



## IMPACTO DEL PASTOREO DEL GANADO BOVINO EN LOS CURSOS DE AGUA DE PASTIZALES DEL ECOTONO FUEGUINO

### LIVESTOCK GRAZING IMPACT ON FRESHWATER COURSES FROM GRASSLANDS OF THE FUEGIAN ECOTONE

Diodato, Soledad<sup>1,2</sup>; Morella, Micaela<sup>2</sup>; González Garraza, Gabriela<sup>1,2</sup>; Mansilla, Romina<sup>1,2</sup>; Escobar, Julio<sup>1</sup>; Moretto, Alicia<sup>2,1</sup>.

<sup>1</sup> Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) -CONICET, <sup>2</sup> Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Nacional de Tierra del Fuego.

[sole22diodato@gmail.com](mailto:sole22diodato@gmail.com)

#### Resumen

*En la zona ecotonal de Tierra del Fuego no se conoce hasta el momento el efecto del pastoreo bovino sobre los cursos de agua que sirven como abrevaderos naturales del ganado. El objetivo de este trabajo fue evaluar el estado ambiental de arroyos someros en pastizales con y sin pastoreo bovino. Durante enero de 2018 se seleccionaron cursos de agua en tres pastizales para cada condición, se registraron variables fisicoquímicas y se determinaron parámetros químicos y microbiológicos indicadores de calidad del agua. En promedio, los sitios pastoreados presentaron mayores valores de silicatos, DBO y bacterias coliformes, y menores concentraciones de nitrógeno, fósforo y clorofila a. Aunque el Análisis de Componentes Principales no mostró una separación clara de los sitios de acuerdo a su condición de pastoreo, el índice de calidad de aguas reveló mejor calidad en los sitios no impactados por pastoreo.*

**Palabras clave:** eutrofización, materia orgánica, nutrientes, pastoreo.

#### Introducción

El pastoreo por ganado bovino produce serios impactos en el suelo, la vegetación y el agua. Los pastizales húmedos se deterioran debido a la incorporación de nutrientes en exceso (a través del aporte de excretas) generando eutrofización en el agua y acelerando la recirculación de los mismos en todo el ecosistema (Bilotta et al., 2007). En Tierra del Fuego, el ganado doméstico fue introducido a fines del siglo XIX, conociéndose los impactos provocados en los humedales de la región norte o de estepa (Anchorena et al., 2001). Sin embargo, no existe documentación sobre la región ecotonal, la cual en los últimos años ha incrementado su ganadería bovina en un 200% (Livraghi, 2011).

En los pastizales del ecotono fueguino, el ganado utiliza los arroyos circundantes como abrevaderos naturales, lo que permite que los animales tengan acceso constante a ellos alterando la calidad del agua y provocando efectos directos e indirectos sobre el humedal. Por ello, el objetivo del trabajo fue evaluar el estado ambiental de arroyos someros en pastizales con y sin pastoreo bovino del ecotono fueguino.

#### Materiales y Métodos

Los suelos de la región de ecotono fueguino poseen una enorme variabilidad en geoformas y materiales principalmente de origen glaciario, en el caso de los suelos de praderas húmedas son ácidos, la textura es areno franco, con 25 % de materia orgánica y 0,2 % de N total (Moretto et al., 2016). En cuanto a la vegetación, las monocotiledóneas presentan una cobertura del 49%, de las cuales un 38% corresponde a gramíneas, seguidas por las briófitas (27%) (Moretto et al., 2015).

Durante enero de 2018 se seleccionaron en la región ecotonal cursos de agua en tres pastizales húmedos para cada condición de pastoreo (NP= no pastoreado; P=pastoreado; n=6; Figura 1): dos ubicados en la Ea. María Cristina (MCNP y MCP), dos en la Ea. Río Claro (RCNP y RCP), uno en la Reserva Corazón de la Isla (RCI, no pastoreado), y otro en la Ea. Los Cerros (LC, pastoreado). Los sitios MCNP y MCP son arroyos pertenecientes a la cuenca del Río Ewan (tramo superior y medio, respectivamente), los sitios RCNP y RCP son tramos del

Río Ona (RCNP aguas arriba de RCP) de la cuenca del Río Grande, el sitio RCI se sitúa sobre el Río Mimica de la cuenca del Río Claro y el arroyo en LC pertenece a la Cuenca del Río Fuego. Todos los cursos presentan una pendiente del terreno no mayor a los 10° y desaguan finalmente en el Océano Atlántico.



Figura 1. A. Mapa del área de estudio con los seis sitios de muestreo en el centro de Tierra del Fuego. (modificado de Caruso Ferme (2016)). Por referencias ver texto. B. Fotografías de un sitio no pastoreado y uno pastoreado.

Se registraron variables fisicoquímicas *in situ* (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto (OD) y sólidos totales disueltos (STD)) utilizando un sensor multiparamétrico Hanna y se recolectaron muestras compuestas de agua para las determinaciones químicas. Una vez en laboratorio, las muestras se filtraron para determinar nutrientes disueltos (nitratos, nitritos, amonio, fosfatos y silicatos), clorofila a (Cl a), materia orgánica particulada (MOP) y material particulado en suspensión (MPS), además de demanda biológica de oxígeno (DBO). Estos parámetros químicos se determinaron siguiendo los protocolos validados internacionalmente (APHA, 2005), utilizando en el caso de los nutrientes disueltos los kits de reactivos colorimétricos Hach (Hach Company, USA). Además, se recolectaron dos muestras de agua por sitio en envases estériles para la determinación de bacterias coliformes totales y fecales utilizando el método del Número Más Probable de Colilert (Laboratorios IDEXX, USA). Se realizaron ANOVAs para verificar la existencia de diferencias significativas entre ambas condiciones de pastoreo y se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre pares de variables analizadas. Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para detectar patrones entre algunas de las variables estudiadas y los sitios de muestreo utilizando el software STATISTICA 7.0. Finalmente se calculó un Índice de Calidad de Aguas (ICA) desarrollado por la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) de EEUU (tomado de Water Research Center, B.F. Environmental Consultants Inc., Dallas, USA) que incluyó los siguientes parámetros: OD, bacterias coliformes fecales, pH, DBO, nitratos, fosfatos y sólidos totales (STD+MPS).

## Resultados

En promedio, los sitios pastoreados presentaron mayores valores de silicatos, DBO y bacterias coliformes totales y fecales (Tabla 1); mientras que los no pastoreados se caracterizaron por presentar mayores valores de temperatura, Cl a, MOP y MPS. Sin embargo, sólo se hallaron diferencias significativas entre ambas condiciones de pastoreo sólo en la temperatura ( $p=0,018$ ). Esta diferencia puede deberse a que la toma de muestras se realizó durante distintos días del mismo mes en una misma franja horaria, y al tratarse de cursos de agua muy someros (promedio de 17,5 cm de profundidad), este parámetro puede variar intensamente.

La ausencia de diferencias significativas en la concentración de bacterias coliformes fecales entre los sitios NP y P (Tabla 1) se debe a la gran variabilidad existente entre ellos (NP entre 2 y 187 NMP 100ml<sup>-1</sup>; P entre 99 y 1425 NMP 100ml<sup>-1</sup>). La concentración de las bacterias coliformes es un claro indicador de la cantidad de ganado y es susceptible al tiempo transcurrido desde la defecación.

Tabla 1. Valores medios  $\pm$  desvío estándar de los parámetros determinados en los sitios pastoreados y no pastoreados del ecotono fueguino.

Variables	No pastoreados	Pastoreados
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	15,67 $\pm$ 4,36	10,87 $\pm$ 1,25
pH	7,4 $\pm$ 0,85	7,47 $\pm$ 0,84
Conductividad ( $\text{mS cm}^{-1}$ )	0,24 $\pm$ 0,02	0,22 $\pm$ 0,11
Oxígeno Disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ )	9,39 $\pm$ 0,33	9,89 $\pm$ 3,52
Sólidos Totales Disueltos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	173,83 $\pm$ 17,76	162,33 $\pm$ 75,14
Nitratos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,058 $\pm$ 0,02	0,054 $\pm$ 0,01
Nitritos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,039 $\pm$ 0,01	0,042 $\pm$ 0,02
Amonio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,013 $\pm$ 0,01	0,005 $\pm$ 0,01
Fosfatos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,014 $\pm$ 0,00	0,009 $\pm$ 0,01
Silicatos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	2,25 $\pm$ 0,38	3,18 $\pm$ 2,24
Clorofila a ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	8,32 $\pm$ 11,08	3,95 $\pm$ 1,76
Materia Orgánica Particulada ( $\text{mgC L}^{-1}$ )	1,87 $\pm$ 1,70	1,14 $\pm$ 0,59
Material Particulado en Suspensión ( $\text{mg L}^{-1}$ )	18,06 $\pm$ 12,96	7,24 $\pm$ 2,42
DBO ( $\text{mg L}^{-1}$ )	2,00 $\pm$ 2,65	5,67 $\pm$ 4,93
Coliformes totales (NMP 100ml $^{-1}$ )	635 $\pm$ 846	11967 $\pm$ 12190
Coliformes fecales (NMP/100ml $^{-1}$ )	70 $\pm$ 101	545 $\pm$ 762

Sólo algunas de las variables presentaron correlaciones significativas entre sí ( $r > 0,58$ ; Legendre y Legendre, 1998): pH-OD ( $r = 0,62$ ), pH-silicatos ( $r = -0,64$ ), pH-Cl a ( $r = -0,70$ ), pH-MOP ( $r = -0,73$ ), OD-silicatos ( $r = -0,80$ ), Cl a-MOP ( $r = 0,96$ ), Cl a-STS ( $r = 0,83$ ) y MOP-STS ( $r = 0,89$ ). El Análisis de Componentes Principales explicó el 78,3% de la varianza total mediante los primeros 3 componentes. El componente mayoritario ( $F_1 = 42,7\%$ ) se correlacionó más fuertemente y de manera negativa con Cl a, MOP y MPS, variables relacionadas con la presencia de material de origen biótico; y positivamente con el pH (Figura 2A). En cuanto al F2 (22,1%), este factor se correlacionó positivamente con el OD y negativamente con los silicatos. El F3 (13,5%) se correlacionó positivamente con las variables que favorecen las condiciones para la eutrofización del sistema: nitrógeno inorgánico disuelto (NID) = nitratos + nitritos + amonio, fosfatos y bacterias coliformes fecales.

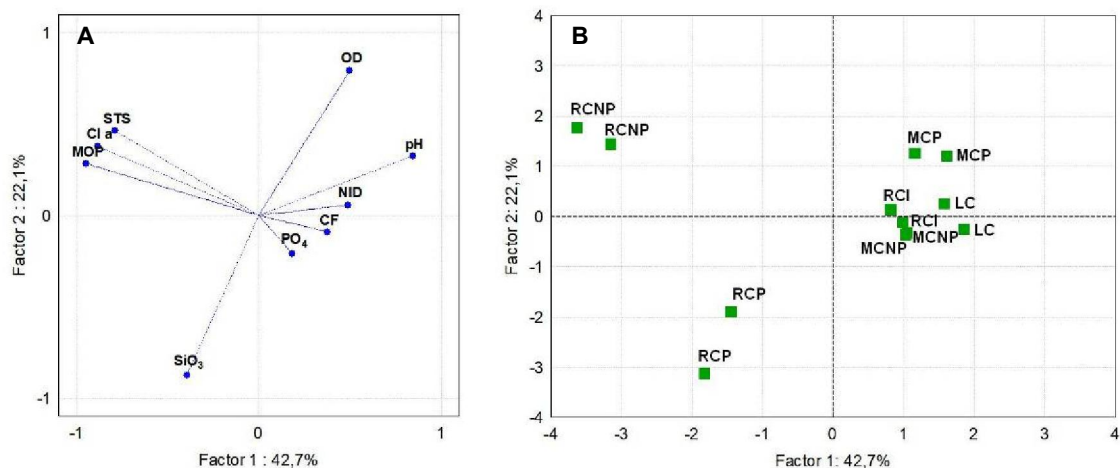


Figura 2. A. Proyección de las variables en el plano de los Factores 1 y 2. B. Proyección de los sitios de estudio en el mismo plano. Por referencias ver texto.

A pesar de que LC es el sitio con mayor carga animal, y que MCP tiene una mayor historia de pastoreo bovino, al proyectar los sitios en el plano con los dos primeros componentes (Figura 2B), no se logró evidenciar una separación de los mismos con los sitios no pastoreados RCI y MCNP. Los dos sitios de la Ea. Río Claro (RCNP y RCP), con una larga historia de pastoreo ovino previa al bovino, se separan del resto en función de sus altas concentraciones de Cl a, MOP y MPS, y menor valor de pH (promedio de 6,55). Las diferencias encontradas entre ambas condiciones de pastoreo dentro de la Ea. Río Claro se deben a que el sitio RCP presentó los mínimos valores de OD y los máximos de silicatos.



De acuerdo a los valores obtenidos del ICA, los cursos de agua estudiados presentan una buena calidad de agua (ICA entre 71 y 90), aunque se observa que los sitios no pastoreados presentan valores más cercanos a una excelente calidad de agua (ICA entre 91 y 100) que los sitios pastoreados que se acercan a una calidad media (ICA entre 51 y 70).

Tabla 2. Valores medios ( $\pm$  DS) del ICA para los seis sitios de estudio y para cada condición de pastoreo.

Condición de pastoreo	Sitio	ICA	ICA final
		media ( $\pm$ DS)	
No pastoreados	MCNP	79 ( $\pm 4,2$ )	85,3 ( $\pm 5,6$ )
	RCI	87,5 ( $\pm 0,7$ )	
	RCNP	89,5 ( $\pm 0,7$ )	
Pastoreados	MCP	75,5 ( $\pm 3,5$ )	73,5 ( $\pm 8,2$ )
	LC	80,5 ( $\pm 0,7$ )	
	RCP	64,5 ( $\pm 10,6$ )	

## Conclusiones

Las condiciones propias de los pastizales fueguinos resultaron ser más determinantes aún que el impacto del pastoreo bovino, ya que no se han encontrado diferencias marcadas entre sitios pastoreados y no pastoreados. Esto podría significar que el impacto por el pastoreo bovino en los cursos de agua no es muy evidente o bien que el pastoreo en el ecotono fueguino debería llevarse a cabo de forma más intensiva para resultar significativo ya que las grandes extensiones de estos pastizales favorecen un menor impacto local. Sería interesante también incluir el estudio de los sedimentos fluviales y de bioindicadores de deterioro como el fitoplancton.

## Bibliografía

- Anchorena J., Cingolani A., Livraghi E., Collantes M. y Stofella S.,** 2001. Manejo del pastoreo de ovejas en Tierra del Fuego. CONICET-INTA, Buenos Aires, 48 p.
- APHA,** 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21<sup>st</sup> ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Bilotta G., Brazier R. y Haygarth P.,** 2007. The impacts of grazing animals on the quality of soils, vegetation, and surface waters in intensively managed grasslands. *Advances in Agronomy* 94: 237-280.
- Livraghi, E.** 2011. Los ovejeros del fin del mundo y su relación con la tecnología. Tesis de maestría. Flacso. 136 p.
- Legendre P., y Legendre L.,** 1998. Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling, 20. 2<sup>nd</sup> english ed., 853 p, Elsevier.
- Moretto A., Escobar J., Carranza M., Flotron M., Curto E. y Camargo S.,** 2015. Composición botánica preliminar del Sitio Piloto Ecotono Fueguino. XXXV JAB.
- Moretto A., Duram F. y Escobar, J.,** 2016. Suelos del Sitio Piloto Ecotono Fueguino. IV RAGSU.