.000.000. Versión digital. Publicación Geológica Digital N°4. Santiago, Chile. 25 p.

Schindler, U., Mueller, L., Behrendt, A. 2003. Field investigations of soil hydrological properties of fen soils in North-East Germany. *J Plant Nutr Soil Sci.* 166(3): 364-369.

Schwärzel, K., Renger, M., Sauerbrey, R., & Wessolek, G. 2002. Soil physical characteristics of peat soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165(4), 479-486.

Soil Survey Staff USDA-NRCS. 2014. Claves para la taxonomía de suelos. 12th Edition. 410 p.

Távora-Espinoza, L., y Sanz, E. 2010. Hidrogeología e hidrodinámica del acuífero de los manantiales de Gormaz y su importancia en el caudal base del río Duero, España. *Tecnología y Ciencias del Agua*, Vol. 1, núm 3, 2010, pp 5-15.

Tuhkanen, S., Kuokkam, I., Hyvonen, J., Stenroos, S. and Niemela, J. 1990. Tierra del Fuego, as a target for biogeographical research in the past and present. *Anales Instituto de la Patagonia. (Chile)*. 19(2): 1-107.

Ugalde, R. 2014. Contribución al conocimiento de la estratigrafía cenozoica de la Sierra Baguales: la formación Man Aike ("Las Flores"), Provincia de Última Esperanza, Magallanes. Memoria para Optar al título de Geólogo. Universidad de Chile. Santiago. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116363>.

Valle, S.R., Dörner, J., Zúñiga, F., Dec, D. 2018. Seasonal dynamics of the physical quality of volcanic ash soils under different land uses in southern Chile. *Soil & Tillage Research*, 182, 25-34.

Zúñiga, F., Horn, R., Rostek, J., Peth, S., Uteau, D., Dörner, J. 2019. Anisotropy of intensity-capacity parameters on Aquands with contrasting swelling-shrinkage cycles. *Soil and Tillage Research*, 193(May), 101-113.