

Elena María Abraham
Rubén D. Quintana
Gabriela Mataloni
(editores)

agua +

HUMEDALES

SERIE


FUTUROS



FUNINTEC
Fundación Innovación y tecnología
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN**

FUTUROS es un programa de FUNINTEC y la Universidad Nacional de San Martín

A vertical landscape photograph featuring a body of water in the foreground, a dense thicket of reeds in the middle ground, and a line of trees in the background. The scene is captured in a soft, natural light. A large, white, abstract, organic shape is superimposed on the right side of the image, extending from the top to the bottom. The word "FURNOS" is written vertically in a large, white, serif font on the left side of the image, partially overlapping the water and reeds.

FURNOS

SERIE FUTUROS

Alberto Pochettino

Director

Miguel Blesa

Responsable científico

Sebastián Savino

Coordinador

AGUA Y HUMEDALES

COMITÉ EDITOR

Elena María Abraham

Rubén D. Quintana

Gabriela Mataloni

COMITÉ REVISOR CIENTÍFICO

Elena María Abraham

Miguel Blesa

Roberto Candal

Jose Joel Carrillo Rivera

Gerardo Castro

Daniel Cicerone

María Dos Santos Alfonso

Alicia Fernandez Cirelli

Adonis Giorgi

Marta Litter

Gabriela Mataloni

Christian Navntoft

Alberto Pochettino

Rubén D. Quintana

Adriana Urciuolo

Elisabet Wehncke

Aguas + Humedales / Miguel Blesa... [et al.]; compilado por Elena María Abraham; Rubén D. Quintana; Gabriela Mataloni; prólogo de Alberto Pochettino. - 1ª ed.-San Martín: UNSAM EDITA, 2018.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4027-68-9

1. Gestión Ambiental. 2. Cambio Climático. I. Blesa, Miguel. II. Abraham, Elena María, comp. III. Quintana, Rubén D., comp. IV. Mataloni, Gabriela, comp. V. Pochettino, Alberto, prolog.

CDD 551.6

1ª edición junio 2018

© 2018 de la edición Elena María Abraham

© 2018 de la edición Rubén D. Quintana

© 2018 de la edición Gabriela Mataloni

© 2018 UNSAM EDITA de Universidad Nacional de San Martín

UNSAM EDITA

Edificio de Containers, Torre B, PB

Campus Miguelete

25 de Mayo y Francia, San Martín (B1650HMQ), prov. de Buenos Aires, Argentina

unsamedita@unsam.edu.ar

www.unsamedita.unsam.edu.ar

Diseño de interior y tapa: Ángel Vega

Los lectores de este libro tienen, en forma gratuita, la libertad de utilizar, estudiar, aplicar y compartir su información, siempre que se mencione la obra y el autor original. El material de este libro puede ser utilizado citando la procedencia de esta manera:

Abraham, María Elena; Quintana, Rúben D. y Mataloni, Gabriela (eds.) (2018). *Aguas + Humedales*. Buenos Aires, UNSAM EDITA.

El contenido y la originalidad de los artículos de esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores. Las opiniones y puntos de vista expresados en este libro no necesariamente reflejan los de los editores.

Queda hecho el depósito que dispone la Ley 11.723

Editado en la Argentina

Patrones de distribución de las comunidades de humedales patagónicos a una escala de paisaje

Luz M. Manzo¹

Luis B. Epele²

Marta G. Grech³

Patricia Kandus⁴

María L. Miserendino⁵



Palabras clave: Comunidad biótica; imágenes satelitales; humedales patagónicos; Santa Cruz.

1. Introducción

Los humedales son ecosistemas que se encuentran permanente o temporariamente anegados. La presencia frecuente de agua cerca de la superficie del suelo es la que impulsa el funcionamiento de estos sistemas naturales, favoreciendo la formación de suelos hidromórficos [1] sobre los que crece vegetación adaptada a condiciones de suelo saturado [2], y a la cual se asocia una fauna particular. Las características ambientales de un humedal están fundamentalmente determinadas por procesos hidrológicos que pueden exhibir fluctuaciones diarias y estacionales relacionadas al clima regional y a su ubicación geográfica. Estos factores producen globalmente una gran variedad de tipos de humedales. Debido a esto no existe una definición única, y entre las más aceptadas está la utilizada por la Convención Ramsar que define los humedales como extensiones de marismas, pantanos, turberas

1 Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP) CONICET-UNPSJB, Chubut, Argentina. lmanzo@comahue-conicet.gob.ar.

2 Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP) CONICET-UNPSJB, Chubut, Argentina. luisbepele@comahue-conicet.gob.ar.

3 Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP) CONICET-UNPSJB, Chubut, Argentina. grechmarta@gmail.com.

4 Laboratorio de Ecología, Teledetección y Eco-Informática Instituto de Investigaciones e Ingeniería Ambiental, UNSAM, Argentina. patriciakandus@gmail.com.

5 Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP) CONICET-UNPSJB, Chubut, Argentina. lauram@unpata.edu.ar.

o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporarias, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros [3].

Se estima que estas áreas ocupan alrededor de 7×10^6 a 10×10^6 km², representando cerca del 5-8% de la superficie terrestre [2]. Sin embargo, en Argentina representan entre el 21-23% de su superficie [4]. Los humedales son reconocidos a nivel mundial por brindar soluciones sustentables al manejo del agua y al cambio climático, pudiendo remover contaminantes (sedimentos y nutrientes) y secuestrar cantidades de carbono semejantes a las de los océanos [5]. A su vez, son reservorios vitales de biodiversidad, constituyendo el hábitat de numerosas especies de flora y fauna.

En Patagonia, entre los humedales presentes, se destacan los denominados *mallines*, palabra mapuche que significa área inundada o bajo donde se acumula el agua. Mazzoni y Vázquez [6] los definen como humedales que frecuente o continuamente se encuentran inundados, y se caracterizan por poseer vegetación herbácea emergente adaptada a condiciones de suelo saturado. Aproximadamente el 5% de la Patagonia argentina está ocupada por mallines [7], cuya distribución responde a factores topográficos, geomorfológicos e hidrológicos [6]. Los mismos son esencialmente importantes para la región, en tanto ofrecen pasturas y agua para el desarrollo de actividades agropecuarias, principalmente ganadería, en zonas áridas. Además, contribuyen a la biodiversidad, constituyendo una fuente importante de recursos para especies nativas, tanto terrestres como acuáticas [8, 9] y actúan como correderos biológicos, incrementando la conectividad entre los hábitats de agua dulce.

A pesar de su importancia, los humedales constituyen uno de los ecosistemas naturales más amenazados. Investigaciones recientes muestran que desde 1900 se ha perdido el 64% de los humedales del planeta [10]. La modificación del paisaje y el uso del suelo debido a la urbanización, la agricultura, la ganadería, la minería, la deforestación y el remplazo de especies nativas por exóticas con valor comercial, han sido las principales causas de la pérdida y degradación de los humedales y, particularmente, de los mallines [11, 12, 13, 14]. Debido al impacto que han sufrido históricamente y al hecho de que estos ambientes complejos demuestran

tener una escasa resiliencia frente a fluctuaciones climáticas, disturbios naturales y antrópicos, actualmente existe un interés particular en la conservación de los mallines. Aunque se considera que los humedales del hemisferio sur aún mantienen gran parte de su biodiversidad original [12], diversos estudios señalan el uso de la tierra y la introducción de especies exóticas como los factores de mayor impacto sobre los humedales patagónicos [15, 16, 17]. Sumado a esto, las predicciones del cambio climático sugieren que en el sur de Argentina se podría experimentar un aumento en la temperatura media [18] y una reducción en las precipitaciones que afectarían mayormente la región de los Andes patagónicos. Siendo que las precipitaciones y la temperatura influyen en la productividad de los mallines [19, 20], se esperaría una reducción drástica de estos ambientes con la consecuente disminución en su diversidad. Asimismo, los mallines de Patagonia se encuentran subrepresentados dentro de las áreas protegidas en la región [21]. A pesar de su estado amenazado o de vulnerabilidad, su abundancia e importancia biológica, existe una falta de conocimiento en la estructura, diversidad y funcionamiento de estos sistemas [22, 23], a la fecha poco se sabe acerca de las consecuencias que tienen las intervenciones humanas y las prácticas y usos del suelo sobre la diversidad y el funcionamiento de los elencos de especies que habitan el humedal.

En este marco nos propusimos analizar los patrones de distribución de especies acuáticas en charcas de humedales patagónicos en relación con el encuadre hidrogeomorfológico, aspectos climáticos y el uso actual de la tierra y evaluar los cambios ambientales y las respuestas de las comunidades acuáticas (por ejemplo, invertebrados, macrófitas) en términos de diversidad, estructura y función frente a los cambios ambientales a diferentes escalas.

2. Materiales y métodos

Se cuenta con una base de datos correspondiente a una campaña efectivizada por el grupo de investigación durante el período estival 2013-2014 en 60 charcas de humedales ubicados en las provincias de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Dicha base incluye datos de variables

físico-químicas, de relevamientos de macrófitas y de invertebrados acuáticos.

Para caracterizar la calidad del agua de los sitios, se midieron en las charcas de los mallines (zona central) diversos parámetros físico-químicos. En cada una se registró la profundidad media y el largo. De la columna de agua de cada sitio, se registró la temperatura (°C), el pH, la conductividad ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), la salinidad (‰), el total de sólidos disueltos ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), la concentración ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) y el porcentaje de oxígeno disuelto (%). Se determinó la concentración de los nutrientes principales: amonio (NH_4^+), nitratos+nitritos ($\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$), fósforo reactivo soluble (PRS), nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT). Además, se cuantificó el total de sólidos en suspensión ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), se calculó la alcalinidad, la relación $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ [24] y la concentración de clorofila *a* ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). *In situ* se estimó el porcentaje de cobertura vegetal de cada charca de acuerdo con las categorías propuestas por [25], y se registró la temperatura ambiental.

Las muestras de plantas acuáticas se obtuvieron estableciendo 3 transectas por sitio dispuestas al azar, cada una con 10 unidades muestrales. Por otra parte, los invertebrados acuáticos se colectaron utilizando una red de mano (marco D) de 500 μ de tamaño de poro, tomándose tres muestras por sitio, cada una formada por el movimiento de la red en una transecta perpendicular desde la orilla al centro del espejo de agua. Además, para la caracterización del contexto ambiental de los sitios se contó con información extraída de imágenes satelitales.

La variabilidad de las charcas en función de las variables ambientales registradas, se examinó mediante Análisis de Componentes Principales (ACP), previa transformación y estandarización [26].

A los fines de analizar la estructura de las comunidades bióticas en las distintas charcas, se utilizaron datos de composición taxonómica, densidad ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$), diversidad alfa (índice de Shannon) y riqueza taxonómica total [27]. Además, en cada sitio se registró el porcentaje de cobertura por especie, forma de crecimiento y origen de las plantas acuáticas y la riqueza y abundancia de grupos funcionales de los invertebrados acuáticos [28].

Se realizó un Análisis de Redundancia (RDA) para evaluar la variabilidad de los taxa en los sitios en función de las variables ambientales. En este análisis se relacionaron dos matrices, la de variables dependientes o taxa por sitios, y la de variables independientes o variables ambientales.

Por otra parte, para la identificación y cartografía de los humedales correspondientes a los sitios de muestreo se utilizaron imágenes del sistema Landsat 8 y SPOT 5. La delimitación de las áreas de humedal se realizará a partir de la digitalización en pantalla y métodos digitales semiautomatizados, utilizando sistemas de información geográfica (QGIS, ARCGIS). Además, se relevó la condición del contexto terrestre estimando distintas métricas del paisaje y la condición del contexto ambiental utilizando bases de datos disponibles (Worldclim), registros de estaciones meteorológicas y series de tiempo de índices verdes (EVI). Finalmente la tipología de los humedales correspondientes a todo el área de estudio se desarrollará teniendo en cuenta clasificaciones preexistentes [6, 29] y de acuerdo con criterios hidrogeomorfológicos, climáticos y de usos del suelo.

3. Resultados y discusión

Si bien nos encontramos en los inicios del desarrollo de este proyecto, contamos con resultados preliminares que se limitan a la caracterización ambiental (tabla 1) y al análisis de la comunidad de invertebrados acuáticos de los mallines de la provincia de Santa Cruz. Para dicha provincia, el Análisis de Componentes Principales reveló que la variabilidad del conjunto de datos fue explicada principalmente por la concentración de nutrientes y clorofila *a* y la cobertura vegetal, seguida por el pH, la conductividad, las precipitaciones y la superficie del humedal. A su vez, los sitios mostraron valores altos de riqueza y diversidad de invertebrados acuáticos en relación con trabajos previos efectuados en zonas templadas comparables [11, 12, 13], aunque estos valores fueron menores a los alcanzados en muestreos más extensos llevados a cabo en el NO de la provincia del Chubut [9]. Por otra parte, el Análisis de Redundancia indicó que los ensamblajes taxonómicos se vieron influenciados significativamente por la concentración de NH_4^+ , la precipitación y la superficie del humedal, las cuales definieron un gradiente norte-sur que fue el principal determinante de la distribución de los ensamblajes de invertebrados. La conductividad y el pH, por su parte, permitieron diferenciar los sitios entre los biomas de bosque y estepa.

Variables	Biomasa	Bosque		Estepa			
		Media±EE	Mínimos	Máximos	Media±EE	Mínimos	Máximos
Conduc ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)		113,1±27,9	4,8	68	514,6±149,1	6,3	940
TDS ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)		58,8±13,7	7,3	12	274,9±83,8	6,6	2940
Sal (‰)		0,04±0,01	0	0,2	0,3±0,1	0	3
OD ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)		11±0,8	3,6	19,3	11,9±0,6	2,5	21,5
OD (%)		113±6,6	38,8	172	131,2±7,6	6	232
pH		5,8±0,38	3,1	8,9	7,3±0,2	5	9,9
NT ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)		328,1±30,5	103,2	645,2	338±29,8	1,2	773,2
NO_3+NO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)		25,3±5,3	0	83,5	234,4±118,1	0,3	3331,1
NH_4^+ ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)		45,1±14	3	274,5	57,4±18	0,9	677,6
PT ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)		142±21,4	40,1	452,5	169,8±23,9	6,1	570,6
PRS ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)		34±8,7	0	157,3	75,3±16,7	0	418,3
Alca ($\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$)		861,1±263,8	77	4800	3210,6±368,4	473,1	8240
CO_3H ($\mu\text{Mol}\cdot\text{l}^{-1}$)		848,8±263	77	4796	3080±347,5	473	8164
CO_2 ($\mu\text{Mol}\cdot\text{l}^{-1}$)		3074,7±744,5	0	8810	1639,9±358,6	0	8675
TSS ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)		42,8±34,2	0	718	48±29,7	0	1086
Clorofila a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)		3,8±0,7	0	9,9	11,8±3,7	0	89,71

Ref.: Conduc: Conductividad; TDS: Total de Sólidos Disueltos; Sal: Salinidad; OD: Oxígeno Disuelto; NT: Nitrógeno Total; PT: Fósforo Total; PRS: Fósforo Reactivo Soluble; Alca: Alcalinidad; TSS: Total de Sólidos en Suspensión.

Tabla 1. Medidas descriptivas resumen. Rangos de variación, valores promedio y errores estándar (EE) de las principales variables registradas en función de los biomas de bosque y estepa.

4. Conclusiones

La información obtenida hasta el momento permitiría evidenciar que el gradiente norte-sur define los valores de riqueza y diversidad de los invertebrados acuáticos, ya que estos parámetros disminuyeron hacia mayores latitudes. No obstante, las relaciones de predominio de los grupos funcionales alimentarios no responderían a dicho gradiente, ya que se mantuvieron estables

a través del mismo. Sin embargo, resulta necesario seguir analizando los datos relevados en este estudio, ya que esto permitirá interpretar el funcionamiento y la estructura de los mallines a nivel regional, evaluar los efectos de los distintos tipos de uso del suelo y la relación con los porcentajes de cobertura del mismo así como desarrollar modelos predictivos que hagan posible mapear a gran escala la amplia distribución de las entidades biológicas (invertebrados y plantas acuáticas). En función de lo mencionado, se avanzaría en establecer relaciones entre las características abióticas y la distribución y abundancia de las comunidades bióticas, y en consecuencia, contribuir en la toma de decisiones para la gestión y desarrollo de estrategias de conservación de estos ambientes. Finalmente, estos estudios también aportarán al inventario nacional de humedales.

Bibliografía

- [1] Williams M. (1991). *Wetlands: A threatened Landscape*. London, Institute of British Geographers.
- [2] Mitsch, W. J. y Gosselink, J. G. (2015). *Wetlands*. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Ramsar Convention Secretariat (2013). *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands. Ramsar, Irán, 1971*.
- [4] Kandus, P.; Minotti, P. y Malvárez, A. I. (2008). "Distribution of wetlands in Argentina estimated from soil charts", *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 30(4), pp. 403-409.
- [5] Cereghino, R. et al. (2014). "The ecological role of ponds in a changing world", *Hydrobiologia* 723, pp. 1-6.
- [6] Mazzoni, E. y Vázquez, M. (2004). *Ecosistemas de mallines y paisajes de la Patagonia austral (Provincia de Santa Cruz)*. Buenos Aires, INTA.
- [7] Iriondo, M. (1989). "Quaternary lakes of Argentina", *Palaeogeogr Palaeoclimatol* 70, pp. 81-88.
- [8] Gaitán, J. J.; López, C. R. y Bran, D. (2011). "Vegetation composition and its relationship with the environment in mallines of north Patagonia, Argentina", *Wetlands Ecology and Management* 19, pp. 121-130.
- [9] Epele, L. B. (2014). *Comunidades de invertebrados acuáticos de mallines de Patagonia, bajo distintos niveles de antropización*, tesis doctoral. Facultad de Cs. Naturales y Museo, UNLP.
- [10] Davidson, N. (2014). "How much wetland has the world lost? Long term and recent trends in global wetland area", *Mar Freshwater Res* 65, pp 934-941.
- [11] Ehrenfeld, J. G. (2000). "Evaluating wetlands within an urban context", *Ecological Engineering*, 15(3), pp. 253-265.

[12] Brinson, M. M. y Malvárez, I. (2002). "Temperate freshwater wetlands: types, status, and threats", *Environmental Conservation* 29, pp. 115-133.

[13] Chimner, R. A. et al. (2011). "Ecohydrological conditions of wetlands along a precipitation gradient in Patagonia, Argentina", *Ecología austral* 21, pp. 329-337.

[14] Epele, L. B. y Miserendino, M. L. (2015). "Temporal dynamics of invertebrate and aquatic plant communities at three intermittent ponds in livestock grazed Patagonian wetlands", *Journal of Natural History* 50, pp. 711-730.

[15] Mensching, H. G. (1996). *Procesos geomorfológicos en la Patagonia como indicadores de la desertificación*. Buenos Aires, Proyecto Argentino Alemán INTA/GTZ (Argentina).

[17] Dudgeon, D. (2006). "Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges", *Biological reviews* 81, pp. 163-182.

[18] Nuñez, M. N.; Solman, S. A. y Cabré, M. F. (2009). "Regional climate change experiments over southern South America. II: Climate change scenarios in the late twenty-first century", *Climate Dynamics* 32, pp. 1081-1095.

[19] Buono, G. et al. (2010). "Spatial and temporal variation of primary production of Patagonian wet meadows", *Journal of Arid Environments* 74, pp. 1257-1261.

[20] Irisarri, J. G. N. et al. (2012). "Patterns and controls of above ground net primary production in meadows of Patagonia. A remote sensing approach", *Journal of Vegetation Science* 23, pp. 114-126.

[21] Crego, R. D.; Nielsen, C. K. y Didier, K. A. (2013). "Climate change and conservation implications for wet meadows in dry Patagonia", *Environmental Conservation* 41, pp. 122-131.

[22] Wood, P. J.; Greenwood, M. T. y Agnew, M. D. (2003). "Pond biodiversity and biotope loss in the UK", *Area* 35, pp. 206-216.

[23] Williams, P. *et al.* (2004). "Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England", *Biological Conservation* 115, pp. 329-341.

[24] American Public Health Association (APHA) (1994). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Maryland, American Water Works Association.

[25] Alsfeld, A. J.; Bowman, J. L. y Jacobs, A. D. (2009). "Effects of woody debris, microtopography, and organic matter amendments on the biotic community of constructed depositional wetlands", *Biological Conservation* 142, pp. 247-255.

[26] Mangeaud, A. (2004). "La aplicación de técnicas de ordenación multivariadas en la entomología", *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 63, pp. 1-10.

[27] Begon, M.; Townsed, C. R. y Harper, J. L. (2006). *Ecology, from ecosystems to individuals*. Oxford, Blackwell Publishing.

[28] Merritt, R. W. y Cummins, K. W. (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque, Kendall-Hunt.

[29] Mazzoni, E. y Rabassa, J. (2013). "Types and internal hydro-geomorphologic variability of mallines (wet-meadows) of Patagonia: Emphasis on volcanic plateaus", *Journal of South American Earth Sciences* 46, pp. 170-182.