

ISSN 2591-6653

Naturalia

Patagónica

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y CIENCIAS DE LA SALUD
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO

VOLUMEN 17 (2021)



NATURALIA PATAGONICA

Volumen 17 – 2021

**Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco**

Director

Dr. Osvaldo León Córdoba

Secretaria de Redacción

Dra. María Luján Flores

Tesorera

Dra. Mabel Sandra Feijóo

Editor

Dr. Osvaldo León Córdoba

Comité Editor

Dra. Graciela Pinto Vitorino

Dra. Nerina Iantanos

Dra. Mónica Casarosa

Dra. Ofelia Iris María Katusich

Lic. Judith Garrido

Evaluadores

Dra. Estela Lopretto

Dra. Marta Collantes

Dr. Gabriel Oliva

Dr. Juan Manuel Sayago

Ing. Agr. Antonio D. Dalmasso

Dra. Mirta E. Valencia

Dra. Martha Gattuso

Dr. Carlos Arturo Stortz

Dr. Diego Pol

Dra. Susana Gorzalczany

Dra. María Luján Flores

Dra. Nora M. Andrea Ponce

Dra. María Elena Arce

Dra. Nadia Arias

Dr. Osvaldo León Córdoba

Dra. Alicia Boraso

Dra. María Cristina Matulewicz

Dra. Isabel Moreno Castillo

Dra. Adriana Broussalis

Editorial:

Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Ciudad Universitaria Km 4, 9005, Comodoro Rivadavia, Chubut

EDITORIAL

Estimados lectores

Con esta publicación se realiza la entrega del Volumen 17 de nuestra revista *Naturalia Patagónica*, desde su relanzamiento en el año 2002. Este número incluye una nota corta y tres artículos originales realizados por docentes e investigadores de nuestra Facultad.

Agradecemos desde ya el trabajo y la decisión de los investigadores de nuestra institución y de otras instituciones, de optar por nuestra revista para la publicación de sus investigaciones, en especial en estos tiempos de pandemia, que ha afectado como nunca el trabajo de investigación, al encontrarse en gran parte de este año, con el acceso restringido a nuestra institución.

Claramente es un año atípico, una continuación del año anterior. La pandemia ha modificado todas las actividades previstas, tanto de investigación como de enseñanza, además de las personales, y recién a fines de este año comienza a verse algún atisbo de normalización.

Esperemos que el año que viene sea mas racional que el actual y pasado, de tal manera que podamos realizar nuevamente las actividades previstas de investigación y posgrado, las asistencias a Congresos, y en general el contacto con los grupos de investigación de nuestro país y del extranjero con la misma asiduidad que lo hicieramos en la ya llamada “época prepandemia”

Desde la revista queremos expresar nuevamente, nuestro agradecimiento al personal de salud y demás intervinientes en la lucha contra la pandemia. Destacamos además el intenso trabajo de alumnos, exalumnos, docentes, investigadores y exdocentes de nuestra Facultad que participan en la primera línea de batalla contra esta enfermedad.

Como siempre, estamos a disposición de todas las consultas y/o sugerencias que los lectores y autores deseen hacernos llegar, esperando se traduzcan en beneficios para todos en su conjunto.

Agradecemos como con cada número, a la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, por el espacio en la web correspondiente.

Todos los números de nuestra revista se pueden descargar en forma gratuita desde nuestra dirección web <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/naturalia>.

Confiamos en la buena receptividad de *Naturalia Patagónica* entre nuestros lectores habituales y entre los lectores en general, que se interesen por la problemática de las Ciencias Naturales y las Ciencias de la Salud especialmente en el ámbito de la región, invitando además a que se continúen sumando autores regionales y de otras latitudes, enviando su producción científica para nuestro siguiente número.

A todos, Felices Fiestas!!!

Dr. Osvaldo León Córdoba - Director

Naturalia Patagónica

Foto de tapa: **Playa Bonita, Provincia del Chubut, Argentina.** (Fotografía de Osvaldo León Córdoba).

CONTENIDO

NOTA CORTA

Ocho principios de consideración ética para mejorar la gobernanza ambiental en las zonas costeras. Guillermo Caille y José María Musmeci..... 01-10

ARTICULOS CIENTIFICOS

Nueva tecnología para relevar la vegetación y estudiar su biodiversidad en la estepa patagónica. María Rosa Klagges, Lorena Obregón Streitenberger, José Alejandro Scolaro, Diego Andrés Firmenich 11-28

Asociaciones de especies vegetales halófitas de mallines con indicadores fisicoquímicos en Distrito Fitogeográfico Golfo San Jorge (Patagonia -Argentina). María G. Mendos; Adriana del L. Mangani & Maximiliano G. Días..... 29-46

Caracterización y distribución espacial de atributos fisicoquímicos en mallines del distrito fitogeográfico Golfo San Jorge. Mendos, María Gabriela y Mangani, Adriana del Luján..... 47-65

CONTENTS

SHORT COMMUNICATIONS

Eight principles of ethical consideration to improve environmental governance in coastal areas. Guillermo Caille y José María Musmeci 01-10

RESEARCH ARTICLES

New technology to relieve vegetation and study its biodiversity in the patagonian steppe. María Rosa Klagges, Lorena Obregón Streitenberger, José Alejandro Scolaro, Diego Andrés Firmenich 11-28

Associations of halophyte plant species from mallines with physicochemical indicators in the Golfo San Jorge Phytogeographic District (Patagonia -Argentina). María G. Mendos; Adriana del L. Mangani & Maximiliano G. Días 29-46

Characterization and space distribution of physicochemical attributes in mallines of the San Jorge Gulf phytogeographic district. Mendos, María Gabriela y Mangani, Adriana del Luján 47-65

Nota corta

Ocho principios de consideración ética para mejorar la gobernanza ambiental en las zonas costeras

Eight principles of ethical consideration to improve environmental governance in coastal areas

Guillermo Caille¹ y José María Musmeci²

¹Cátedra de Filosofía de las Ciencias, Sede Trelew de la Facultad de Cs. Naturales y Cs. de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia (UNPSJB). Inmigrantes 58, Trelew, Provincia del Chubut, Argentina. gcaille2003@yahoo.com.ar

²Fundación Patagonia Natural (FPN). Marcos A. Zar 760, Puerto Madryn, Provincia del Chubut, Argentina.

Resumen

Muchos de los escenarios costeros de la región, luego de varias décadas de crecimiento económico y demográfico, necesitan de cambios urgentes para poder sostener los beneficios que el uso de sus recursos ha generado y mitigar los deterioros. Se presenta un conjunto de principios de consideración ética que, como instrumentos, deberían orientar a los gobiernos a poner en práctica nuevos cursos de acción frente a los crecientes desafíos sociales y ambientales que se plantean en los escenarios costeros, y que aportarán al logro progresivo de una buena gobernanza.

Palabras Clave: Gobernanza ambiental, Principios éticos, Zonas costeras.

Abstract

Many of the region's coastal scenarios, after several decades of economic and demographic growth, need urgent change to sustain the benefits that the use of their resources has generated and mitigate deterioration. A set of ethical consideration principles are presented that, as instruments, should guide governments to implement new courses of action in the face of the growing social and environmental challenges that arise in coastal scenarios, and which will contribute to the progressive achievement of good governance.

Key Words: Coastal areas, Environmental governance, Ethical principles.

Introducción

Desde inicios de este siglo han aumentado las voces que sostienen que la profundización de la crisis ambiental ha generado desigualdades económicas y sociales que resultan inaceptables; y que para cambiar esta situación deben concretarse una serie de cambios profundos en las políticas públicas, que incluyan el fortalecimiento de la gobernanza a escala local y regional (OIT, 2004).

En muchas de las zonas costeras de América Latina y el Caribe, las numerosas y crecientes presiones sobre los ecosistemas marinos han dado lugar a su deterioro, afectando al bienestar humano y las posibilidades de un desarrollo con equidad. Y hay un consenso creciente en que, para frenar y revertir esta tendencia, la protección de los ecosistemas y de las comunidades que obtienen su sustento en ellos, debe convertirse en uno de los componentes centrales de las políticas públicas (WWAP2-UNESCO-PNUMA, 2006).

La importancia que este tema ha tomado frente a las crisis ambientales, convierte a la gobernanza ambiental en uno de los ejes a fortalecer, y tanto más por las contribuciones que puede aportar para recuperar y consolidar los marcos democráticos en los países de la región

(Castro, 2018). Sin embargo, la complejidad de las dimensiones concurrentes y sus variaciones locales, requieren que el abordaje de lo ambiental se plante desde un enfoque de un pensamiento complejo (Morin, 1997; Morin, 2008; Solanas, 2008); evitando, por ejemplo, los reduccionismos de corte economicista.

Desde la percepción de esta complejidad, y de los desafíos que plantea sostener un desarrollo en equidad, surge la necesidad de construir espacios superadores para buscar estrategias viables para mejorar la gobernanza ambiental en las zonas costeras. Espacios que permitan generar propuestas concretas desde los organismos de gobierno, ahondando en las cuestiones prácticas y estructurales; y que promuevan, recuperen y fortalezcan una participación activa y responsable del sector privado, y de la sociedad civil y sus organizaciones en la gestión ambiental.

El concepto de la buena gobernanza

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la gobernanza es “...*el proceso de toma de decisiones y el proceso por el que estas decisiones son implementadas o no, en los diferentes escenarios económicos, sociales y ambientales*” (UNESCAP, 2014). En este contexto, el concepto de buena

gobernanza está centrado en un enfoque basado en los derechos humanos, al considerar a la ciudadanía como “...titulares de derechos, con plena capacidad de participación; y aspira a promover la equidad de género y social, con acento en los grupos empobrecidos y pueblos originarios, entre otros que merecen una consideración ética particular” (OIT, 2004). Todo ello teniendo en cuenta un modelo de participación y decisión basado en un

buen balance entre las políticas públicas, las condiciones operativas que requiere el sector privado y las demandas legítimas de mejoras de la ciudadanía. Decisiones que luego se espera sean respetadas y promovidas por los organismos de gobierno en su implementación, para avanzar hacia el logro de una gestión ambiental eficaz y equilibrada, con un especial enfoque en aquellas actividades que son la base de las economías locales y regionales.



Figura 1. Puerto de San Clemente, Bahía de Samborombón, Argentina (Foto: Carman y Gonzales, 2016).
Figure 1. Port of San Clemente, Samborombón Bay, Argentina (Photo: Carman and Gonzales, 2016).

En los escenarios de las zonas costeras de nuestra región, la gestión de gobierno debería promover el interactuar con los otros sectores, dependiendo en cada sitio de los diferentes contextos y de los

múltiples actores presentes; por ejemplo, los propietarios de la tierra, las asociaciones de pescadores, las cooperativas y asociaciones productivas, las cámaras y asociaciones empresariales,

las organizaciones no gubernamentales y de la sociedad civil, los organismos e institutos de investigación, los centros de enseñanza, entre otros (Figura 1). Tanto más si se considera que varios de estos “otros actores” habitan desde hace tiempo (en ocasiones por muchas generaciones), obtienen su sustento y proyectan su futuro en los escenarios (económicos-sociales-ambientales) en los que van a impactar las consecuencias (positivas o no, inmediatas o no, previsibles o no) de las decisiones que se implementen.

Las estructuras de implementación previstas pueden ser informales (como grupos asesores o de asistencia técnica, consejos de gestión o consorcios de implementación, entre otras) o formales (como las autoridades de aplicación previstas en los marcos jurídico-normativos vigentes regionales y locales); y para que todo se lleve a cabo no sólo de manera correcta según el marco constitucional y las leyes vigentes, sino que se legitimen y adquiera una dimensión superadora, es necesario que existan y articulen un “buen gobierno” y “una buena gobernanza”.

En el sentido desarrollado en los párrafos anteriores, hay ocho dimensiones (que no excluyen otras que puedan agregarse según las nuevas complejidades que se perciban a medida que se avanza en el proceso de toma de decisiones y de

implementación de las mismas) que, definidas como atributos a incorporar y garantizar en la gestión, si se equilibran, darán sostén y contribuirán a promover una buena gobernanza, según: i) Un marco legal y normativo justo e imparcial; ii) Equidad y no discriminación; iii) Sensibilidad a las demandas ciudadanas y de grupos vulnerables por parte de los decisores; iv) Buen acceso a la información por la sociedad y mecanismos eficaces de participación equitativa; v) Transparencia y rendición de cuentas en las decisiones; vi) Consensos intra e intersectoriales entre los involucrados en la gestión; vii) Corresponsabilidad entre actores clave; y viii) Eficacia y eficiencia en las instancias de implementación.

El enfoque de la gobernanza ambiental

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) propone como definición de gobernanza ambiental “...un concepto que incluye normas, instituciones y procesos que determinan cómo se ejercen el poder y las responsabilidades, cómo se toman las decisiones y cómo participan los ciudadanos en el manejo de los recursos naturales” (Pazmiño y Montero, 2013). Es decir, se enfocan las relaciones y los ejercicios del poder, y las tensiones entre actores, instituciones y normas o leyes; pero también se incluyen los discursos y

dispositivos que la comunican a la ciudadanía y a sus organizaciones, así como los procesos (participativos o no) que la legitiman.

Se distinguen cuatro tipos o categorías de gobernanza ambiental (Pazmiño y Montero, 2013), según:

Tipo I - Gobernanza por parte del gobierno: Uno o más organismos del gobierno poseen la autoridad, la responsabilidad, la capacidad de implementar y la obligación de rendir cuentas sobre la gestión ambiental.

Tipo II - Gobernanza compartida: Se comparte la autoridad administrativa y la responsabilidad entre varias partes, gubernamentales y no gubernamentales.

Tipo III - Gobernanza privada: Comprende áreas bajo el control y propiedad de personas, organizaciones de la sociedad civil o empresas/corporaciones, gestionadas con o sin ánimo de lucro.

Tipo IV - Gobernanza por parte de pueblos originarios y comunidades locales: En general está basada en prácticas culturales tradicionales, e incluye territorios de pueblos indígenas y áreas gestionadas por comunidades locales que son reconocidas formalmente.

La efectividad de la gestión ambiental que puede alcanzar cada uno de estos tipos o categorías de gobernanza (que pueden no estar reconocidos formalmente, aunque sí

darse en la práctica), estará condicionada por la calidad y aceptación lograda en su diseño, planificación, grado de implementación y cumplimiento. Esta búsqueda de efectividad en la gestión ambiental está reflejada y es promovida en diversos acuerdos internacionales de fines del siglo pasado y vigentes, como el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales (OIT, 1989), el Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (ONU, 1993), la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (ONU, 1994); y más recientemente en la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (ONU, 2007) y la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Principios Éticos en relación al Cambio Climático (UNESCO, 2017), entre otros. Por ello, una buena gobernanza ambiental puede entenderse como “...un sistema de gobernanza que responde a los principios y valores escogidos libremente por las personas de un país y que están reflejados en su constitución, y que articulan eficazmente con sus leyes ambientales y de recursos naturales, y las normas de áreas particulares, prácticas culturales y leyes tradicionales...” (UNESCAP, 2014).

Los principios éticos para una buena gobernanza ambiental

Pueden proponerse un conjunto de ocho principios éticos, a considerar en su conjunto y comunes a los cuatro tipos de gobernanza (aunque no excluyentes de nuevos principios que se agreguen al percibirse nuevas dimensiones de la gestión, pero siempre consistentes con las ocho dimensiones-atributos antes definidos), para promover el logro de una buena gobernanza ambiental en las zonas costeras, según:

- i) Principio de legitimidad y voz: Promueve el diálogo social y los acuerdos colectivos sobre los objetivos y las estrategias de gestión, sobre la base de libertad de asociación y expresión; sin discriminación en función de género, etnia, modos de vida, valores culturales u otras características.
- ii) Principio de subsidiariedad: Promueve atribuir autoridad de gestión y responsabilidad concreta a las instituciones más cercanas a los recursos.
- iii) Principio de equidad: Promueve compartir equitativamente los costos y los beneficios de establecer y administrar los recursos, y proporcionar los medios para un juicio imparcial o una mediación en casos de conflictos.
- iv) Principio de no hacer daño o de no perjuicio: Promueve asegurar que los costos de establecer y gestionar los

recursos no creen ni agraven la pobreza, la vulnerabilidad y la discriminación.

v) Principio de respeto intergeneracional: Promueve respetar los derechos humanos en el contexto de la gobernanza de los recursos, incluyéndolos derechos de las generaciones futuras.

vi) Principio de rendimiento o de eficacia: Promueve conservar eficazmente la calidad ambiental y labiodiversidad, a la vez que responder a las preocupaciones de los grupos de interés y realizar un uso adecuado y responsable de los recursos.

vii) Principio de rendición de cuentas: Promueve tener claras líneas de responsabilidad y asegurar la información y la comunicación adecuada a todos los grupos implicados, acerca del cumplimiento de sus responsabilidades.

viii) Principio de transparencia y de acceso a la información: Promueve asegurar que toda la información relevante esté disponible para los grupos de implicados (sean beneficiados o perjudicados), y para la ciudadanía en general, y facilitar de forma activa su accesibilidad.

Accionando en su conjunto, estos ocho principios de consideración ética, deberían no sólo ser atendidos por los decisores como respuestas a los reclamos que resulten legítimos por parte de la sociedad y sus organizaciones; sino internalizados e impulsados en forma activa desde la gestión pública, a través de

todas las estructuras de implementación previstas y sus actores particulares.

Sobre los riesgos y la gobernanza en las zonas costeras

Aunque aún hoy se percibe, la mayoría de las veces, la realidad natural y social bajo un enfoque de corte socio-económico concebido desde inicios del siglo pasado, con tensiones binarias y no resueltas entre “tradicionalismo y progresismo” o “conservacionismo y desarrollismo” entre otras; diferentes sociólogos contemporáneos han conceptualizado el momento actual de la civilización occidental como el de una “sociedad del riesgo” en el sentido propuesto por Beck a fines de los 90’s (Beck, 1998; Montenegro, 2005).

Este enfoque destaca que, como sociedad contemporánea “...estamos situados en el riesgo como un estilo de vida” y que “...el riesgo constituye el punto de partida de toda situación” (Buxó y Casado, 2005). Sin embargo, esto representa en sí una oportunidad para lograr visibilizar, intentar resolver y tener chances de superar, los desafíos ambientales que plantea el crecimiento de las economías extractivistas, basadas en el uso cada vez más intensivo de los recursos.

En las costas, las situaciones o escenarios de riesgo generan instancias interactivas en que concurren casi todos (sino todos)

los niveles de realidad (el material, el temporal, el institucional, el organizativo, el afectivo, entre otros); y en donde, además, se interconectan las escalas locales, regionales y nacionales, e incluso la escala global: como lo señalan los procesos del cambio climático que impactan en las costas y en las comunidades que viven y dependen de ellas; y complejizan aún más los aspectos implicados para abarcar los procesos de gobernanza (RIOCCADAPT, 2020).

Consideraciones finales

Todo análisis de la gobernanza debe enfocar tanto a los actores formales e informales involucrados en los procesos de toma de decisiones, como a las estructuras que son necesarias para poder implementar estas decisiones, y que a veces faltan y deberán crearse; atendiendo a los lineamientos que surgen de los marcos normativos vigentes en cada escenario y de las políticas de estado. Y se lo debe hacer con instrumentos de análisis y con perspectivas que ayuden a percibir, como primera dificultad a resolver, estos múltiples cruces. Instrumentos que orienten a los gobiernos a poner en práctica nuevos cursos de acción frente a los crecientes desafíos sociales y ambientales que se plantean en nuestros escenarios costeros, que han dejado atrás (y con pocas perspectivas de sostener a

futuro) los beneficios de varias décadas de un rápido crecimiento económico y demográfico (Caille *et al.*, 2007).

En nuestra región, donde por décadas las economías han estado basadas casi exclusivamente en un creciente uso extractivo de los recursos, mejorar la

gobernanza resulta clave para articular en forma superadora las tensiones del mundo social y las legítimas aspiraciones de mayor bienestar de las comunidades costeras, con la conservación de la naturaleza como legado a las generaciones futuras (Caille *et al.*, 2007).



Figura 2. Bandada de aves costeras, Bahía San Antonio, Argentina (Foto: FPN).

Figure 2. Coastal bird flock, San Antonio Bay, Argentina (Photo: FPN).

Sin embargo, tal como están definidos la mayoría de las veces los problemas a resolver en las zonas costeras, de forma unidisciplinaria y restringidos al escenario local, como los casos de erosión costera, acumulación de desechos en las playas, mortalidad o perturbaciones a la de fauna silvestre, disminución de la pesca, entre otros (Figura 2), no se tiene demasiadas chances de solución en la práctica; y por lo tanto, resultará necesario redefinir los problemas a resolver de forma interdisciplinaria, y en general con enfoques integrados a mayores escalas,

tanto espaciales como temporales.

El enfoque basado en “situaciones o escenarios de riesgo”, aporta a considerar los procesos interactivos que se despliegan en múltiples escalas temporales y espaciales, y brinda una oportunidad para poder visibilizar e intentar superar los desafíos ambientales que resultan de décadas de intervenciones extractivistas.

Muchos de los escenarios costeros de la región, luego de varias décadas de crecimiento económico y demográfico, necesitan de cambios urgentes para poder

sostener los beneficios que el uso de sus recursos ha generado, o prevenir y mitigar los deterioros cada vez más evidentes. En ellos, el logro progresivo de una buena gobernanza ambiental requerirá que los gobiernos locales y regionales, además de

adoptar estos principios de consideración ética para orientar sus decisiones, promuevan su difusión, apropiación y puesta en práctica por parte de la sociedad civil y del sector privado.

Bibliografía

Beck, U. 1998. La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad. Ed. Paidós. Barcelona, 400 pp.

Buxó, M.J. y M. Casado (Eds.). 2005. Riesgo y precaución. Pasos hacia una bioética ambiental. Residencia d'investigadors CSIC. Barcelona, España, 225 pp.

Caille, G., Ochoa, E. y S. Olsen. 2007. Para mejorar la gobernabilidad sobre los cambios en los ecosistemas costeros de Latinoamérica. En P. Tarak y B. Toro (ed.), Ocho caminos para la integración inter-territorial latinoamericana, Fundación AVINA, Bogotá, Colombia, pp. 13-33.

Carman, M. y V. Gonzales. 2016. La fragilidad de las especies: tensiones entre biólogos y pescadores artesanales en torno a la conservación marina. *Etnográfica*, **20** (2): 411-438.

Castro, A. 2018. El desafío de un pensar diferente: pensamiento, sociedad y naturaleza. CLACSO. Buenos Aires, Argentina, 373 pp.

Montenegro, S.M. 2005. La sociología de la sociedad del riesgo: Ulrich Beck y sus críticos. *Rev. Pampa, UNL, Santa Fe, Argentina*, **1** (1): 117-130.

Morin, E. 1977. El Método (Tomo I). La naturaleza de la Naturaleza, 6ta. Edición. Ediciones CátedraEM-UNESCO, París, Francia, 496 pp.

Morin, E. 2008. Introducción al pensamiento complejo. Editorial Gedisa, Buenos Aires, Argentina, 110 pp.

OIT. 2004. Por una globalización justa: Crear oportunidades para todos. Comisión Mundial sobre la Dimensión Social de la Globalización. Organización Internacional del Trabajo, Ginebra, Suiza, 185 pp. Ver: <https://www.ilo.org/public/spanish/wcsdg/docs/report.pdf>

ONU. 1993. Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (CBD). Ver: <https://www.cbd.int/convention/>

ONU. 1994. Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (UNCCD). Ver: <https://www.unccd.int/>

ONU. 2007. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Ver: https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_es.pdf

Pazmiño Montero, A. 2013. Aprendiendo sobre la gobernanza. En Conservación Ahora (publicación electrónica). Oficina Regional para América del Sur de la UICN, Quito, Ecuador, pp. 17-19. Ver: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/Conservacion%20Ahora.pdf>

RIOCCADAPT. 2020. Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos— Informe RIOCCADAPT. J. M. Moreno, C. Laguna-Defior, V. Barros, E. Calvo, J. Buendía, A. Marengo y U. Oswald Spring (ed.), McGraw Hill, Madrid, España, 782 pp. Ver: <http://riocadapt.com/wp-content/uploads/libro-completo.pdf>

Solanas, J. L. 2008. El pensamiento complejo como alternativa al neopositivismo y al posmodernismo en antropología. *Synergies Monde*, 4: 235-243.

UNESCAP. 2014. What is Good Governance? United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Ver: <https://www.unescap.org/resources/what-good-governance>

UNESCO. 2017. Declaration of Ethical Principles in relation to Climate Change. Ver: <https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-technology/ethical-principles#:~:text=Some%20195%20states%20joi>

ned%20a,session%20of%20UNESCO's%20General%20Conference.&text=Other%20ethical%20principles%20identified%20are,equity%20and%20a%20precautionary%20approach

WWAP2-UNESCO-PNUMA. 2006. Capítulo 5: Ecosistemas costeros y de agua dulce. En El agua, una responsabilidad compartida. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (UN-WATER/WWAP/2007/02), 2do. Informe, pp. 159-198. Ver: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000149519>

Naturalia Patagónica

Nueva tecnología para relevar la vegetación y estudiar su biodiversidad en la estepa patagónica

New technology to relieve vegetation and study its biodiversity in the patagonian steppe

María Rosa Klagges^{2*}, Lorena Obregón Streitenberger², José Alejandro Scolaro^{1,2}, Diego Andrés Firmenich³

¹Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Sede Trelew, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, (9100) Trelew, Chubut, Argentina;

²IDEAUS, CCT-CENPAT, CONICET. (9120) Puerto Madryn, Chubut, Argentina;

³Facultad de Ingeniería, Departamento de Informática, Sede Trelew, (DIT), Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, (9100) Trelew, Chubut, Argentina.

mklaggess@cenpat-conicet.gob.ar

Resumen

En las zonas áridas es necesaria una metodología expeditiva para conseguir información relevante sobre la vegetación. El método del punto al paso se utiliza regularmente en la provincia del Chubut y si bien fue diseñado para estimar la disponibilidad forrajera, podría aprovecharse para obtener otras medidas de la complejidad biológica de comunidades vegetales. El propósito de este trabajo consistió en presentar la manera en que el método referido puede utilizarse para obtener información que facilite la estimación de la biodiversidad vegetal en la estepa patagónica. Se ensayó la recolección digital de datos y se desarrolló un sistema informático para su posterior análisis. Se realizaron 400 relevamientos durante los años 2015/2017 en cuatro departamentos del centro-norte de Chubut. Los sitios de muestreo para establecer las transectas fueron distribuidos sistemáticamente cada 8 o 5 km, según la longitud de la ruta provincial. Se elaboraron aplicaciones digitales experimentales, utilizando tecnologías móviles, tecnologías webs y tecnologías de bases de datos. Esto permitió que se consolide una base de datos con 40.000 puntos de información. Se identificaron 172 especies pertenecientes a 41 familias, distribuidas en 10 comunidades vegetales. La comunidad estepa arbustiva de baja cobertura se exhibió un 36,24% más diversa que la comunidad de menor biodiversidad, el matorral halofítico. El método produjo información susceptible de análisis de indicadores biofísicos y de estimaciones de la biodiversidad vegetal. La implementación de nuevas tecnologías proporcionó una mejora en

la disponibilidad, acceso e intercambio de información, sumado a la optimización en los tiempos de la adquisición y análisis de datos.

Palabras Claves: Relevamientos, biodiversidad vegetal, dispositivos móviles.

Abstract

In arid zones, an expeditious methodology is necessary to obtain relevant information on vegetation. The point-by-step method is normally used in the province of Chubut and although it was designed to estimate forage availability, it could be used to obtain other measures of the biological complexity of plant communities. The purpose of this work was to present the way in which the referred method can be used to obtain information that facilitates the estimation of plant biodiversity in the Patagonian step. Digital data collection was tested and a computer system was developed for further analysis. 400 surveys were carried out during the years 2015/2017 in four departments of the center-north of Chubut. The sampling sites to establish the transects were systematically distributed every 8 or 5 km, depending on the length of the provincial route. Experimental digital applications were developed using mobile technologies, web technologies, and database technologies. This allowed a database with 40,000 information points to be consolidated. 172 species belonging to 41 families were identified, distributed in 10 vegetation units. The low cover shrub steppe unit was 36.24% more diverse than the unit with less biodiversity, the halophytic scrub. The method produced information susceptible to analysis of biophysical indicators and estimates of plant biodiversity. The implementation of new technologies provided an improvement in the availability, access and exchange of information, added to the optimization in the times of data acquisition and analysis.

Key Words: Surveys, plant biodiversity, mobile devices.

Introducción

Las estepas y los semidesiertos patagónicos ocupan la mayor parte de las llanuras, mesetas y serranías del extremo sur del continente americano, cubriendo un área superior a los 800.000 km². La estepa patagónica es una ecorregión fundamentalmente de la Argentina, que abarca desde latitud 39° al sudoeste de

Mendoza, oeste de Neuquén y Río Negro, una gran proporción de Chubut y Santa Cruz y el norte de Tierra del Fuego, las islas Malvinas y las islas del Atlántico Sur hasta longitud 55° S. Geológicamente exhibe mesetas escalonadas hacia el este, montañas y colinas erosionadas, dunas, acantilados costeros, playas costeras y los valles de los ríos Chubut, Deseado, Chico,

Santa Cruz y Coyle (León *et al.* 1998; Paruelo *et al.* 2005; Morello *et al.* 2012). En todas las subregiones de la estepa patagónica, la vegetación presenta una gran heterogeneidad tanto fisonómica como florística, albergando una gran variedad de estepas arbustivas y gramíneas. Pueden observarse principalmente matorrales achaparrados adaptados a las condiciones de aridez, bajas temperaturas y fuertes vientos. Muchos arbustos son bajos, espinosos o de hojas reducidas. En menor proporción asoman las estepas herbáceas de pastos xerófilos. Tal multiplicidad refleja las restricciones que imponen las características climáticas y edáficas generándose así endemismos característicos (Paruelo *et al.* 2005; Morello *et al.* 2012; Morrone, 2014; Oyarzabal *et al.* 2018). La importancia de la vegetación radica en que crea un elemento clave en cualquier ecosistema terrestre, ya que ampara a todos los demás componentes de la biodiversidad y genera y mantiene condiciones ambientales propicias para la subsistencia de otras especies biológicas (Perovic *et al.* 2008; Oberhuber *et al.* 2010). Uno de los principales problemas socio ambientales que padece la estepa patagónica es el avance de la desertificación (Del Valle *et al.* 1998). Debido al uso excesivo de los suelos, base

de la explotación extensiva del ganado ovino por más de cien años (Andrade, 2002) y combinado con factores climáticos, se ha observado una reducción tanto en la cobertura vegetal como en la biodiversidad (Mazzonia y Vazquez, 2009). Es así que desde el año 1990, se utilizan indicadores físicos y biológicos que complementan la información proveniente de imágenes satelitales para estimar cuál es el nivel de deterioro (Soriano y Paruelo, 1990; Abraham, 2006; Mazzonia y Vazquez 2009). Conjuntamente, al ser zonas destinadas en un 80% a la producción ganadera, se han desarrollado metodologías que evalúan el estado de las comunidades vegetales de especies exclusivamente forrajeras (Mansilla y Bertolami, 1992; Nakamatsu *et al.* 2013).

Un método objetivo y no destructivo que permite evaluar con facilidad las diferentes comunidades vegetales es el de transectas de punto al paso (Evans y Love, 1957). En Argentina se desarrolló el método de point quadrat modificado (Passera *et al.* 1983). Éste se utiliza en la evaluación de la vegetación y determinación de la receptividad ganadera de ambientes áridos de la provincia de Mendoza donde los arbustos realizan un aporte significativo de forraje (Behr *et al.* 2020)

En las zonas áridas de la provincia de Chubut, al ser tan vastas, se necesitaba una metodología expeditiva para poder conseguir información considerable, de la mejor calidad, al menor tiempo y costo posible. Un método de relevamiento de la vegetación que reúne dichos requisitos es el de punto al paso, que combina los dos métodos mencionados anteriormente y es el que se utiliza regularmente en esta provincia (Elissalde *et al.* 2002). Si bien esta metodología fue diseñada principalmente para estimar la disponibilidad forrajera (Golluscio *et al.* 2009), la información que brinda no se explota en su totalidad. Es así que podría aprovecharse también para obtener medidas de la complejidad biológica de las comunidades a través del índice de Shannon (1949). Este índice, arroja valores que miden la incertidumbre en el resultado de un proceso de muestreo y se puede utilizar para estimar la biodiversidad vegetal (Jost, 2006). Conjuntamente, aún no se disponía de un sistema digital que permita recolectar, analizar y compartir los datos de manera accesible. Fue a partir de las mencionadas limitaciones que, en el año 2015 se ejecutaron experimentos que mostraron la gran optimización del trabajo de campo con el uso de las nuevas tecnologías. Esto significaría un gran estímulo a la hora de realizar relevamientos de la vegetación y

su posterior análisis (Almonacid y Navarro, 2016).

El presente trabajo asume dos objetivos. Por un lado, presenta la manera alternativa en que el método de punto al paso puede utilizarse *a priori* para obtener datos que permitan calcular el índice de Shannon, para luego poder estimar la biodiversidad vegetal de las comunidades vegetales de la estepa patagónica. Por otro, propone la recolección digital de la información adquirida en el área de estudio. Se presentan los resultados obtenidos en las experiencias de aplicación de muestreos llevados a cabo en el centro norte de Chubut.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El área de estudio abarca una fracción de 90.000 km² del centro norte de la provincia de Chubut, desde los 42° S hasta los 44° S. En esta superficie quedan comprendidos los departamentos Telsen, Gastre, Paso de Indios y Mártires (Figura 1) situados en la sub-región central de la ecorregión estepa patagónica y una porción de la sub-región austral de la ecorregión de monte de llanuras y mesetas (Morello *et al.* 2012). La precipitación anual es generalmente inferior a 200 mm y el índice de aridez, relación entre precipitación media anual y evapotranspiración potencial, oscila entre

0.46 y 0.11 (Paruelo *et al.* 1998), lo que clasifica al clima principalmente como árido (Le Houérou, 1996).

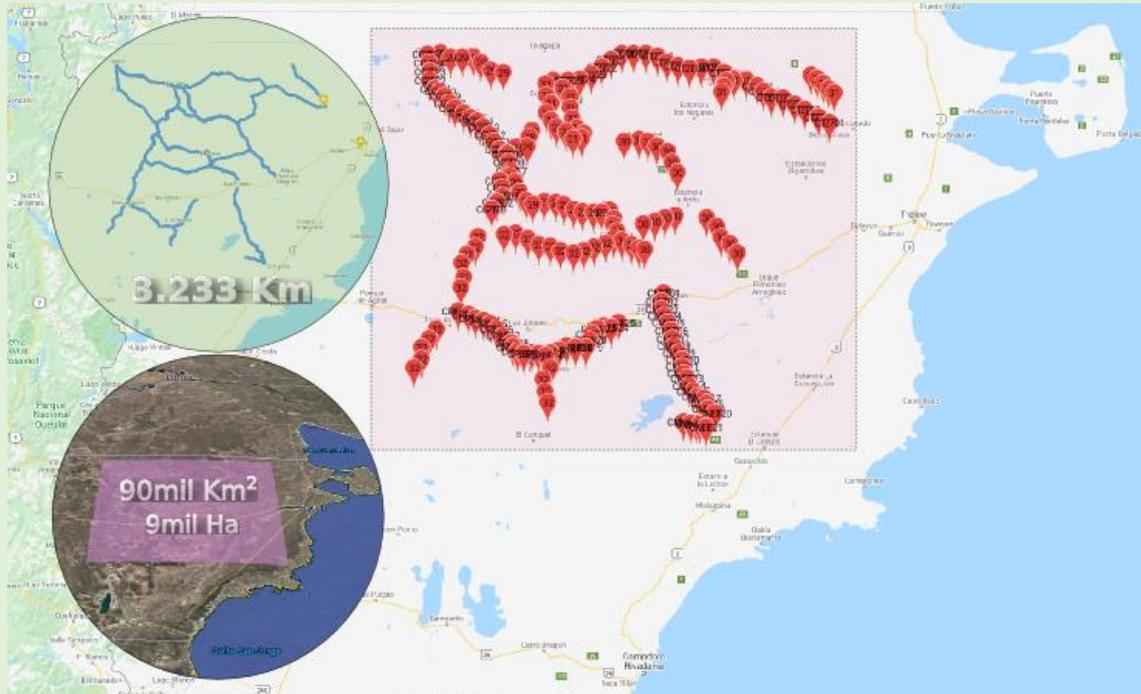


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio. Se muestra la distribución de las transectas y las rutas recorridas.

Figure 1. Geographic location of the study area. The distribution of the transects and the routes traveled is shown.

Muestreo

Se efectuaron relevamientos de la vegetación durante los meses de noviembre y febrero del periodo 2015-2017. Los sitios de muestreo para establecer las transectas fueron distribuidos sistemáticamente cada 8 o 5 km, según la longitud de la ruta provincial. Se escogieron por su homogeneidad florística, fisonómica y ecológica (Roig, 1973) lo que permitió identificar las distintas comunidades vegetales (León *et al.* 1998; Oyarzabal *et al.* 2018). Se

establecieron 200 transectas que se recorrieron en dos ocasiones, dando por resultado la recolección de la información de 400 transectas en total. La ubicación de cada transecta se registró con el GPS (Sistema Global de Posicionamiento) de una tableta digital y el sentido de la marcha se determinó *in situ* para ejecutar el relevamiento dentro de la misma comunidad vegetal. Se utilizó el método de punto al paso (Behr *et al.* 2020) con la discrepancia de que no se hizo la discriminación entre plantas forrajeras y

no forrajeras y fueron relevadas también las plantas efímeras, especies que no son tenidas en cuenta en el método tradicional. En el lugar de inicio de la transecta se seleccionó el sentido de la marcha y se siguió el rumbo en dirección recta con la asistencia de la brújula del dispositivo

(Figura 2). Se estableció una transecta lineal horizontal, dividida en 100 puntos equidistantes y se anotó la cantidad de veces que una aguja metálica contactó con especies vegetales cuando esta se soltó en cada punto. La aguja se clavó en el suelo a la altura de la punta del calzado.

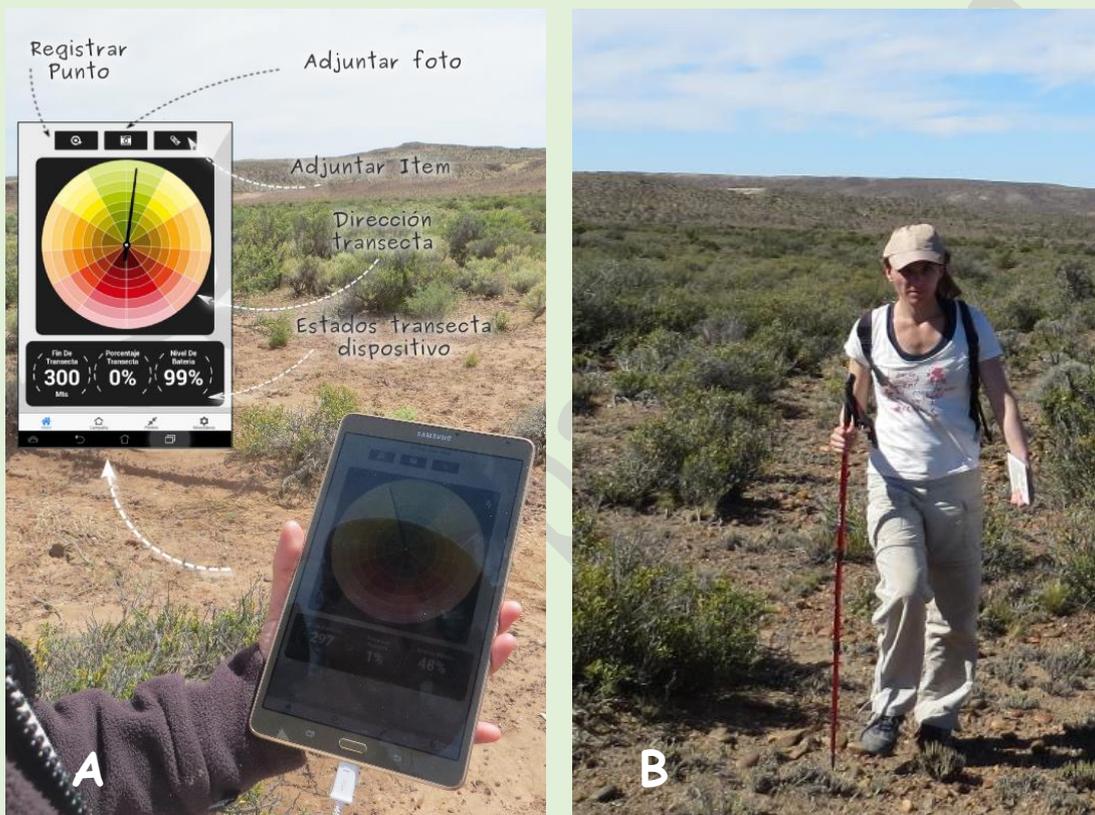


Figura 2. Tableta que muestra la interfaz de la aplicación (A) utilizada durante el relevamiento (B).
Figure 2. Tablet showing the application interface (A) used during the survey (B).

La distancia entre los puntos dependió de la cobertura estimada de la vegetación. En esta instancia del muestreo se sugiere una lectura por cada paso en áreas con coberturas mayores a 65%, cada dos pasos con coberturas entre 45-65% y cada tres pasos con coberturas menores de 45% (Behr *et al.* 2020). El primer punto se

ubicó a 200 metros de los caminos y alambrados, así se evitó que la transecta cayera en zonas con efecto de borde vinculadas a estas fragmentaciones (Fahrig, 2003). Para el registro de los datos se utilizó una tableta digital en la primera visita (Almonacid y Navarro, 2016) y se la combinó con un reloj

inteligente en las posteriores (Pazos y Morales, 2018).

En cada punto de la transecta se presentaron las siguientes posibilidades para cargar la información: contacto directo con una o varias especies vegetales y contacto indirecto. En este último caso, al no contactarse directamente con una planta, se registró primero el estado del suelo (suelo desnudo, material vegetal muerto o broza) y luego la planta más cercana a la aguja hacia adelante en un ángulo de 180°.

Las especies vegetales se identificaron con la Flora Patagónica (Correa 1969-1998) y para la nomenclatura se siguió el Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur del IBODA (www.darwin.edu.ar) que está actualizándose de manera permanente.

Soporte tecnológico

Junto a un equipo de profesionales informáticos y en el marco del proyecto de investigación “Tecnologías móviles y vestibles para la recolección intensiva de Datos” (Departamento de informática, sede Trelew, Facultad de Ingeniería, UNPSJB), se desarrollaron aplicaciones experimentales para dar soporte a la implementación del método descripto. Estas aplicaciones fueron construidas utilizando tecnologías móviles,

tecnologías webs y tecnologías de bases de datos.

Inicialmente, se utilizaron dispositivos móviles para registrar los datos durante las campañas de relevamiento de la vegetación. En una segunda instancia, se descargaron en la base de datos central a través de la aplicación web utilizada desde el explorador de internet del laboratorio.

En las primeras experiencias de transferencia tecnológica, se detectó que la manipulación en la intemperie de la tableta digital generaba riesgos de estropeo, por inclemencias climáticas como los fuertes vientos con polvillo y cenizas en suspensión y, como consecuencia, de pérdida de la información recolectada. Considerando que en una sola jornada laboral de relevamiento suelen realizarse entre siete y quince transectas de 300 metros como máximo, manteniendo el dispositivo en la mano gran parte del tiempo, fue necesario incorporar reformas. Una de estas fue el desarrollo de una nueva aplicación móvil vestible para ser utilizada en un reloj inteligente que trabaja en conjunto con la aplicación móvil original (Almonacid *et al.* 2019). Así, se pudo realizar el relevamiento interactuando con el reloj (Figura 3) llevando en la mochila la tableta digital en la que se fueron resguardando los datos generados durante el recorrido.



Figura 3. Utilización del reloj inteligente durante un relevamiento de la vegetación (A). Interfaz de la aplicación y etapas en las que se cargan los datos (B). Secuencia de imágenes en (B) obtenidas de Pazos y Morales (2018).

Figure 3. Use of the smart watch during a vegetation survey (A). Application interface and stages in which the data is loaded (B). Sequence of images in (B) obtained from Pazos and Morales (2018).

Análisis de la información

Sobre la transecta, la proporción del largo total interceptada por una especie proporciona la medida de la cobertura de esa especie e igualmente indica la proporción del suelo desnudo, entre otras medidas. Es así que, con los datos obtenidos se pudo calcular la cobertura total de vegetación, los atributos del suelo y la cobertura por hábito. Se calculó el índice de diversidad de Shannon (1949):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde p_i es proporción de la i -ésima especie en una comunidad vegetal de S especies. Este índice que deriva de la

teoría de la información resume el grado de entropía que contiene un conjunto de elementos. Puede tomar valores entre 1,5 y 3,5 (Margalef, 1957). Con los números obtenidos a partir del índice de Shannon se estimó la biodiversidad de las especies vegetales mediante números equivalentes de especies (Jost, 2006):

$$D = \exp \left(- \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \right)$$

Se realizaron evaluaciones descriptivas y estadísticas para cada categoría con el paquete de software R versión 4.0.2. Se obtuvieron varios niveles de análisis en función de distintos criterios taxonómicos.

Resultados

Información obtenida de los censos de la vegetación.

La base de datos se consolidó con un total de 40.000 puntos de información. De cada punto se registró el estado del suelo y la especie vegetal correspondiente a ese punto, tanto de toques directos como indirectos. Se identificaron 172 especies

pertenecientes a 41 familias, distribuidas en 10 comunidades vegetales (Figura 4, Tabla I). Las familias dominantes son Asteraceae y Poaceae en un 29,49% y 20,37%, respectivamente.

Se registró una mediana de 65% de suelo desnudo y una mediana de 29,6% de toques directos (Figura 5).

Tabla 1. Cobertura total (C t), Suelo desnudo (S d), Muerto en pie (M p), Broza (B), índice de Shannon (H´) y números equivalentes de especies (D) para cada comunidad vegetal.

Table 1. Total cover (C t), Bare soil (S d), Dead standing (M p), Mulch (B), Shannon index (H´) and equivalent numbers of species (D) for each plant community.

Comunidad vegetal	C t	S d	M p	B	H´	D
Estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	17,5	79,25	3,47	11,08	2,17	8,758284
Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	50,33	46	4,4	7	2,05	7,767901
Matorral halofítico	19,9	76	4,56	13,56	2	7,389056
Estepa arbustiva baja	23,07	72,63	4,71	5,92	2,19	8,935213
Estepa subarbustiva baja cobertura	39,05	55,88	5,15	6,68	2,13	8,414867
Estepa arbustiva de baja cobertura	32,5	63,38	5,5	2	2,45	11,58835
Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i>	20,93	73,99	5,6	8,16	2,16	8,671138
Estepa arbustiva serrana	32,89	61,44	6	4,23	2,12	8,331137
Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	23,11	70,68	6,21	9,58	2,21	9,115716
Estepa arbustivo gramínea	39,24	51,78	9,08	3,29	2,08	8,004469

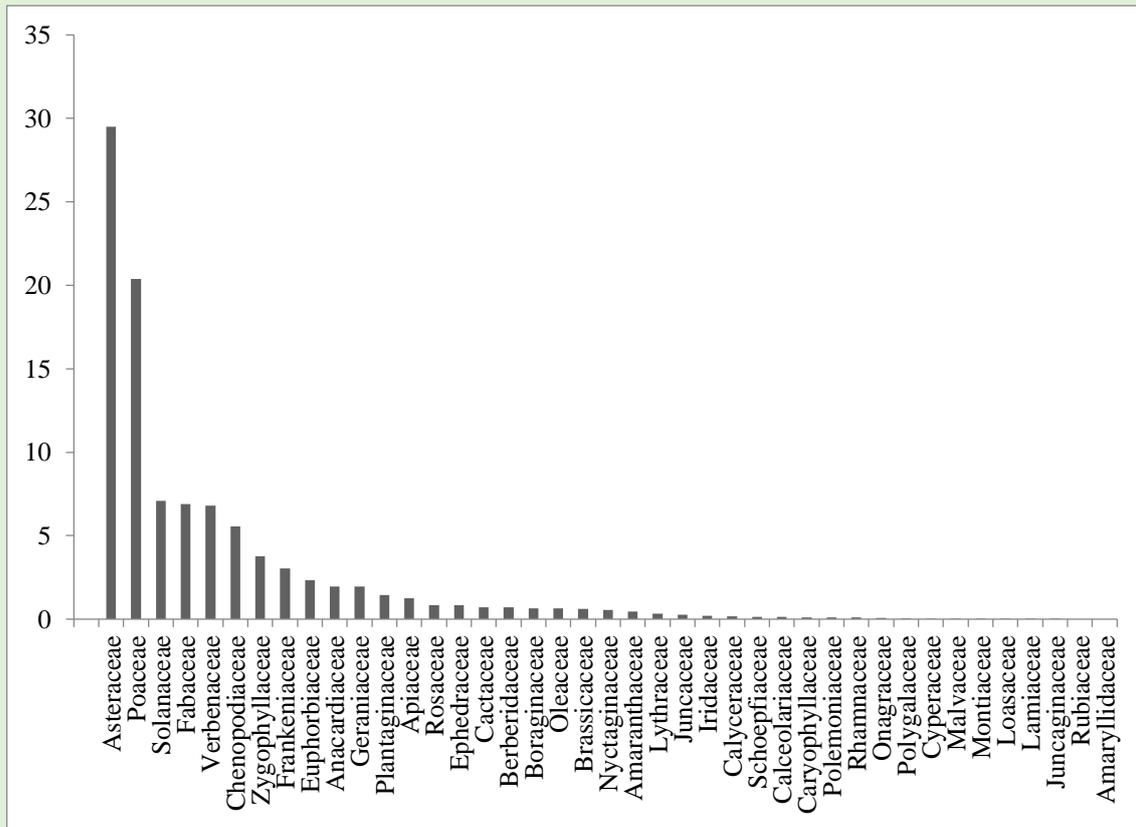


Figura 4. Porcentajes de las familias determinadas para el área de estudio.
Figure 4. Percentages of the families determined for the study area.

La comunidad vegetal que mostró en promedio una mayor proporción de suelo desnudo y una menor proporción de cobertura total fue la estepa arbustiva con *Frankenia patagónica* Speg. Mientras que la estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima* Gillies & Hook. arrojó valores diferentes, esto es, una menor proporción de suelo desnudo y una mayor proporción de cobertura total (Tabla I).

Respecto a la cobertura por hábito, concerniente al aspecto general y forma de crecimiento de las plantas (Font Quer *et al.* 1977) se observó un mayor porcentaje de plantas con hábito arbustivo (61,95%) y una menor proporción tanto de plantas con hábito suculento, representadas en este estudio por especies de la familia Cactaceae (0,81%), como de plantas del tipo arbolito (0,01%) representadas por *Ephedra ochreatea* Miers (Figura 6).

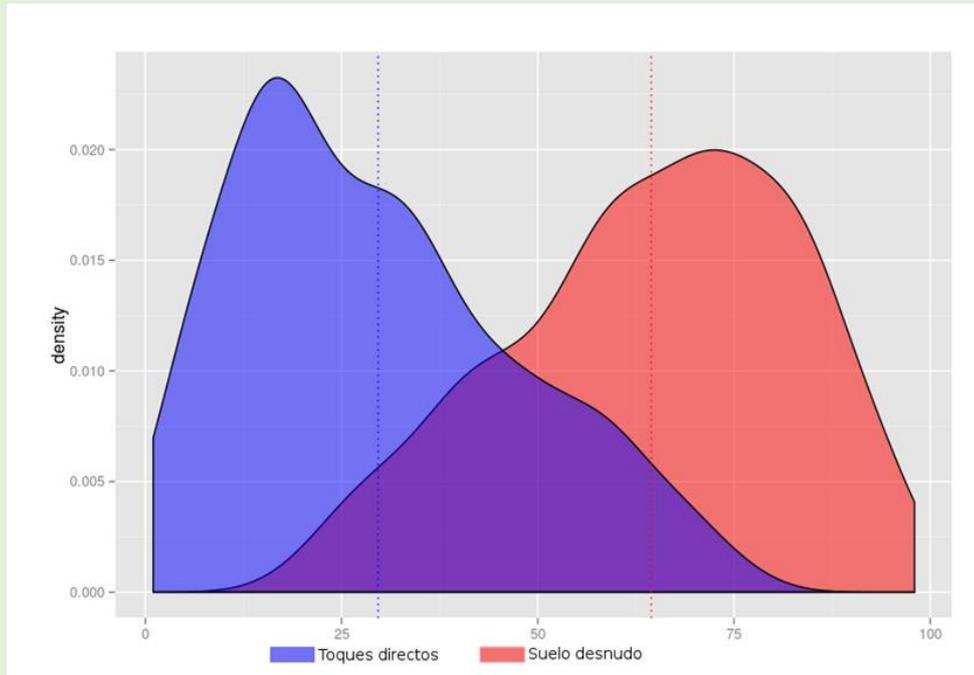


Figura 5. Gráfico de densidad de toques directos y suelo desnudo para la zona de estudio.
Figure 5. Graph of density of direct touches and bare soil for the study area.

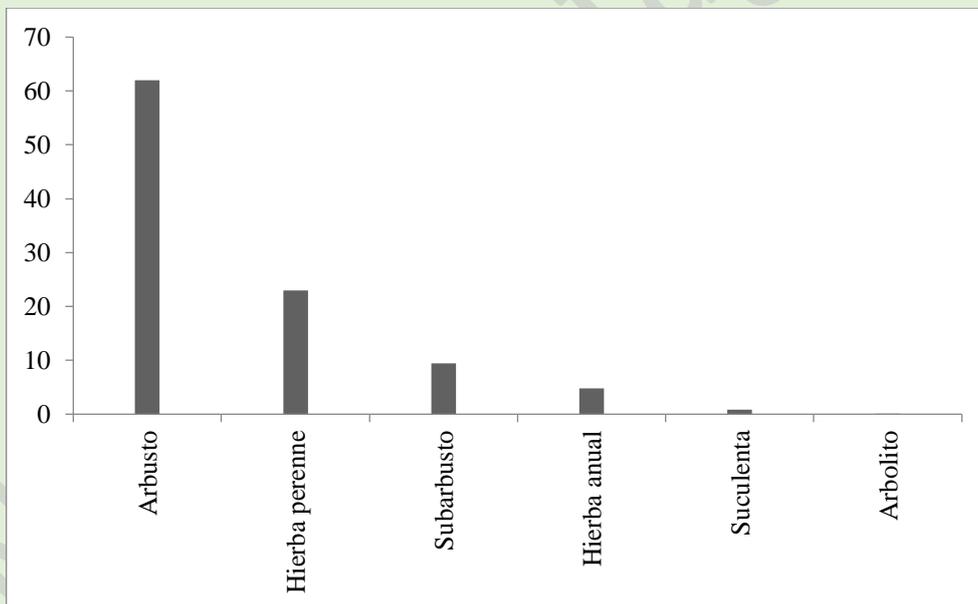


Figura 6. Porcentajes de la cobertura por hábito para el área de estudio.
Figure 6. Percentages of coverage by habit for the study area.

La comunidad con una mayor proporción de broza fue el matorral halofítico y la de menor porcentaje fue la estepa arbustiva de baja cobertura. Mientras que, al considerar el material vegetal muerto, fue mayor en la estepa arbustivo graminosa y

menor en la estepa arbustiva con *Frankenia patagonica*.

Uno de los elementos que componen la biodiversidad vegetal es el número o riqueza de especies. Se realizaron curvas de acumulación para determinar si el

número de especies estaba siendo correctamente evaluado. Las curvas exponen el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestro en el área. Esto significa que la riqueza aumentará hasta llegar un momento en el que el número de especies se estabilizará en una asíntota, lo

cual corresponde teóricamente al número total de especies que se pueden encontrar en la zona de estudio (Moreno, 2000; Martella *et al.* 2012). En todas las comunidades vegetales recorridas, se alcanzó la estabilización en una asíntota en el punto 90 de cada transecta (Figura 7).

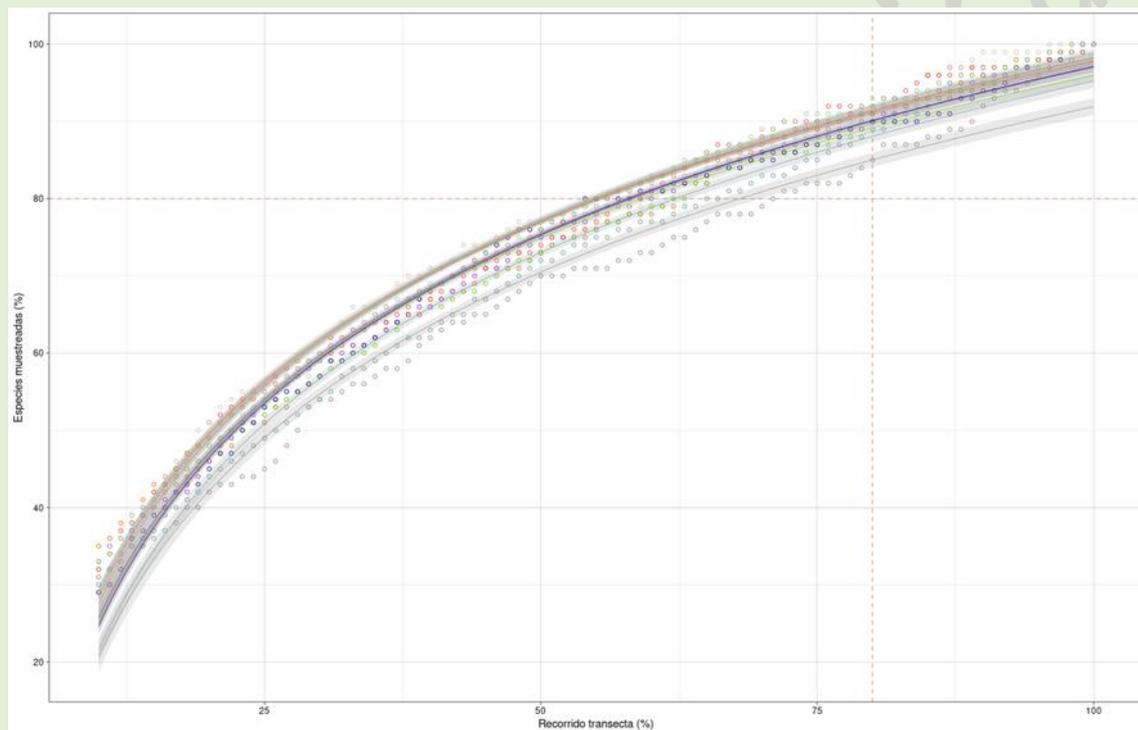


Figura 7. Número de especies acumuladas en función del recorrido de la transecta para cada comunidad vegetal del área de estudio.

Figure 7. Number of accumulated species as a function of the transect path for each plant community in the study area.

El índice de diversidad Shannon, arrojó valores similares para cada comunidad vegetal (Tabla I). Al convertir estos valores a sus números equivalentes de especies (D) se observó que la comunidad estepa arbustiva de baja cobertura es un 36,24% más diversa que el matorral

halofítico (i.e., $100 \times (11,59 - 7,39)/11,59$).

Registro digital.

Con el soporte informático se logró una productividad promedio de 10 transectas por día. El tiempo invertido para recorrer cada una de las transectas mostró un

promedio de 56 minutos con las primeras versiones del ambiente computacional y un promedio de 33 minutos al siguiente año con las técnicas introducidas (Almonacid *et al.* 2019). Esto permitió el ahorro de un promedio de 23 minutos por transecta. Se eliminaron los errores que se hubiesen generado si se registraban los datos en 400 planillas de papel y luego se los trasladaba a planillas de cálculo. Asimismo, se economizó el tiempo que se hubiese destinado para tal fin. Los datos registrados con los dispositivos móviles fueron descargados en la base de datos de la computadora utilizada para realizar los análisis posteriores. Esto implicó que para obtener un conocimiento preliminar de las

características vegetales de la zona de estudio solo hubo que aguardar a terminar la campaña de relevamiento (Figura 8).

La implementación de dispositivos móviles significó además una reducción en la utilización de materiales al momento de realizar las transectas. Ya no hubo que portar las planillas de papel junto con la brújula y el GPS debido a que, tanto la tableta como el reloj simplificaron estas tres herramientas en una sola. Con el uso de la tableta incluso, pudo reemplazarse la cámara de fotos, aumentando así la conveniencia de este dispositivo móvil que mejoró además, la maniobrabilidad de las tareas de campo.

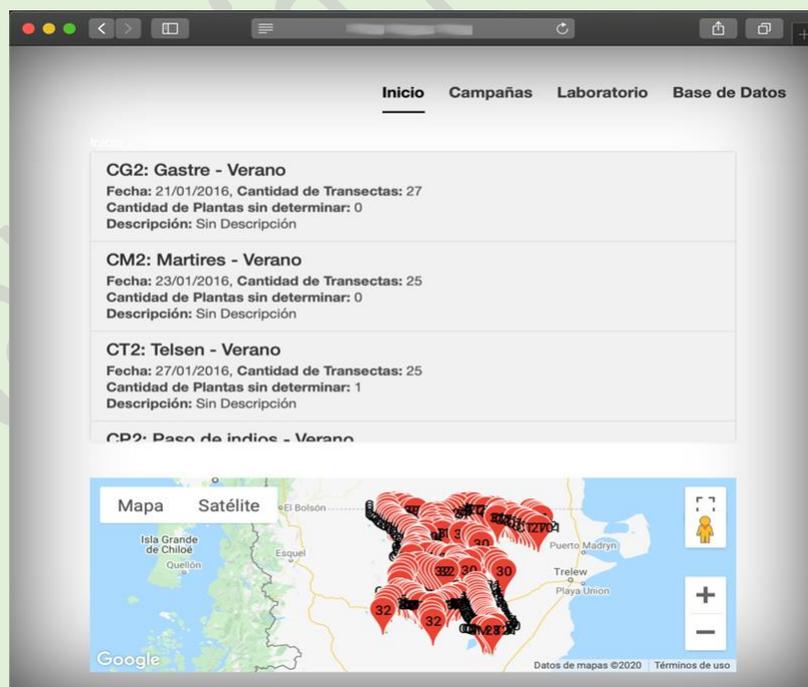


Figura 8. Base de datos conseguida luego de la descarga de los datos obtenidos con los dispositivos móviles.

Figure 8. Database obtained after downloading the data obtained with mobile devices.

Discusión y Conclusiones

El objetivo de este trabajo fue presentar la manera en que un método tradicional para medir la cobertura forrajera, puede utilizarse también para obtener datos que permitan calcular el índice de diversidad de Shannon, con el fin de aportar una alternativa para la estimación de la biodiversidad vegetal en la estepa patagónica. Asimismo, dado que es engorroso analizar y pasar los innumerables datos obtenidos en planillas de papel, se propuso la recolección digital de la información mediante aplicaciones web desarrolladas para tal fin.

El aporte fundamental de este trabajo radica en exponer cómo un método rápido y sencillo produjo información susceptible de análisis de parámetros ecológicos y de estimaciones de la biodiversidad vegetal (Halloy *et al.* 2011). Los resultados obtenidos del índice de diversidad de Shannon para todas las comunidades vegetales fueron bajos y en un rango del 2 al 2,45, tal cual era lo esperado para zonas semiáridas como las del presente caso de estudio (Magurran, 1988). Observando el número equivalente de especies, se pudo constatar que la comunidad de mayor diversidad fue la estepa arbustiva de baja cobertura en un porcentaje mucho mayor que si se hubiesen comparado solamente los valores de los índices de Shannon. Mientras que la comunidad matorral

halofítico fue la que alcanzó los valores más bajos, pues se trata de una comunidad ubicada en suelos salinos y arcillosos (Oyarzabal *et al.* 2018). Analizando la diversidad real, mediante el número equivalente de especies, se obtiene un cotejo mucho más informativo, que no tiene relación con la significancia que otorgaría un contraste estadístico mediante la prueba t de Student para índices de Shannon (Zar, 1999; Jost, 2012).

En cuanto al resto de los parámetros ecológicos analizados, se pudo comprobar que existe un deterioro en los indicadores biofísicos de la zona de estudio, con coberturas vegetales que no superan el 50% y un porcentaje elevado de suelo desnudo, superior al 70% (Del Valle *et al.* 1998). También se evidencia que las familias Asteraceae y Poaceae, son las que mejor están representadas en la Patagonia austral (Bremer, 1994; Biganzoli y Zuloaga, 2015).

En resumen, los resultados demuestran que el método de punto al paso posee la ventaja de precisar la cobertura vegetal de modo más objetivo que la evaluación que proponen los inventarios del tipo Braun Blanquet, que dependen de la experticia de quien realice el relevamiento (Tomaselli *et al.* 1992).

Por otro lado, la información recolectada con los dispositivos móviles y luego

descargada al sistema desarrollado para este tipo de estudios, facilitó el poder contar con los datos de un modo ordenado, inteligible y de rápido acceso. Esta forma de realizar los relevamientos permitió efectuar consultas relativas a los parámetros ecológicos de manera automática y se disminuyeron los tiempos que antes se invertían en ejecutar otras tareas. Otro de los tiempos que se optimizaron fueron los vinculados a la realización de la segunda visita de relevamiento. Esto se debe a que, inicialmente se generó una base de datos que en las posteriores visitas fue reutilizada y que además permitió la generación de nuevos elementos de información.

En base a lo expuesto, el análisis de estos resultados pone de manifiesto la forma en que el método de punto al paso puede utilizarse sin mayores complejidades para poder estimar la biodiversidad vegetal de comunidades vegetales de la estepa patagónica. Los métodos de puntos son aplicados frecuentemente para determinar la cobertura vegetal y el porcentaje de suelo desnudo en relevamientos donde la vegetación es baja y los arbustos no superan los 3 m de altura (Elzinga y Salzer, 1998; Oliva *et al.* 2019).

Considerando el producto informático, cobra relevancia el impacto positivo de las aplicaciones en las experiencias de uso. Si

bien estas experiencias ya fueron documentadas (Almonacid *et al.* 2019), aquí interesa mencionar que las innovaciones fueron el corolario de un estudio y una experimentación que facilitaron posteriormente su utilización en un escenario real de explotación. En este contexto, fue posible desarrollar muestreos más precisos, ya que se eliminaron los errores vinculados al pasaje de datos desde planillas de papel a planillas de cálculo. A menor cantidad de errores, los valores de la población de estudio son más cercanos a los valores reales, *ergo*, los muestreos menos equívocos (Vivanco, 2005).

Los dispositivos móviles cuentan con características ideales para el dominio en cuestión, sin embargo aún presentan limitaciones que pueden ser potencialmente determinantes de su uso exhaustivo en el trabajo de campo *e.g.* la duración de la batería, el nivel de brillo de la pantalla durante el mediodía, que dificulta la visibilidad de la aplicación, la fragilidad del aparato ante las caídas o las condiciones climáticas como la lluvia y los fuertes vientos. Sin embargo, algunos de estos inconvenientes, como la duración de la batería, pueden ser subsanados con la adquisición de cargadores inalámbricos. Por último, la implementación de nuevas tecnologías para el relevamiento vegetal, proporcionó una mejora en la

disponibilidad, acceso e intercambio de la información, sumado a la optimización en

los tiempos de la adquisición y análisis de datos.

Agradecimientos

A los colegas del proyecto de investigación “Tecnologías móviles y vestibles para la recolección intensiva de Datos” del Departamento de Informática

de la sede Trelew de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) y a Emilio por su paciente colaboración en el desarrollo de las campañas.

Bibliografía

ABRAHAM, E. 2006. Desertificaciones: Bases conceptuales y metodológicas para planificación y gestión. Aportes a la toma de decisión. *Zon. Ári.*, 7(1): 18-67.

ALMONACID, S., KLAGGES, M. R., NAVARRO, P., MORALES, L., PUIGBÓ, A. C. y D. FIRMENICH. 2019. Mobile and wearable computing in Patagonian wilderness. In *Conference on Cloud Computing and Big Data*, 137-154.

ALMONACID, S y NAVARRO, P. 2016. Aplicaciones móviles multiplataforma sensibles al contexto: una aplicación científica para el relevamiento florístico. XIX Con. *Trab. Estud. (EST)-JAIIO* 45:50-70.

ANDRADE, L. 2002. Territorio y ganadería en la Patagonia Argentina: desertificación y rentabilidad en la meseta central de Santa Cruz. *Econ. Soc. y Terri.*, 12: 675-706.

BEHR, S., BOTTARO, H., BUDUBA, C., BUONO, G., CESA, A., CIARI, G., y VILLA, M. 2020. Métodos de evaluación de Pastizales en Patagonia Sur. Ediciones INTA. Bs.As. 288 pp.

CORREA M. 1969-1998. Flora Patagónica. INTA, Buenos Aires. 7 volúmenes.

BIGANZOLI, F. y ZULOAGA, F. 2015. Análisis de diversidad de la familia Poaceae en la región

austral de América del Sur. *Rodri.*, 66 (2): 337-351.

BREMER, K. 1994. Asteraceae. Cladistics and classification. Timber Press. Portland. 752 pp.

DEL VALLE, H., ELISSALDE, N., GAGLIARDINI, D., y J. MILOVICH. 1998. Status of desertification in the Patagonian region: Assessment and mapping from satellite Imagery. *Ari. Soil Res. and Reha.* 12 (2): 95-121.

ELISSALDE, N., ESCOBAR, J. y V. NAKAMATSU. 2002. Inventario y evaluación de pastizales naturales de la zona árida y semiarida de la Patagonia. PAN-SDSyPA-INTAGTZ. Trelew. 41 pp.

EVANS, R. y LOVE, R. 1957. The step-point method of sampling a practical tool in range. *Jour. Range Mangt.* 10 (5): 208-12.

ELZINGA, C., y SALZER, D. 1998. Measuring y monitoring plant populations. Bureau of Land Management. Denver. 478 pp.

FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Ann. rev. ecol., evol., syst.* 34 (1): 487-515.

FONT QUER, P., ANTUNES, J., DE BOLÓS, O., DEL CAÑIZO, J., GUINEA, E., HOMEDES, J. y J. VILA. 1977. Diccionario de botánica. Labor. Barcelona. 1244 pp.

GOLLUSCIO, R., BOTTARO, H., RODANO, D., GARBULSKY, M., BOBADILLA, S., BURATOVICH, O. y M. VILLA. 2009.

- Divergencias en la estimación de receptividad ganadera en el noroeste de la Patagonia: diferencias conceptuales y consecuencias prácticas. *Eco. Aus.* **19** (1): 3-18.
- HALLOY, S., IBÁÑEZ, M. y K. YAGER. 2011. Puntos y áreas flexibles (PAF) para inventarios rápidos del estado de biodiversidad. *Eco. Bol.* **46** (1): 46-56.
- JOST, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, **113** (2), 363-375.
- JOST, L. y GONZÁLEZ, O. 2012. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Act. zoo. li.*, **56** (1): 3-14.
- LE HOUÉROU, H. 1996. Climate change, drought and desertification. *Jour. Arid Env.*, **34** (2): 133-85.
- LEÓN, ROLANDO J., BRAN, D., COLLANTES, M. y J. PARUELO. 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Eco. Aus.* 125-44.
- MAGURRAN, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton university press. 192 pp.
- MANSILLA, A. y BERTOLAMI, M. 1992. Evaluación de pastizales en Patagonia: Metodología y experiencia de aplicación en un establecimiento de Chubut. *Multe.*, 1: 53-63.
- MARGALEF, R. 1957. La teoría de la information en ecología. *Mem. de la r. acad. cien. art. Bar.*, 32: 373-449.
- MARTELLA, M., TRUMPER, E., BELLIS, RENISON, D., GIORDANO, P., BAZZANO, G. y R. GLEISER. 2012. Manual de ecología evaluación de la biodiversidad esfuerzo de muestreo. *Red. Ser. Ecol.* **5** (1): 71-115.
- MAZZONIA, E. y VAZQUEZ, M. 2009. Desertification in Patagonia. *Dev. Earth Surf. Proc.* **13**(C):351-77.
- MORELLO, J., MATTEUCCI, D., RODRIGUEZ, A. y M. SILVA. 2012. Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora. Bs As. 752 pp.
- MORENO, C. 2000. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y tesis SEA. Sociedad Entomológica Aragonesa. Madrid. 80 pp.
- MORRONE, J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical Region. *Zoo.* **3782** (1): 1-110.
- NAKAMATSU, V., ELISSALDE, N., BUONO, G., ESCOBAR, J., BEHR, S. y M. VILLA. 2013. Disponibilidad de forraje para el ganado ovino en pastizales naturales de la zona árida y semiárida del Chubut. INTA. Trelew. 16 pp.
- OBERHUBER, T., LOMAS, P., DUCH, G. y M. GONZÁLEZ. 2010. El papel de la biodiversidad. *Asse.* **16** (1): 1-36.
- OLIVA, G., BRAN, D., GAITÁN, J., FERRANTE, D., MASSARA, V., GARCÍA MARTÍNEZ, G., ADEMA, E., ENRIQUE, M., DOMÍNGUEZ, E., y P. PAREDES. 2019. Monitoring drylands: The MARAS system. *Jour. Ar. Enviro.* **161**: 55-63.
- OYARZABAL, M., CLAVIJO, J., OAKLEY, L., BIGANZOLI, F., TOGNETTI, P., BARBERIS, I., MATURO, H., ARAGÓN, R., CAMPANELLO, P., PRADO, D., OESTERHELD, M., y R. LEÓN. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Eco. Aus.* **28** (1): 40-63.
- PARUELO, J., BELTRAN, A., JOBBAGY, E., SALA, O. y R. GOLLUSCIO. 1998. The climate of Patagonia: general patterns and controls on biotic processes. *Eco. Aus.* **8** (2): 85-101.
- PARUELO, J., GOLLUSCIO, R., JOBBÁGY, E., CANEVARI, M. y M. AGUIAR. 2005. Situación ambiental en la estepa patagónica. *La Sit. Amb. Arg.* 302-320.
- PASSERA, C., DALMASSO, A. y BORSETTO, O. 1983. Método de point quadrat modificado. *Taller de Arb. Forra. para Zon. Ári y Semiá.* **2**: 71-79.
- PAZOS, B., y MORALES, L. 2018. Computación

corporal: Expansión de la sensibilidad computacional hacia mejores experiencias de usuario. XXI Con. Trab. Estud. (EST)-JAIIO 47: 16-36.

PEROVIC, P., TRUCCO, C., TÁLAMO, A., QUIROGA, V., RAMALLO, D., LACCI, A., BAUNGARDNER, A. y F. MOHR. 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad. APN/GEF/BIRF. Salta. 74 pp.

ROIG, F. 1973. El cuadro fitosociológico en el

estudio de la vegetación. *Des.* 4, 45-67.

SHANNON, C. 1949. Communication theory of secrecy systems. *The Bell sys. tech. jour.* **28** (4): 656-715.

SORIANO, A. y PARUELO, S. 1990. El pastoreo ovino: principios ecológicos para el manejo de los campos. *C. Hoy.* **2** (7): 44-53.

VIVANCO, M. 2005. Muestreo estadístico. Diseño y aplicaciones. Editorial universitaria. Santiago de Chile. 207 pp.

Naturalia Patagónica

Asociaciones de especies vegetales halófitas de mallines con indicadores fisicoquímicos en Distrito Fitogeográfico Golfo San Jorge (Patagonia - Argentina).

Associations of halophyte plant species from mallines with physicochemical indicators in the Golfo San Jorge Phytogeographic District (Patagonia -Argentina).

María G. Mendos^{1*}; Adriana del L. Mangani²& Maximiliano G. Días

¹Dpto de Biología y Ambiente, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. ² Dpto de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. María G. Mendos: unpsjbsua2020@gmail.com; Adriana del L. Mangani: amangani@unpata.edu.ar; Maximiliano G. Días: maximiliano.dias@gmail.com

Resumen

Los mallines tienen una importancia ecológica y productiva muy grande en relación a la estepa. Por lo tanto, estos ambientes están sometidos a altas presiones de pastoreo que modifican las condiciones fisicoquímicas del suelo y conducen a cambios en la composición florística. El objetivo del presente trabajo fue relacionar los indicadores físicos, conductividad eléctrica y químicos, pH, materia orgánica, humedad y carbonatos de los suelos de mallines con la presencia de especies vegetales. Las especies seleccionadas fueron halladas en suelos con pH alcalino, con moderado contenido de carbonatos, conductividad eléctrica y materia orgánica. Por medio de análisis multivariados se observaron tres asociaciones vegetales que relacionan las variables ambientales, la primera asociación está compuesta por *Lycium repens*, *Nitrophila australis* con humedad, materia orgánica y carbonatos, la segunda por *Distichlis scoparia*, *Triglochin concinna* y CE, pH y carbonatos y la última por *Puccinellia glaucescens* y *Boopis anthemoides*. Así, las asociaciones de las especies vegetales sirven como indicadores visuales de las condiciones fisicoquímicas de los suelos de los mallines del Distrito Fitogeográfico Golfo San Jorge.

Palabras clave: humedales, suelos, erosión hídrica, erosión eólica.

Abstract

Mallines have a very great ecological and productive importance in relation to the steppe. So these environments were subjected to high grazing pressures that modify the physicochemical conditions of the soil that lead to changes in the floristic composition. The objective of the present work was to relate the physical indicators, electrical and chemical conductivity, pH, organic material, humidity and carbonates of mallines soils with the presence of plant species. The selected species were found in soils with alkaline pH, with moderate carbonate content, electrical conductivity and organic material. Through multivariate analysis, three associations were observed that relate the environmental variables, the first association is composed of *Lycium repens* - *Nitrophila australis* and humidity and organic material, the second by *Distichlis scoparia* - *Triglochin concinna* and CE -pH and the last by *Puccinellia glaucescens* and *Boopis anthemoides*. In that way, the associations of plant species serve as visual indicators of the physicochemical conditions of the mallines of the Golfo San Jorge Phytogeographic District.

Key words: wetlands, soils, water erosion, wind erosion.

Introducción

A escala mundial los humedales son ecosistemas que dependen de las inundaciones someras o condiciones de saturación de la superficie (Mistch y Gosselink, 2015). En estos ambientes, el régimen hidrológico, climático y la posición topográfica determinan las características estructurales y funcionales, responsables de los innumerables bienes y servicios que proveen a la sociedad (Brinson, 1993, Kandus *et al.*, 2011).

En Patagonia existen varios tipos de humedales, entre los que se encuentran los mallines, los cuales se destacan por

ser formaciones diferenciadas de las áreas circundantes por el tipo de suelo altamente orgánico y una vegetación característica, debido al aporte de agua superficial o subterránea (Horne, 2010). Presentan una productividad muy alta al compararla con la estepa circundante (2000 kg MS/Ha/año), con valores que llegan a 7000 kg MS/Ha/año (Laterra *et al.*, 2017; Castro *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2019; Tian *et al.*, 2020; Ultrilla *et al.*, 2020).

La elevada productividad, lleva a altas presiones de pastoreo y altera físicamente la estructura y dinámica de funcionamiento con distintos grados de

deterioro (Suarez *et al.*, 2010; Ultrilla *et al.*, 2020). La disminución de la cobertura vegetal aumenta la tasa de evaporación del agua del suelo, lo que produce el ascenso del agua por capilaridad y acumulación de sales en superficie (Mazzoni y Rabassa, 2013). Además, la compactación del suelo por pisoteo, incrementa la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica (Suárez y Utrilla, 2007; Ormachea *et al.*, 2010) y altera el régimen hidrológico produciendo la acumulación de material fino en la periferia del mallín, con la aparición de especies xéricas de la estepa (Gandullo *et al.*, 2011).

Existe una variabilidad interna dentro del mallín, que se debe al contenido de agua, suelo, vegetación, geofoma (Mazzoni y Rabassa 2013; Vargas 2017) y unidad geológica (Andreazzini *et al.* 2020). Asimismo, el tipo de uso del mallín modifica la composición interna (Alhassan *et al.*, 2018; Panday *et al.*, 2019). En general, existe un gradiente de humedad desde el centro hacia la periferia del mallín, que genera una composición característica en cada zona (Castro *et al.*, 2018, Domínguez Díaz y Ivelic Sáez, 2020; Qi *et al.*, 2021).

Las relaciones entre las variables fisicoquímicas de los suelos y la vegetación fueron estudiadas en mallines

de diferentes partes del mundo (Wazir *et al.*, 2008; Castro *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2019). En Patagonia existen pocos estudios sobre las relaciones entre el suelo y la vegetación desarrollados principalmente en el noreste y sur. La especie *Triglochin concinna* fue identificada por Gandullo (2004) en comunidades de *Distichlis scoparia* y *Nitrophila australis* en suelos de textura fina, pH básico y conductividad eléctrica alta. Por su parte, Méndez *et al.* (2006) reconocieron a *Triglochin palustris* en mallines salinos del Parque Provincial Aconcagua (Mendoza) y Gaitán *et al.* (2011) encontraron comunidades *Distichlis scoparia*, *Nitrophila australis* y *Lycium repens* en zonas periféricas de los mallines con valores de conductividad eléctrica medios y pH básicos en el norte de Patagonia. Asimismo, en Neuquén Gandullo *et al.* (2011) y Ocampo *et al.* (2011) describen la presencia de la especie *Boopis gracilis* en comunidades mesofítica/halofíticas en sitios con signos de erosión, en estados transicionales provenientes de comunidades hidrofítica de *Juncus lesueurii* y Gandullo y Schmid (2001) reconocen en Copahue (Neuquén) a *Gamocarpha gramínea* (ex *Boopis gramínea*) en mallines con agua temporaria y estacional. Varios autores reconocen a la especie *Puccinellia*

glaucescens en ambientes salinos donde fluctúa el nivel freático (Conticello *et al.*, 2008; Gandullo *et al.*, 2013; Jocou y Gandullo, 2020). Las especies del género *Distichlis* son indicadoras de suelos salinos (Conticello *et al.*, 2008; Bonvissuto *et al.*, 2008; Gandullo *et al.*, 2011) ya que presentan adaptaciones como profundos rizomas y glándulas de sal, pero también son forrajeras importantes que representan el 30 % de la dieta de herbívoros de Patagonia (Pelliza *et al.*, 2005).

Cuassolo y Villanueva (2019) afirman que se puede utilizar a las especies endémicas como indicadoras de calidad ambiental de estos ecosistemas, mientras que otros autores utilizan la proporción de especies exóticas o tolerantes a la salinidad (Suarez *et al.*, 2010; Ormachea *et al.*, 2010; Ultrilla *et al.*, 2020). Aunque también se han utilizado los indicadores fisicoquímicos del suelo para determinar el estado o condición de la comunidad vegetal (Gandullo *et al.*, 2011; Fu *et al.*, 2013; Usowicz y Lipiec, 2017; Alhassan *et al.*, 2018; Ciarlo *et al.*, 2020). Peng *et al.*, (2020) en comunidades vegetales de mallines alpinos determinaron que el pH, NH₄ y C/N, fueron las variables más importantes responsables de la variación de la composición de las comunidades vegetales. Asimismo, Squeo *et al.*, (2006)

encontraron que las diferencias en la calidad química del agua-suelo pueden afectar la presencia y abundancia de las especies en los mallines de Chile. Allí, *Deschampsia cespitosa* forma comunidades monoespecíficas en aguas con pH cercano a 4, pero puede estar presente como especie codominante a pH neutros.

Entre las variables más utilizadas como indicadores físico químicos del suelo, se encuentra la materia orgánica, por reflejar la calidad de suelo (Quiroga y Bono, 2012) y condicionar otras propiedades fisicoquímicas. El pH, es importantes ya que regula los procesos internos del suelo y se encuentra relacionado con la concentración de carbonatos (Bouza *et al.*, 2012) y la conductividad eléctrica, refleja la concentración de sales, la cual puede inhibir el desarrollo de algunas especies vegetales con alto valor forrajero. Por su parte, la humedad juega un papel importante en la composición florística de los mallines (Castiglioni, 2019; Qi *et al.*, 2021) y descomposición de la materia orgánica.

Si bien, algunos autores identificaron las principales especies de los mallines del Distrito Fitogeográfico Golfo San Jorge (Soriano, 1956; Bertiller *et al.*, 1981; Bueno, 1992), no existen datos de las relaciones entre estas y las variables

fisicoquímicas del suelo. Así, la identificación de las especies vegetales permitiría establecer relaciones con las propiedades del suelo y predecir la tendencia sucesional de la comunidad.

La hipótesis del trabajo fue que existen asociaciones entre las especies vegetales y variables fisicoquímicas del suelo las cuales permiten detectar cambios en los mallines que conducen a estados de degradación moderados. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue relacionar los indicadores físicos (conductividad eléctrica) y químicos (pH, materia orgánica, humedad, carbonatos) de los suelos de mallines con la presencia de las especies vegetales halófitas.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El Distrito Fitogeográfico Golfo San Jorge (DFGSJ) (Soriano, 1956) cubre una faja costera desde el sudoeste de la provincia de Chubut hasta el norte de Santa Cruz, donde la vegetación se caracteriza por dos fisonomías principales, en las laderas de las mesetas se encuentran las estepas arbustivas altas dominadas por *Colliguaja intergerrima* y en las áreas planas y elevadas de las mesetas dominan estepas graminoso-arbustivas de *Festuca pallescens*, *F. argentina* y *Pappostipa speciosa* (León et

al., 1998; Oyarzabal *et al.*, 2018). En esta región, los mallines se ubican principalmente en los fondos de valles, originados por depósitos aluviales coluviales sobre la unidad geomorfológica denominada relieve estructural disectado (Sciutto, 2008). Desde el punto de vista climático, las lluvias están concentradas en la época invernal, la media pluviométrica anual es 245 mm/año determinándose, según el Índice de aridez, un clima semiárido para la región costera (Paruelo *et al.*, 1998) con una temperatura media es de 13,07 °C (Figura 1). Actualmente en el área de estudio se desarrolla la actividad ganadera ovina extensiva. Según el enfoque hidrogeomorfológicos los mallines del área de estudio se clasifican dentro de la clase depresional o de pendiente siendo los principales bienes y servicios la provisión de agua y forraje (Kandus *et al.*, 2011). Los mismos fueron categorizados en la condición buena, según Bonvissuto *et al.* (2008) y presentan tres zonas, según el gradiente hídrico, zona húmeda, subhúmeda y seca. Las muestras corresponden a las zonas subhúmedas. En invierno se desarrolla un cauce central de agua, de ancho variable según las precipitaciones. En la zona húmeda las principales especies vegetales son hidrófitas como *Juncus balticus* var.

mexicanicus (Willd. ex Roem. & Schult.) Snogerup, *Eleocharis pseudoalbibracteata* S. González & Guagl., *Hordeum comosum* J. Presl. y *Poa pratensis* L., en la zona subhúmeda dominan *Juncus balticus* var. *mexicanus*, *Hordeum comosum*, *Taraxacum officinale* G. Weber ex F.H. Wigg y *Carex subantarctica* Speng. Además en esta zona se observan parches de otras especies

como *Boopis* sp, *Nitrophila australis*, *Lycium repens*, *Puccinellia mendozina* y *Triglochin concinna*. En la zona seca se destacan algunas mesófitas halófitas como *Festuca pallescens* y *Distichlis scoparia* var. *erinacea*, acompañadas de *Juncus balticus* var. *mexicanus*, *Hordeum comosum* y *Taraxacum officinale*, con algunas *Pappostipas* sp.

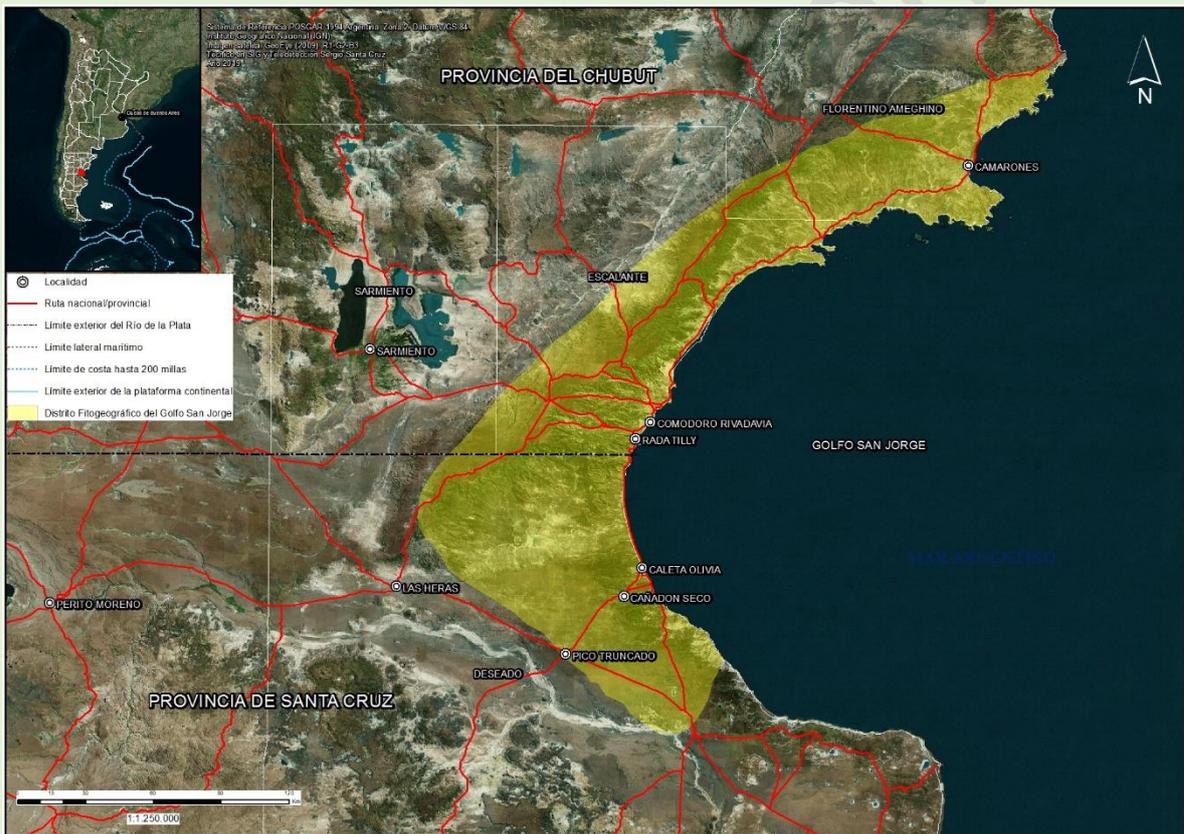


Figura 1. Ubicación del Distrito Fitogeográfico Golfo San Jorge.
Figure 1. Location of the Gulf San Jorge Phytogeographic District.

Diseño muestral

El presente trabajo se realizó en seis mallines homogéneos en composición florística y propiedades del suelo,

localizados al sureste de la provincia del Chubut, en el rango de 45° 60' a 45° 12' de latitud sur y 67° 8' a 68° 9' de longitud

oeste. Localizados sobre las laderas de las mesetas que descienden al mar.

Se realizó un muestro de tipo preferencial, las muestras fueron obtenidas en aquellos sitios donde se observaron especies halofitas y para cada una de ellas se tomó suelo en tres sitios alrededor del individuo, en un radio de 20 cm alrededor de la base del tallo. El procedimiento consistió en una excavación con el pico y la pala hasta una profundidad de 30 cm, donde se recolectó la parte central de la excavación y colocó en una bandeja para facilitar la mezcla de las muestras, luego fueron etiquetadas y embolsadas para ser trasladadas al laboratorio.

El muestreo contó con un total de 24 muestras de un kg de peso por punto de muestreo (4 muestras por especie vegetal). Las especies utilizadas fueron *Distichlis scoparia* (Kunth) Arechav. var. *erinaceae* (Beetle) Nicora, *Triglochin concinna* Burt Davy, *Lycium repens* Speg., *Puccinellia glaucescens* (Hack.) *Parodii*, *Nitrophila australis* Chodat & Wilczek y *Boopis anthemoides* Juss.

Metodología de laboratorio

En el laboratorio las muestras fueron secadas durante una semana a temperatura ambiente y tamizadas con una malla de 2 mm. El pH del suelo fue

medido potenciometricamente en el sobrenadante de una solución con relación suelo:agua 1:1 (De la Casa *et al.*, 2003). Para evaluar la materia orgánica (MO) se aplicó el método de combustión húmeda de Walkley-Black (1934) el cual consiste en una oxidación con dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en medio de ácido sulfúrico (H_2SO_4). La MO y pH fueron categorizados según los criterios establecidos por SAMLA (2004). La determinación de la conductividad eléctrica (CE) se realizó en el sobrenadante de una solución con relación suelo: agua 1:5, la misma se utilizó como indicador de la salinidad. La valoración de los carbonatos totales se obtuvo por titulación acido-base (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1990). La CE y contenidos de carbonatos se clasificaron según FAO (2009). La humedad se determinó secando la muestra a 105°C, hasta peso constante.

Análisis estadísticos

Las variables fisicoquímicas de las muestras se analizaron inicialmente con una técnica estadística multivariada de análisis de componentes principales (ACP), que permite ubicar los datos en un espacio de menor dimensión al espacio original. Así, se construyen ejes artificiales llamados componentes

principales (CP), que contienen la dispersión y permiten interpretar la variabilidad y covariabilidad (ter Braak y Verdonshot, 1995). El ACP se realizó con los datos estandarizados, utilizando el software XLSTAT (2014). Posteriormente los datos (especies y variables fisicoquímicas) se agruparon, empleando el método de clasificación que utiliza UPGMA (unweighted pair-group method with arithmetic) de aglomeración jerárquica, con el índice de distancia Eucladiana para las variables fisicoquímicas y Bray Curtis para las variables biológicas.

Resultados

En la Tabla 1 se presentan las especies y los valores medios de las variables fisicoquímicas determinados en las muestras de suelo. Los valores de pH estuvieron comprendidos entre 6,8 y 9,8

por lo que corresponden a la categoría de suelos levemente a moderadamente básicos. El valor máximo correspondió a una muestra de *Triglochin concinna* y el mínimo de *B. anthemoides*. La CE resultó entre 0,5 y 5,5 dS/m, los valores máximos fueron registrados en muestras de *D. scoparia*, *T. concinna* y *N. australis* y los menores en *B. anthemoides*. Se encontraron 14 muestras no salinas, 4 poco salinas y 6 moderadamente salinas. Los valores de MO resultaron altos, con los mayores en torno a la especie *L. repens* (9,19 %) y *N. australis* (6,20 %) al igual que el porcentaje de humedad del suelo, mientras que el menor porcentaje promedio (1,19 %) fue en el suelo cercano a la especie *P. glaucescens*. Los valores de carbonatos resultaron moderados y se registró el mayor valor en torno a *N. australis*.

Tabla 1. Valores medios y desvío estándar de las variables fisicoquímicas en las muestras de suelo en relación a las especies vegetales presentes. pH, CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, CO₃Ca: carbonato de calcio.

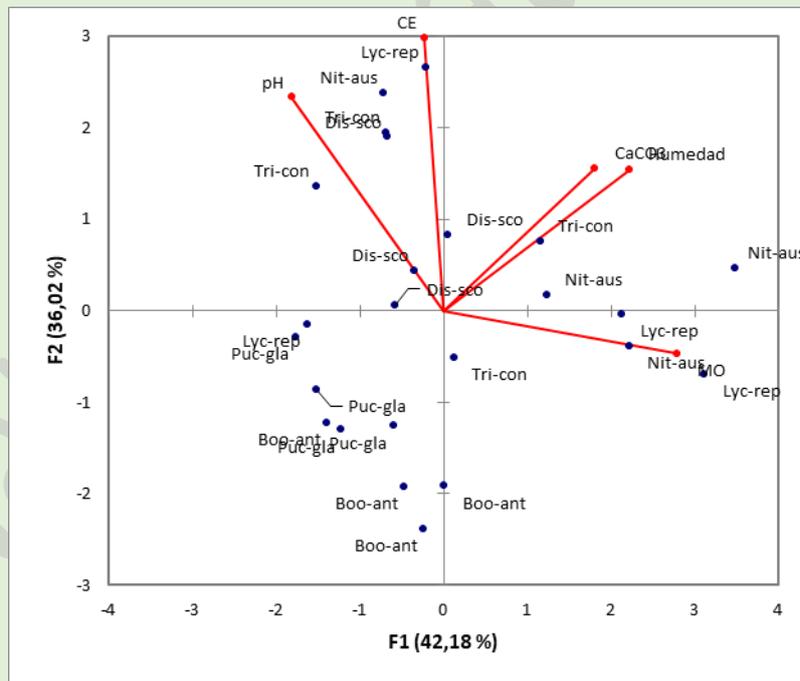
Table 1. Mean values and standard desviation of the physicochemical variables in the soil samples in relation to the plant species present. pH, EC: electrical conductivity, OM: organic matter, CO₃Ca: calcium carbonate.

	<i>B. anthemoides</i>	<i>D. scoparia</i>	<i>L. repens</i>	<i>N. australis</i>	<i>P. glaucescens</i>	<i>T. concinna</i>
pH	7,5±0,8	8,8±0,7	8,6±1,2	8,1±1,2	8,7±0,7	8,9±0,7
CE (dS/m)	0,6±0,2	3,8±1,3	2,5±1,6	2,9±1,4	1,2±0,1	3,5±1,6
MO (%)	1,9±0,9	2,1±0,6	3,8±1,3	4,3±1,6	1,2±0,6	2,0±0,6
Humedad (%)	3,9±1,7	8,0±1,8	13,8±1,9	13,1±1,7	3,4±1,1	8,1±1,8
CO ₃ Ca (%)	5,8±0,1	6,5±0,5	6,6±0,5	7,3±1,1	5,9±0,2	6,8±0,6

El ACP relacionó las variables físicas químicas con las especies seleccionadas. Las dos primeras componentes principales (CP1 y CP2) explicaron el 78,20% de la variabilidad (Figura 2). Se encontraron tres asociaciones según su cercanía en el espacio, la primera asociación (Cuadrante 1) formada por las especies *Distichlis scoparia* (4) y *Triglochin concinna* (2) con las variables CE – pH, la segunda formada por las especies *Nitrophila australis* (2) y *Lycium*

repens (2) con las variables humedad, carbonatos y materia orgánica (Cuadrante 2 y 3) y la tercera asociación, está compuesta por *Puccinellia glaucescens* (4) y *Boopis anthemoides* (4), cuya distribución no muestra una asociación con ninguna de las variables fisicoquímicas analizadas (Cuadrante 4). En este análisis, las especies *L. repens* y *T. concinna* resultaron dispersas en los cuadrantes.

Figura 2. Análisis de componentes principales de variables fisicoquímicas y biológicas.
Figure 2. Analysis of the main components of physicochemical and biological variables.



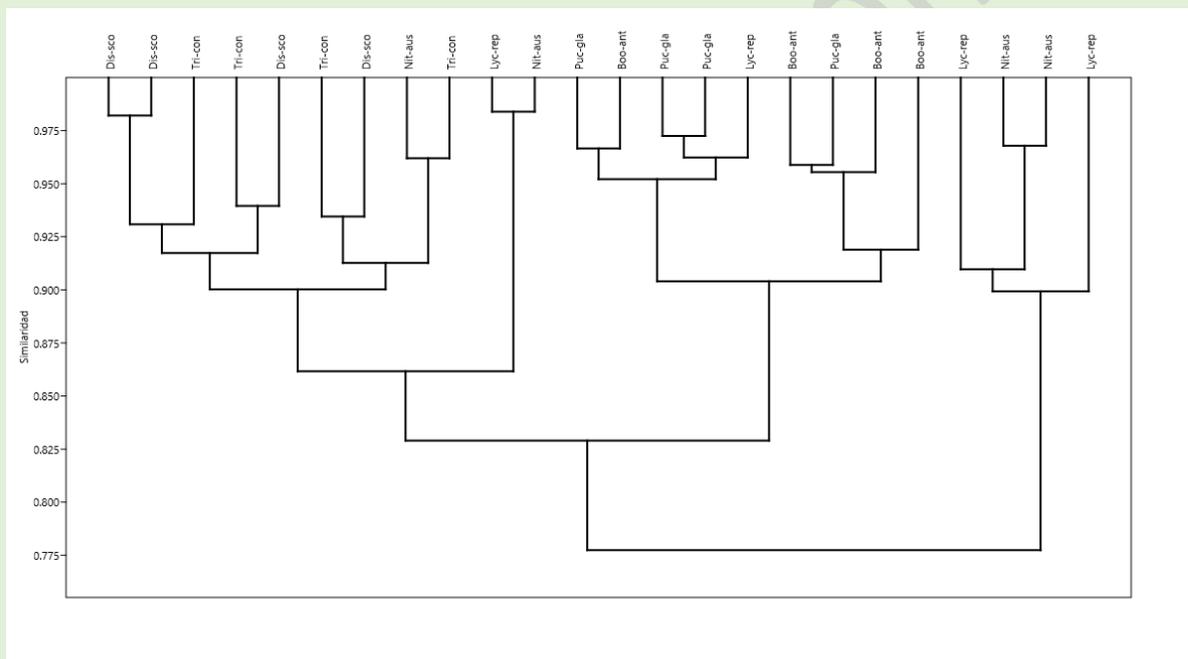
Los resultados obtenidos en el ACP fueron confirmados por el análisis de agrupamiento jerárquico de las especies vegetales (Figura 3) donde se observan

tres grupos, con un porcentaje de similitud de 87,5, el primero formado principalmente por *Distichlis scoparia* (4) y *Triglochin concinna* (4), el segundo

por *Lycium repens* (2) y *Nitrophila australis* (2) y el último por *Puccinellia glaucescens* (4) y *Boopis anthemoides*

(4). En este análisis se obtuvo una mayor precisión que el ACP al formarse dos grupos con 4 muestras de cada especie.

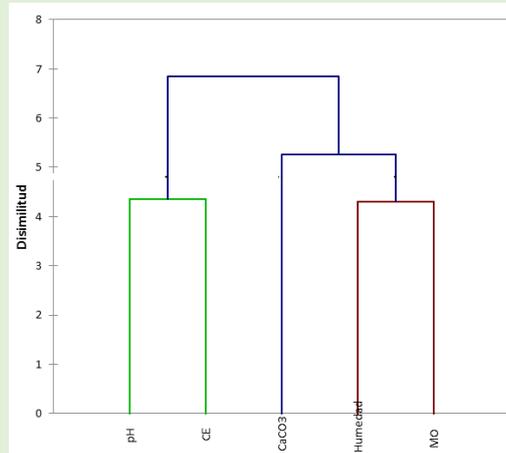
Figura 3. Dendrograma de grupos de especies vegetales.
Figure 3. Dendrogram of groups of plant species.



Por otro lado, en el análisis de agrupamiento jerárquico de las variables fisicoquímicas se observaron dos grupos con un porcentaje de disimilitud de 49 %,

donde la humedad y MO formaron un grupo (Cuadrante 2 y 3 del ACP) y otro el pH y CE (Cuadrante 1 del ACP) (Figura 4).

Figura 4. Dendrograma de variables ambientales.
Figure 4. Dendrogram of environmental variables.



Discusión

Se determinaron tres grupos entre las especies vegetales y las variables fisicoquímicas de los suelos de los mallines.

Las especies *T. concinna* y *D. scoparia* se desarrollaron en los suelos con mayores valores de CE y pH. *T. concinna* se presenta en sitios de alta CE (San Martín *et al.*, 2011), aunque se adapta a situaciones de menores valores. La especie *T. concinna* fue reconocida por Gandullo (2004) en la mayoría de los relevamientos en la provincia de Neuquén en comunidades de *Distichlis scoparia* en suelos con similar pH (8,5) y CE (5 dS/m) y Jocu y Gandullo (2020) relacionaron humedales salinos con la presencia de *Distichlis scoparia*. Gandullo (2004) afirma que la especie *D. scoparia* en suelos salinos sódicos podría ser reemplazado por *D. spicata* cuando

las condiciones de salinidad y sodicidad aumenten. Los valores de CE fluctúan a nivel de micrositos dentro de cada mallín, lo cual se evidenció en la variabilidad de los resultados (Filipová *et al.*, 2010; Vargas, 2017). En Patagonia oeste Filipová *et al.*, (2013) encontraron similares valores (1,82 dS/m) y se registraron de moderados a altos (5 dS/m) en Santa Cruz (Ultrilla *et al.*, 2014; García Martínez *et al.*, 2017). Los depósitos aluviales coluviales que forman los mallines, se encuentran sobre la unidad geológica Fm. Patagonia de origen marino (Sciuto, 2008) y por lo tanto presenta un alto contenido salino. De esta forma, el agua subterránea incorpora sales al atravesar dichos sedimentos como lo expresa Andreazzini *et al.*, (2020) en mallines de las Sierras pampeanas. Asimismo, el manejo inadecuado que históricamente se realizó

en estas áreas, disminuyó la cobertura vegetal en las zonas periféricas de los mallines, favoreciendo la acumulación de sales en superficie (Gandullo *et al.*, 2011; Ultrilla *et al.*, 2020). De esta forma, el cambio en el potencial hídrico de la planta debido a la salinidad del suelo produce una disminución del tamaño y por lo tanto de la productividad (Lamz Piedra y González Cepero, 2013). Las muestras de suelos presentaron un pH alcalino, lo cual se relaciona con la presencia de carbonatos típicos de zonas áridas, además la escasa precipitación impide el lavado de las bases provenientes del material parental (Ciarlo *et al.*, 2020). El principal inconveniente de los suelos alcalinos se debe a que presentan un alto contenido en carbonato cálcico insoluble, que la planta no puede asimilar. Valores de pH básicos fueron encontrados por otros autores para SE de provincia de Chubut (Castaño *et al.*, 2018), en mallines del N y O de Patagonia (Chimner *et al.*, 2011; García Martínez *et al.*, 2017) y en mallines del DFGSJ (Buono, 1992).

Las especies *Nitrophila australis* y *Lycium repens* se desarrollaron en los suelos con mayor contenido de humedad, MO y carbonatos, probablemente en pequeñas depresiones del terreno donde se acumula agua, ambas especies son

suculentas y almacenan agua en sus hojas para diluir la sal y el potencial osmótico. Pérez Cuadra y Hermann (2009) reconocen que *Nitrophila australis* presenta características adaptativas que le permiten evitar la pérdida de agua y aparece en parches de alta humedad del suelo. Además, Gaitán *et al.* (2011) encontraron comunidades de *Lycium repens* y *Nitrophila australis* con similares pH y CE, pero acompañadas de *Distichlis sp.* en mallines secos, al igual que Gandullo (2004) en Neuquén. De esta forma, *Lycium repens* podría presentar adaptaciones al xeromorfismo como pequeños poros, que pueden ser una respuesta fenotípica al ambiente como se observó en *Lycium athium* (Figuroa y Giménez, 2015). El alto contenido de MO se debe, principalmente a los restos de raíces en distintos estados de descomposición (García Martínez *et al.*, 2017). La correlación positiva entre la materia orgánica y humedad del suelo fue reconocida por varios autores (Hu *et al.*, 2014; Castiglioni, 2019). Las determinaciones realizadas indicaron un moderado contenido de carbonatos totales, coincidente con los resultados de Filipova *et al.* (2010) en mallines chilenos y Wazir *et al.* (2008) en asiáticos. Sin embargo, valores mayores (10 %) fueron detectados por Bouza *et al.*

(2012) en Aridisoles del NE de la provincia de Chubut. La pérdida de agua a través de la evaporación es considerada el principal mecanismo de precipitación del carbonato pedogenético (Rabenhorst *et al.*, 1984) y su presencia es restrictiva a regiones áridas y semiáridas (Tanner, 2010).

Las especies *P. glaucescens* y *B. anthemoides* se encontrarían en los mallines en las zonas más secas. Según Gandullo (2004) la especie *Boopis gracilis* indicaría un estado transicional, de la comunidad hidrofítica típica del mallín a otra mesofítica/halofíticas. Además, Gandullo *et al.* (2013) y Jocu y Gandullo (2020) detectaron un aumento en abundancia de *B. gracilis* en comunidades levemente degradadas y en algunas ocasiones se encontró asociada a *Distichlis scipata* (Ocampo *et al.*, 2011). Las especies del género *Boopis* tienen una alta variabilidad morfológica como las raíces náctiles, que les otorga gran capacidad al medio permitiéndoles vivir en una diversidad de ambientes, así, *Boopis anthemoides* se desarrolla en suelos pobres con poca materia orgánica que soportan heladas y sequías (Zavala Gallo, 2013). La especie *P. glaucescens* se desarrollaría en sitios que quedan libres por pastoreo.

De esta manera, según el modelo de estados y transiciones desarrollado por Gandullo *et al.* (2011), la zona donde se tomaron las muestras en los mallines se encontraría en un estado intermedio correspondiente a una pradera gramínea, dominada por *Distichlis* sp. proveniente de una pradera herbácea dominada por *Juncus* sp. y que tiende a una estepa arbustiva si continúan las condiciones de pastoreo y climáticas. En este estado, la salinidad aumentaría y se produciría el remplazo de la comunidad hidrofítica por una mesofítica halofíticas de *Distichlis scoparia*, *D. spicata* y *Boopis gracilis*, la cual posteriormente podría llegar a ser reemplazada por una estepa arbustiva.

Las asociaciones encontradas en los ACP fueron corroboradas por los análisis de clasificación jerárquica, donde se observaron grupos mejor segregados. Las variables ambientales indicaron que la MO retiene la humedad en el suelo y el pH se relaciona con la CE (Bouza *et al.*, 2012).

Así, las asociaciones entre las especies vegetales y variables fisicoquímicas permiten inferir que las especies servirían como indicadores de las condiciones de los suelos de los mallines del DFGSJ, lo que permitiría evaluar el estado del mallín y su tendencia hacia nuevos estados y transiciones.

Los resultados demuestran que las variables fisicoquímicas determinan la distribución de las especies vegetales de los mallines del DFGSJ (Wazir *et al.*, 2008; Mazzoni y Rabassa, 2013; Castro *et al.*, 2018; Jocoú y Gandullo, 2020).

Por su parte, los valores de salinidad sugieren que el suelo de los mallines debe monitorearse, ya que puede disminuir la

cobertura vegetal y desencadenar procesos de erosión hídrica y eólica que afecten los recursos forrajeros del área con el reemplazo de especies hidrofítica por mesófitas halofíticas.

Bibliografía

- Alhassan, A.M., Ma, W., Li, G., Jiang, Z., Wu, J. y G. Chen. 2018. Response of soil organic carbon to vegetation degradation along a moisture gradient in a wet meadow on the Qinghai–Tibet Plateau. *Ecology and Evolution* 8:11999–12010.
- Andreazzini, M.J., Degiovani, S.B., Prieto, A.R., Tripaldi, A. y M.E. Luque. 2020. Mallines en la Sierra de Comechingones, Sierras Pampeanas, Argentina. Caracterización geológico-geomorfológica y reconstrucción paleoambiental durante el Holoceno. *Andean Geology* 47:77-109.
- Bertiller, M., Beeskow, A. y M. Irrisari. 1981. Caracteres fisonómicos y florísticos de la vegetación del Chubut. Secretaría del Estado de Ciencia y Tecnología. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas. Contribución 40. CENPAT. Argentina.
- Bonvissuto, G.L., Solmo, R.C., Lanciotti, M.L., Carteau, A.G. y C.A. Busso. 2008. Guías de condición para los mallines de Precordillera y Sierras y Mesetas. PRODESAR. INTA-GTZ. Argentina.
- Bouza, P.J. 2012. Génesis de las acumulaciones de carbonatos en Aridisoles Nordpatagónicos: su significado paleopedológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 69:300-315.
- Buono, G.G. 1992. Variación espacial y temporal de la productividad de los mallines patagónicos. Tesis Maestría en el área Recursos Naturales. UBA. Buenos Aires. Argentina. 71 pp.
- Castaño, X.E., Rack, M.G., González Svoboda, E., Nillni, A.M. y M.F. Valenzuela. 2018. Libro de resúmenes. VI Jornadas de las Ciencias de la tierra Dr Eduardo Musacchio. Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Universidad de la Patagonia San Juan Bosco. Pp 15:17.
- Brinson, M. 1993. A hydrogeomorphic classification for wetlands. East Carolina Univ. Greenville NC. <http://www.dtic.mil/get-tr-doc/pdf?AD=ADA270053>
- Castiglioni, M.G. 2019. Análisis de la variabilidad en el contenido hídrico del suelo superficial a diferentes escalas espaciales. *Ciencias del Suelo* 37: 26-37.
- Castro, M., Machado Pérez, F. y R. Raven. 2018. Alpine wet meadows: soil properties' effect on plant diversity. *Ecology and Conservation Research. Natural Reserve System* 2:1-11.
- Chimner, R.A., Bonvissuto, G.L., Cremona, M.V., Gaitán, J.J. y C.R. López. 2011. Ecohydrological conditions of wetlands along a precipitation gradient in Patagonia, Argentina.

- Wetland ecohydrology along a precipitation gradient. *Ecología Austral* 21:329-337.
- Ciarlo, E.A., Mushietti, M.P., Peralta, N., Comparín, M., Gregorini, F., Cipriotti, P.A. y L. Guiffre. 2020. Variabilidad especial de propiedades del suelo: efecto del uso y tipo. *Ciencias del suelo* 38:249:261.
- Coticello, L., Bustamante, A. y M. B. Cerazo. 2008. Sintaxones ruderales y adventicios en la Zona del alto valle de Río Negro y Neuquén. *Multequina* 15:55-71.
- Cuassolo, F. y V. Díaz Villanueva. 2019. Exóticas en humedales: Análisis de las comunidades vegetales de mallines y urbanos en la ciudad de Bariloche. *Ecología Austral* 29:405: 415.
- De la Casa, A., Ovando, G., Rodríguez, A., Bressanini, L. y E. Buffa. 2003. Evaluación espacial del nitrógeno disponible del suelo en un cultivo de papa en Córdoba, Argentina. *Agriciencia Técnica* 63: 311-318.
- Domínguez Díaz, E. y J. Ivelic Sáez. 2020. Caracterización de la composición y estructura florística en las geoformas asociada a una vega, en Centro Región de Investigación INIA Kampenaike en la región de Magallanes, Chile. *Anales Instituto Patagonia Chile*. 48:29:41.
- FAO. 2009. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guía para la descripción de suelos- Cuarta Edición Roma.
- Figueroa M.E. y A. M. Giménez. 2015. Consideraciones ecológicas sobre una población de *Lycium athium* Bernardello (Solanaceae): Primer registro para Santiago del Estero. *Bol. Soc. Argent. Bot*, 50 (1): 79-91.
- Filipová, L., Hédl, R. y N. Covacevich. 2010. Variability of soil types in wetland meadows in the south of the chilean Patagonia. *Journal of Agricultural reserch* 70:266-277.
- Filipová, L., R. Hédl, y M. Dancak. 2013. Magellanic Wetlands: More than Moor. *Folia Geobotanica* 48:163-188.
- Fu, W., Zhao, K., Jiang, P., Ye, Z., Tunney, H. y C. Zhang. 2013. Field-scale variability of soil test phosphorus and other nutrients in grasslands under long-term agricultural managements. *Soil Research* 51:503-512.
- Gaitán, J. J., López, C. R. y Bran, D. E. 2011. Vegetation composition and its relationship with the enviroment in mallines of north Patagonia, Argentina. *Wetlands Ecology Management* 19:121-130.
- Gandullo, R. y P. Schimd. 2001. Análisis ecológicos de mallines del Parque Provincial Copahue, Neuquén, Argentina. *Agro sur* 29: 83-99.
- Gandullo, R. 2004. Nueva asociación de ambientes salinos. *Multequina* 13:33-37.
- Gandullo, R., Schimd, P. y O. Peña. 2011. Dinámica de la vegetación de los Humedales del Parque Nacional Laguna Blanca (Neuquén) Argentina. Propuesta de un modelo de estados y transiciones. *Multequina* 20: 43-62.
- Gandullo R., Fernández, C. y G. Giménez. 2013. Efecto de la Variación ambiental en la Flora, Vegetación y Productividad de los Humedales “mallines” de la Provincia de Neuquén, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía UNL*. 22:75-83.
- García Martínez, G.C., Ciari, G. y V.B. Nakamatsu. 2017. Manual de fertilización de mallines en el noroeste del Chubut. INTA ediciones. Argentina.
- Horne, F. 2010. Manejo hidrológico de mallines: aplicación al manejo sustentable del Mallín Genoa. Educo Editorial de la Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. Argentina.
- Hu, K., Wang, S., Li, H., Huang, F. y B. Li. 2014. Spatial scaling effects on variability of soil

- organic matter and total nitrogen in suburban Beijing. *Geoderma* 226-227:54-63.
- Jocou, A. I. y R. Gandullo. 2020. Diversidad de plantas vasculares de los humedales de la Norpatagonia (Argentina). *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales* 22:131-154.
- Kandus, P., Quintana, R., Minotti, P., Oddi, J.; Baigún, C., Trilla, G. y D. Ceballos. 2011. Ecosistemas de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios. Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Ed. INTA, Buenos Aires.
- Lamz Piedra, A. y M. C. González Cepero. 2013. La salinidad como problema en la agricultura: una mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos tropicales*. 34: 31-42.
- Lattera, P., Martín López, B., Mastrángelo, M. y L. Garibaldi. A. 2017 Servicios ecosistémicos en Latinoamérica. *Ecología Austral* 27:094-098.
- León, R. J. C, D. Bran, M. Collantes, J. M. Paruelo, y A. Soriano. 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral* 8:123-141.
- Mazzoni, E. y J. Rabassa. 2013. Types and internal hydro-geomorfologic variability of Patagonia: Emphasis on volcanic plateaus. *Journal of South America Earth Sciences* 46:170-182
- Méndez, E., Martínez Carretero. E., y I. Peralta. 2006. La vegetación del Parque Provincial Aconcagua (Altos Andes Centrales, Mendoza, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina Botánica* 41:41-69.
- Mitsch, W.J. y J.G. Gosselink. 2015. *Wetlands*. 5 ed. Wiley. Hoboken. Estados Unidos.
- Ocampo, A. M., Peña, O., Gandullo, R., and R. De la cal. 2011. Análisis de la vegetación de un humedal "mallín" localizado en una zona semiárida de la provincia de Neuquén (Argentina). *Papeles de Geografía* (53-54):35-48.
- Ormaechea, S.G., Utrilla, V.R., Suarez, D.D., y P. L. Peri. 2010. Evaluación objetiva de la condición de mallines de Santa Cruz. *Revista de producción animal* 12:47-52.
- Panday, D., Ojha, R.B., Chalise, D., Das, S., y B. Twanabasu. 2019. Spatial variability of soil proprieties under different land use in the Dang district of Nepal. *Cogent food and agriculture*. 5:1600460.
- Oyazabal, M., Clavijo J., Akley, L., Biganzoli, F., Tongetti, P., Barberis, I., Maturo, H. M., Aragon, R., Campanelo, P. I., Prado, D. y R. J. C. Oesterheld. 2018. León Unidades de vegetación de la Argentina *Ecología Austral* 28:040-063.
- Paruelo, J.M., Beltrán, A., Jobbagy, E.M., Sala, O.E., y R.A. Golluscio. 1998. The climate of Patagonia: general patterns and control on biotic processes. *Ecología austral* 8: 85:101.
- Pelliza, A., Borrelli, L. y G. Bonvissuto. 2005. El pasto salado (*Distichlis* spp.) en la Patagonia: una forrajera adaptada a la aridez y a la salinidad. *Revista Científica Agropecuaria de Facultad de Ciencias Agropecuarias* 9:119-131.
- Peng, F., Xue, X., Li, Ch., Lai, Ch., Sun, J., Tsubo, M., Tsunekawa, A., y T. Wang. 2020. Plant community of alpine steppe shows stronger association with soil properties than alpine meadow alongside degradation. *Science of the total environment conservation* 733:139048.
- Pérez Cuadra, V. y P. Hermann. 2009. Comparación anatómica de *Nitrophila australis* var *australis* y *Nitrophila occidentalis* (Chenopodiaceae). Su importancia taxonómica. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* 44:329-242.
- Qi, Q., Zhang, D., Tong, S., Zhang, M., Wang, X., An, Y., y X. Lu. 2021. The driving mechanisms for community expansion in a

- restored *Carex tussock* wetland. *Ecological Indicators* 121:107040.
- Quiroga, A. y A. Bono. 2012. Manual de fertilidad de los suelos. INTA. Ediciones INTA. Argentina.
- Rabenhorst, M.C., Wilding L.P., y L.T. West. 1984. Identification of pedogenic carbonates using stable carbon isotope. *Soil Science Society of American Journal* 48:125-132.
- SAMLA. 2004. Curso del Sistema de Apoyo Metodológico a Laboratorios de Análisis de suelos, agua, vegetales y enmiendas orgánicas. Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación. Argentina.
- San Martín, C., Pérez, Y., Montenegro, D. y M. Álvarez. 2011. Diversidad, hábito y hábitat de macrofitos acuáticos en la Patagonia occidental (Región de Aisen, Chile). *Anales Instituto Patagonia* 39 (1):23-41.
- Sciutto, J.C., Césari, O., y N. Iantanos. 2008. Hoja geológica 4569-IV Escalante. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, Secretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 351. Buenos Aires. Argentina.
- Soriano, A. 1956. Aspectos ecológicos y pastoriles de la vegetación patagónica relacionados con su estado y capacidad de recuperación. *Revista de Investigaciones agropecuarias* 10:349-372.
- Squeo, F., Ibacache, E., Warner, B., Espinosa, D., Aravena, R., y J. R. Gutiérrez. 2006. Productividad y Diversidad Florística de la Vega Tambo Cordillera de Doña Ana. La Alta Montaña del Valle del Elqui. Chile. 323-352.
- Suarez, D. y V. Utrilla. 2007. Evaluación de mallines mediante el método Botanal ajustado a vegas de Patagonia Sur. Carpeta de Información Técnica. Estación Experimental Agropecuaria INTA Santa Cruz. Argentina.
- Suarez, D., Ormaechea, S., Peri, P.L., y Utrilla, V. 2010. Caracterización objetiva de la condición en mallines de Santa Cruz. Ediciones INTA. Argentina.
- Tanner, L.H. 2010. Continental carbonates as indicators of paleoclimate. En Alonso-Zarza, A.M. y Tanner, L.H. (eds.). *Carbonates in continental settings: geochemistry, diagenesis and applications*. Elsevier, *Developments in Sedimentology* 62:179-214.
- ter Braak, C.J. y P.F.M. Verdonschot. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Science*.
- Tian, L., Bai, Y., Wang, W., Qu, G., Deng, Z., Li, R., y J. Zhao. 2020. Warm- and cold- season grazing affect plant diversity and soil carbon and nitrogen sequestration differently in Tibetan alpine swamp meadows. *Plant and Soil* 458:151-164.
- Utrilla, V. R., Andrade, M., Billoni, S., Rogel, B., y P. Peri. 2020. Evaluación de indicadores de degradación y biomasa radical en mallines de una cuenca hídrica del sur de Santa Cruz. *Ecología Austral* 30:401-414.
- Usowicz, B. y J. Lipiec. 2017. Spatial variability of soil properties and cereal yield in a cultivated field on Sandy soil. *Soil y Tillage Research* 174:241-250.
- U. S. Salinity laboratory Staff. 1990. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Hand-book 60*. Department of Agriculture, Washington, EEUU.
- Vargas, P.P. 2017. Mallines del sur de la Patagonia: interacciones entre unidades fisiográficas y productividad en diferentes ambientes geomorfológicos. Tesis título de Doctor en Ciencias aplicadas. Universidad Nacional de Lujan. Buenos Aires, Argentina. Pp 216.

Walkley, A. y I. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37:29-38.

Wazir, S. M., Dasti, A. A., Saima, S., Shah, J., y F. Hussain. 2008. Mutivariate analysis of vegetation of Chapursan Valley: An alpine meadow in Pakistan. *Pakistan Journal Botanica* 40:615-626.

Xlstat. 2014. Addinsoft. Versión 2014.5.03. Nueva York. <https://www.xlstat.com>

Zhang, W., Xue, X., Pengac, F., You, Q. y A. Haoab. 2019. Metaanalysis of the effects of grassland degradation on plant and soil properties in the apline meadows of the Qinghai Tibetan Plateau. *Global Ecology and Conservation* 20:e00774.

Zavala Gallo, L. 2013. Evaluación de los limites genéricos y evolución morfológica de las Calyceraceae sobre la base de un análisis filogenético combinado (molecular morfológico). Instituto de Botánica Darwinion. Universidad Nacional de la Plata.

Caracterización y distribución espacial de atributos fisicoquímicos en mallines del distrito fitogeográfico Golfo San Jorge.

Characterization and space distribution of physicochemical attributes in mallines of the San Jorge Gulf phytogeographic district.

Mendos, María Gabriela¹ y Mangani, Adriana del Luján²

¹Dpto de Biología y Ambiente, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, unpsjbsua2020@gmail.com. ² Dpto de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, amangani@unpata.edu.ar.

Resumen

En las zonas áridas los mallines son ambientes que prestan numerosos beneficios ambientales, entre los cuales se destacan la conservación de la biodiversidad y una elevada productividad forrajera respecto a la estepa que los rodea. Para analizar la distribución espacial de las variables fisicoquímicas que caracterizan los mallines ubicados en los cañadones costeros del Distrito fitogeográfico del Golfo San Jorge se tomaron muestras de suelos en dos zonas establecidas en función de la presencia del curso de agua de siete mallines. Se analizaron textura, pH, conductividad eléctrica (CE), sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), materia orgánica (mo), carbono orgánico (CO), nitrógeno total (N_t), relación C/N, porcentajes de sodio intercambiable (PSI), capacidad de intercambio catiónica (CIC) y fósforo disponible (P_d). Las diferencias encontradas entre las concentraciones de las variables analizadas entre las zonas no fueron significativas, salvo el porcentaje de arena y K. Los suelos fueron clasificados como no salinos no sódicos a excepción de un sitio. Mediante técnicas de ordenación se encontraron tres asociaciones entre las variables. La primera asociación está formada por el pH y arena, la segunda está integrada por Na, CE, PSI, K y P_d y la tercera asociación está formada por N_t, mo, CO, Ca, Mg, CIC, arcilla y limo. Los mallines se encuentran bien provistos de los elementos necesarios para el desarrollo vegetal. El conocimiento de la distribución espacial de las variables fisicoquímicas permitirá desarrollar técnicas de manejo de manera homogénea dentro del mallín.

Palabras Clave: propiedades, suelos, intrazonales, Chubut.

Abstract

In arid areas, the mallines are environments that provide great number of environmental services, among which stands out biodiversity conservation and high forage productivity with respect to the surrounding steppe stand out. To analyze the space distribution of physicochemical variables that characterize the mallines located in the coastal canyons of the San Jorge Gulf phytogeographic district, soil samples were taken in two areas of seven selected mallines, established according to the presence of the watercourse. Was analyzed texture, pH, electrical conductivity (CE), sodium (Na), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), organic matter (mo), organic carbon (CO), total nitrogen (N_t), relations carbon/nitrogen (C/N), percentages of exchangeable sodium (PSI), cation exchange capacity (CIC) and available phosphorus (P_d). The differences found between the concentrations of the analyzed variables were not significant, except for the percentage of sand and K. The soils were classified as non-sodium no-saline except for one site. Three associations were found between the analyzed variables by means of ordering techniques. The first association is formed by pH and sand, the second is made up of Na, CE, PSI, K y P_d , and the third association is integrated by and N_t , mo, CO, Ca, Mg, CIC, clay y silt. The mallines are well provided with the necessary elements for plant development. The knowledge of the spatial distribution of the variables physicochemical will allow to develop management techniques in a homogeneous way within the mallín.

Key words: properties, soils, intrazonal, Chubut.

Introducción

En las zonas áridas las precipitaciones son escasas, pero existen lugares donde se concentra el agua, por estar el nivel freático cerca de la superficie o ser depresiones naturales del paisaje. Esto, lleva a que la fisonomía dominante sea esteparia con pequeñas zonas de vegetación atípica denominadas mallines, con gran biodiversidad, alta productividad y diferentes servicios

ambientales (Kulik, 2014; Mitsch & Gosselink, 2015; Littera *et al.*, 2017; Castro *et al.*, 2018; Qi *et al.*, 2021).

En la Patagonia, se observa un gradiente climático que influye en la composición de los suelos de los mallines de oeste a este (Oosterheld *et al.*, 1998). En la región andina los suelos son ácidos, con altos contenidos de materia orgánica y humedad, mientras que en la región extraandina los suelos son básicos, con

menor contenido de materia orgánica y con algunos problemas de salinidad o sodicidad (Chimner *et al.*, 2011; Gaitán *et al.*, 2011; Mazzoni y Rabasa, 2013; Cuassollo y Díaz Villanueva, 2019; Domínguez Díaz e Ivelic Sáez, 2020).

Los suelos de los mallines presentan un patrón en sentido longitudinal a los cursos aluviales y otro transversal, desde el cauce hacia la periferia (Ultrilla *et al.*, 2014). Como consecuencia del aumento en el contenido hídrico, la materia orgánica y nutrientes tienden a aumentar y el pH a disminuir. Así, se genera una composición florística en cada zona del mallín que determina la productividad primaria, la cual puede llegar en la zona húmeda a 7000 kg MS/Ha año⁻¹ (Ultrilla *et al.*, 2020). Por su parte, la estructura vertical del suelo, presenta dos zonas, cerca de la superficie, se encuentra la zona no saturada, donde la descomposición de la materia orgánica es más rápida y la evaporación puede causar salinidad modificando algunas características fisicoquímicas (Squeo *et al.*, 2006) y a mayor profundidad, la zona saturada permanentemente.

De esta manera, Panday *et al.* (2019) afirman que las propiedades del suelo dependen del efecto combinado de los procesos, físicos, químicos y biológicos, por lo que pueden diferir dentro de cada

campo. Así, la productividad de los mallines depende de las propiedades del suelo, las cuales varían en cada zona (Usowicz y Lipiec, 2017) y según del estado de degradación (Tian *et al.*, 2019; Peng *et al.*, 2020).

Asimismo, la variación espacial de algunas propiedades del suelo como fósforo, conductividad eléctrica y pH a escala de campo, están fuertemente influenciadas por el uso, sistemas de labranza y otras prácticas agrícolas, como la aplicación de fertilizantes o enmiendas orgánicas (Hu *et al.*, 2014). Las técnicas de manejo que se realizan en los mallines consisten en cercado, pastoreo rotacional (Ultrilla *et al.*, 2005) fertilización, enmienda, interseembra y/o manejo del agua, el cual puede incluir la subirrigación (Horne, 2010).

La vegetación del mallín se pastorea de manera diferencial según la época del año, en verano, el acceso a la zona húmeda del mallín permite al ganado diversificar su dieta con especies como *Eleocharis pseudoalbibracteata*, *Juncus balticus* y *Carex sp.*, pero en primavera, consume especies de la periferia como *Poa pratensis*, *Hordeum comosum* y *Festuca pallescens*. De esta manera, es importante comprender como las preferencias de los herbívoros por ciertos parches y entornos generan patrones de

pastoreo (Ultrilla *et al.*, 2014) que conducen a una modificación de las propiedades físico químicas del suelo (Ultrilla *et al.*, 2005; Mazzoni y Rabasa, 2013; Alhassan *et al.*, 2018; Panday *et al.*, 2019; Ciarlo *et al.*, 2020).

El inadecuado manejo desarrollado durante décadas, provocó una disminución de la cobertura vegetal y aumento de la evaporación, con la concentración de sales en superficie (Ultrilla *et al.*, 2020). Además, el pisoteo del ganado produce la compactación del suelo y aumenta el escurrimiento superficial, con la consecuente pérdida de agua. Estos procesos modifican las propiedades fisicoquímicas del suelo, como lo analizaron Alhassan *et al.* (2018), Zhang *et al.* (2019) y Tian *et al.* (2019).

Los mallines pueden categorizarse según su estado o condición en base a la conductividad eléctrica, materia orgánica, pH y especies vegetales. De esta forma, cada mallín puede presentar tres zonas y/o estados o un mallín un estado en toda su extensión (Mazzoni y Rabasa, 2013).

La variación de los parámetros físico químicos del suelo fue estudiada en gradientes altitudinales y latitudinales por varios autores. Wazir *et al.* (2008) en mallines de Pakistán encontraron pH básicos (7-8), CE bajas (0,18 a 0,25

dS/m) y el porcentaje de arena resultó la textura dominante (66-64%). En Patagonia norte, Gaitán *et al.* (2011), establecieron tres comunidades vegetales en función de las variables fisicoquímicas, así en las áreas con menor precipitación los suelos resultaron más básicos (8,41) y con mayor CE (1,81 dS/m) y en las de mayor precipitación, resultaron neutros (pH=6,9) y con menor CE (0,43 dS/m). Chimner *et al.* (2011) en esta región, analizaron las condiciones ecohidrológicas de los humedales, donde determinaron suelos húmedos con mayor contenido de materia orgánica, N_t, P_d, pH básicos (7,3) y CE bajas (53 uS/cm) y secos, con pH más alcalinos (7,2-7,9) y mayores concentraciones de sales en el agua subterránea (CE 480 a 700 uS/cm).

La variabilidad interna de los mallines fue analizada por Castro *et al.* (2018) quienes determinaron dentro de los prados húmedos de EEUU diferencias significativas en el contenido de arcilla entre las zonas y Usowicz y Lipiec (2017) analizaron las propiedades físicas química a escala de campo con la productividad, la cual se relacionó significativamente con el contenido de agua, arcilla, capacidad de intercambio catiónico y carbono orgánico. En Patagonia norte Gaitán *et al.* (2011) establecieron dos comunidades vegetales

a escala de campo, con pH más básicos y mayor CE en la periferia de los mallines. Además, Mazzoni y Rabasa (2013) en Patagonia sur, para conocer la variabilidad intrínseca de los mallines analizaron las diferencias entre mallines y/o zonas registrando en los mallines típicos no degradados pH neutros y materia orgánica (7%) y N_t (0,32%) altos. Por su parte, Vargas (2017) determinó una alta variabilidad espacial y temporal en las características edáficas en mallines, independientemente del ambiente geomorfológico donde se emplazan o de la zona. Estos mismos resultados fueron encontrados por Filipová *et al.* (2013). Ultrilla *et al.* (2020) al analizar los mallines de Santa Cruz encontraron que los principales determinantes de la vegetación fueron las zonas y la condición (buena o degradada) de cada una, con valores altos de CE (5 dS/m), materia orgánica (11%) y pH básicos (<8). Otros autores han analizado las variables fisicoquímicas del suelo generalmente para determinar su relación con la composición florística o el estado de degradación de la comunidad vegetal (Gandullo *et al.*, 2011; Fu *et al.*, 2013; Alhassan *et al.*, 2018; Ciarlo *et al.*, 2020; Jocu y Gandullo, 2020). Si bien, Cabrera (1980) identificó algunas especies de los mallines del Distrito

Fitogeográfico Golfo San Jorge (DFGSJ) y Bertiller *et al.* (1981) describieron la composición florística de los mallines del SE de Chubut, falta información de las características físico químicas de los suelos de los mallines del DFGSJ que permitan comprender el estado actual y las necesidades de manejo según su distribución (Mazzoni y Rabasa, 2013). El conocimiento de la distribución espacial de las variables del suelo es esencial para determinar las limitaciones de producción relacionadas con los nutrientes (Panday *et al.*, 2019). Las descripciones de las características edáficas, hidrológicas y de vegetación de los mallines patagónicos refleja que se trata de ecosistemas complejos con una alta heterogeneidad espacial y temporal (Ultrilla *et al.*, 2014).

Debido a la zonación interna de los suelos de los mallines existen diferencias en las variables fisicoquímicas que podrían necesitar diferentes técnicas de manejo. Por lo que los objetivos de este trabajo fueron comparar las variables físicas químicas en función de las zonas y conocer el estado actual de los suelos de los mallines del DFGSJ.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Desde el punto de vista fitogeográfico el área de estudio pertenece al Distrito del Golfo San Jorge (DFGSJ) que se caracteriza por la presencia de una estepa arbustiva (Cabrera, 1980). La unidad geomorfológica es el relieve estructural disectado (Sciuto, 2008), que corresponde al faldeo oriental, de pendiente acentuada, de las mesetas Pampa del Castillo - Pampa de Salamanca, donde el agua profundizó los valles desarrollando mallines en la base de los mismos. Los órdenes de suelos principales son Aridisoles y Entisoles, aunque se presentan en menor proporción los Molisoles (Cruzate y Panigatti, 2006). El clima, es semiárido, ya que las precipitaciones son mayormente invernales o tempranas en primavera, por debajo de los 200 mm anuales (Paruelo *et al.*, 1998). Los mallines se ubican en el sureste de la provincia de Chubut, entre 45° -46° latitud sur y 67°- 68° longitud oeste. Actualmente se desarrolla la actividad ganadera extensiva en los mallines analizados.

Diseño experimental

Se seleccionaron siete mallines similares en la composición florística y el contenido de humedad del suelo,

ubicados en los fondos de valle de los principales cañadones que descienden al mar Atlántico, en el DFGSJ (Figura 1). Los mismos presentan una cobertura vegetal mayor al 75% y una buena disponibilidad de agua. En la zona húmeda (ZH) las principales especies vegetales fueron *Juncus balticus var. mexicanicus* (Willd. ex Roem. & Schult.) Snogerup, *Eleocharis pseudoalbibracteata* S. González & Guagl., *Hordeum comosum* J. Presl. y *Poa pratensis* L. y en la zona subhúmeda (ZsH) *Juncus balticus var. mexicanus*, *Hordeum comosum*, *Taraxacum officinale* G. Weber ex F.H. Wigg y *Carex subantarctica* Speg. Las muestras de suelo fueron colectadas en la ZH y ZsH formando muestras compuestas a partir de 8-11 submuestras, en función del área, a dos profundidades, entre 0-30 (ZHsup) y 30-60 cm (ZHmin) y en la ZsH de manera superficial entre 0-30 cm (ZsHsup) (n=21). Las muestras a diferentes profundidades se recomiendan en suelos que pueden presentar problemas de salinidad o sodicidad o cuando se pretende realizar intersiembra para determinar la especie más adecuada y el sistema de siembra a utilizar (FAO, 2009). Asimismo, la textura limosa permite realizar el manejo hidrológico por subirrigación, ya que se requiere de

textura media a fina en la zona no saturada para que el agua ascienda por

capilaridad (Horne, 2010). Las mismas se recolectaron durante los meses de verano.

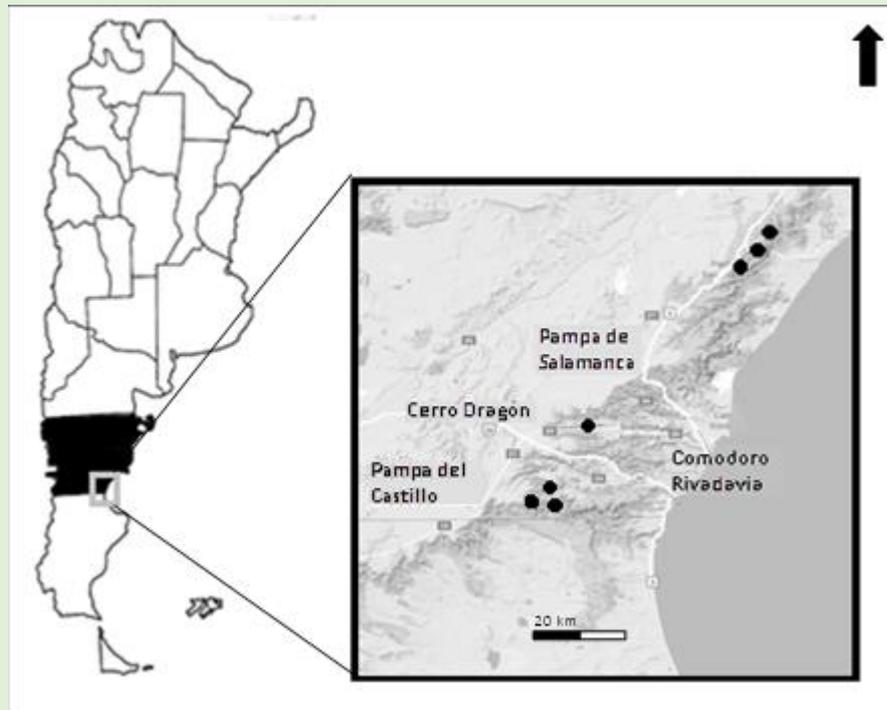


Figura 1. Ubicación del Distrito Fitogeográfico Golfo San Jorge.

Figure 1. Location of the Gulf San Jorge Phytogeographic District.

Análisis de suelos

Se determinó el porcentaje de las fracciones de arena, limo y arcilla por el Método de Bouyoucos (1962) y la clase textural según USDA (1999). La determinación del pH (1:1) se realizó según SAMLA (2004) y la conductividad eléctrica (CE 1:5) según Allison *et al.* (1980). El sodio (Na) y el potasio (K) fueron determinados por fotometría de llama, mientras que el calcio (Ca) y magnesio (Mg) por titulación

complejométrica (SAMLA, 2004). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue determinada según Ritcher *et al.* (1982). En las muestras superficiales de ambas zonas (0- 30 cm), además de las variables nombradas se determinó el porcentaje de carbono orgánico (CO) (Nelson y Sommer, 1982; SAMLA, 2004), a partir del cual se estimó la materia orgánica (Carreira, 2005; De Vos *et al.*, 2007) mientras que el nitrógeno total (N_t) y fósforo disponible (P_d) fueron

obtenidos por los métodos de Kjeldal y Olsen (Bremner y Mulvaney, 1982; SAMLA, 2004). La evaluación de la calidad del suelo en base a los elementos físico químico se realizó según criterios de establecidos por SAMLA (2004).

Análisis estadístico

Se realizaron las pruebas no paramétricas de Krushal Wallis y Mann Whitney para determinar el efecto de los tratamientos (zonas) con las variables fisicoquímicas de las muestras de suelo. Cuando las diferencias fueron significativas se realizó el test a posteriori de Dunns con un nivel de significancia de 0,05 ($p < 0,05$). Los datos que se encontraban en porcentaje fueron transformados con la función raíz cuadrada. Posteriormente

se utilizó una técnica estadística multivariada, denominada análisis de componentes principales (ACP), la cual se realizó con los datos previamente estandarizados. Para el tratamiento estadístico se utilizó el software Past 3.19 (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados

Las clases texturales de los suelos resultaron francas. De las 21 muestras resultaron, ocho francos arenosos, tres francos arcillosos, nueve francos y uno franco limosos. El porcentaje de arena fue la fracción dominante, presento los mayores valores en la ZsHsup, disminuyó hacia la ZHsup ($p = 0,015$) con diferencias significativas (Tabla 1) y con la profundidad ZHmin.

Tabla 1. Porcentaje de las fracciones inorgánicas (media \pm desvío estándar) del suelo de los mallines por zona (ZsH=Zona subhúmeda, ZH=Zona húmeda y ZHmin=Zona húmeda mineral). ($p < 0,05$). Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre las muestras, desvío estándar (DS) y \bar{X} (media).

Table 1. Percentage of inorganic fractions (mean \pm standard deviation) of the mallines soil by zone (ZsHsup= Superficial subhumid zone, ZHsup= Superficial humid zone and ZHmin= Mineral humid zone). ($p < 0,05$). The lowercase letters indicate significant differences between samples, standard deviation (DS), \bar{X} media.

	ZHsup	ZsHsup	ZHmin	$\bar{X} \pm DS$
Arcilla	17,82+7,58a	14,46+4,88a	17,49+7,02a	16,59+6,45
Limo	35,69+5,69a	26,21+8,03a	34,63+9,22a	32,18+8,57
Arena	46,49+6,19a	59,33+9,28b	47,86+9,85a	51,23+10,06

El pH de las muestras de suelo presentó valores entre muy levemente ácido (6,8) a fuertemente básicos (8,74) y la CE evidenció suelos no salinos (<2 ds/m).

Los mayores valores de pH y CE se encontraron en la ZsHsup (Tabla 2). Por su parte, la CE de la ZHsup disminuyó con la profundidad (ZHmin).

Tabla 2. Propiedades físico químicas (media \pm desvío estándar) (ZsHsup=Zona subhúmeda superficial, ZHsup=Zona húmeda superficial y ZHmin=Zona húmeda mineral). ($p < 0,05$). Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre las muestras. pH, conductividad eléctrica (CE, dS/m), \bar{X} (media), desvío estándar (DS).

Table 2. Properties physical chemical (mean \pm standard deviation) of the mallines soil by zone (ZsHsup= Superficial subhumid zone, ZHsup= Superficial humid zone and ZHmin= Mineral humid zone). ($p < 0,05$). The lowercase letters indicate significant differences between samples. pH and electrical conductivity (CE, dS/m), \bar{X} (media), standard deviation (DS).

	ZHsup	ZsHsup	ZHmin	$\bar{X} \pm DS$
pH	7,79+0,61a	8,24+0,33a	7,81+0,72a	7,95+0,59
CE	0,93+0,33a	1,04+0,53a	0,76+0,46a	0,92+0,48

El % de mo y CO fue mayor en la ZHsup y disminuyó hacia la periferia de los mallines (ZsHsup). Esta misma relación se encontró para los nutrientes N_t y P_d , iones Na, K, Ca e índices PSI y CIC

(Tabla 3 y 4). El P_d y N_t correspondieron a la categoría bien provisto a muy bien provisto. Los valores de mo, se encontraron en la categoría de medios a extramadamente altos (SAMLA, 2004).

Tabla 3. Propiedades físico químicas (media ± desvío estándar) (ZsHsup=Zona subhúmeda superficial, ZHsup=Zona húmeda superficial y ZHmin=Zona húmeda mineral). (p<0,05). Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre las muestras. Materia orgánica (%mo), carbono orgánico (%CO), nitrógeno total (%N_t), relación carbono/nitrógeno (C/N) y fósforo disponible (mg/kg, P_d), \bar{X} (media), desvío estándar (DS).

Table 3. Physicochemical properties (mean ± standard deviation) of the mallines soil by zone (ZsHsup= superficial subhumid zone, ZHsup= superficial humid zone and ZHmin= mineral humid zone). (p<0,05). The lowercase letters indicate significant differences between samples. Organic matter (%mo), organic carbon (%CO), total nitrogen (%N_t), relations carbon/nitrogen (C/N), available phosphorus (mg/kg, P_d), \bar{X} (media), standard deviation (DS).

	ZH	ZsH	\bar{X} ±DS
mo	13,09+8,40a	6,12+4,91a	9,61+7,54
CO	7,32+4,89a	3,54+2,84a	5,43+4,31
N _t	0,61+0,30a	0,29+0,24a	0,45+0,31
C/N	11,57+3,60a	13,29+8,54a	12,43+6,36
P _d	43,43+16,30a	27,82+9,09a	35,63+15,05

El K presentó diferencias significativas (p<0,049). Los valores de CIC y K entre la ZHsup y ZHmin (p<0,017), como resultaron altas y el Mg sin deficiencias así también, entre ZsHsup y ZHsup (Tabla 4).

Tabla 4. Cationes e índices (media ± desvío estándar). (ZsHsup=Zona subhúmeda superficial, ZHsup=Zona húmeda superficial y ZHmin=Zona húmeda mineral). (p<0,05). Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre las muestras. K (cmol/Kg), Na (cmol/Kg), Ca (cmol/Kg) y Mg (cmol/Kg), CIC (capacidad de intercambio catiónico, cmol/Kg), PSI (porcentaje de sodio intercambiable, %), \bar{X} (media), desvío estándar (DS).

Table 4. Cations and index (mean ± standard deviation) of the mallines soil by zone (ZsHsup= Superficial subhumid zone, ZHsup= Superficial humid zone and ZHmin= Mineral humid zone). (p<0,05). The lowercase letters indicate significant differences between samples. K (cmol/Kg), Na (cmol/Kg), Ca (cmol/Kg), Mg (cmol/Kg), CIC (cation exchange capacity, cmol/Kg), PSI (exchangeable sodium percentage, %), \bar{X} (media), standard deviation (DS).

	ZHsup	ZsHsup	ZHmin	\bar{X} ±DS
K	4,36+2,27a	3,08+1,15b	1,94+0,73c	3,13+1,77
Na	7,63+5,29a	4,57+1,62a	4,71+2,03a	5,64+3,54
Ca	30,18+9,09a	30,07+8,80a	26,57+8,38a	28,94+8,49
Mg	11,59+5,48a	13,51+5,18a	10,76+5,42a	11,95+5,22
CIC	43,37+13,64a	38,25+20,53a	42,44+18,04a	41,36+16,89
PSI	18,37+13,71a	14,53+7,15a	12,99+8,65a	15,29+10,02

En general, resultaron suelos no salinos (CE<4 dS/m), alcalinos (< 8,5) y con PSI menor a 15. A excepción de una muestra, que resultó no salino sódico (Richards, 1970).

La ZsH presentó una variabilidad media (>50%) para K, Na, CIC, CE y PSI (Figura 2) y alta (>70%) para mo, CO y N_t (Figura 3).

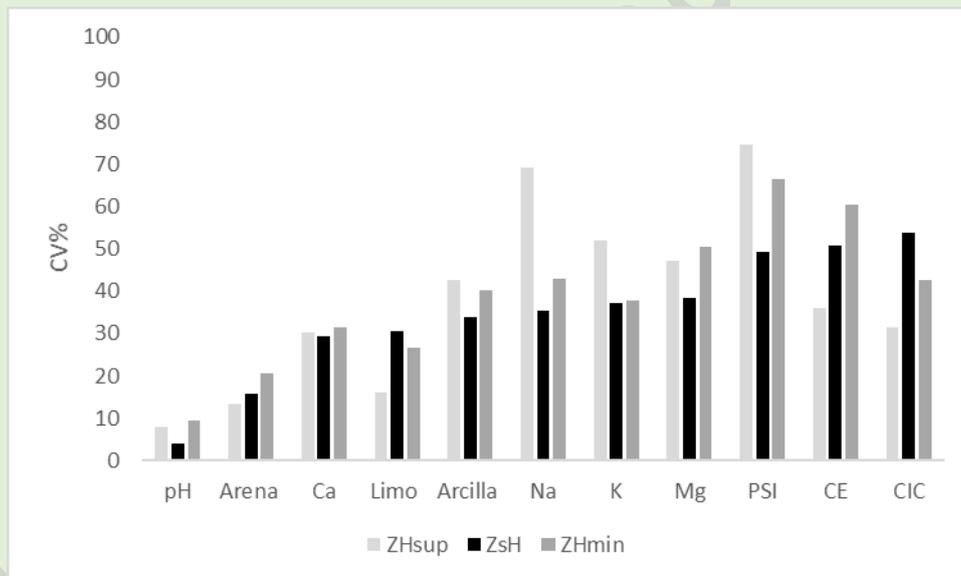


Figura 2. Coeficiente de variación (CV%) de las propiedades de los suelos de los mallines por zona. pH, Arena (%), Ca (cmol/Kg), Limo (%), Arcilla (%), Na (cmol/Kg), K (cmol/Kg), Mg (cmol/Kg), PSI (porcentaje de sodio intercambiable, %), CE (conductividad eléctrica, dS/m), CIC (capacidad de intercambio catiónico, cmol/Kg).

Figure 2. Coefficient of variation (CV%) of soil properties at mallines soil under different zone. pH, Sand (%), Ca (cmol/Kg), silt (%), Clay (%), Na (cmol/Kg), K (cmol/Kg), Mg (cmol/Kg), PSI (exchangeable sodium percentage, %), CE (electrical conductivity, dS/m), CIC (cation exchange capacity, cmol/Kg).

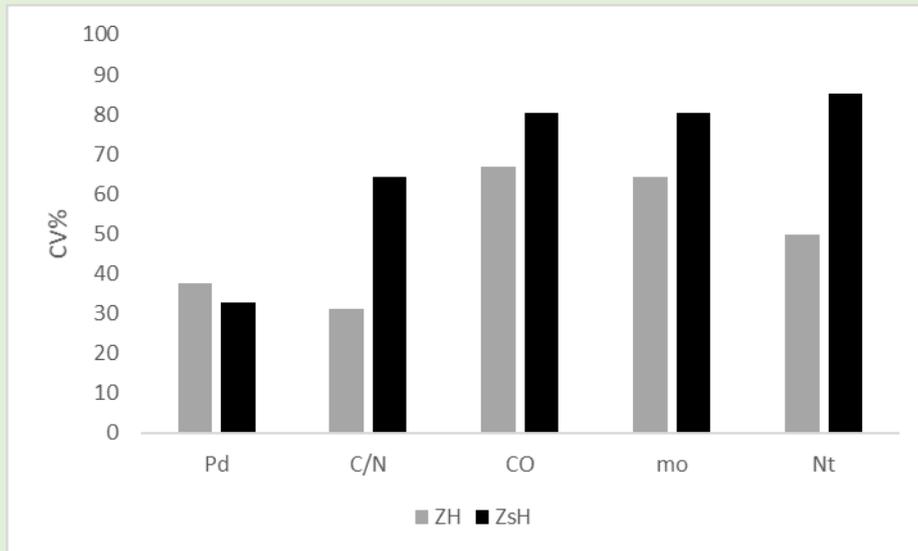


Figura 3. Coeficiente de variación (CV%) de las propiedades del suelo en diferentes zonas. P_d (fosforo disponible, mg/kg), C/N (relación carbono/nitrógeno), CO (carbono orgánico, %), mo (materia orgánica, %) y N_t (nitrógeno total, %).

Figure 3. Coefficient of variation (CV%) of soil properties at mallines soil under different zone. P_d (available phosphorus, mg/kg), C/N (relations carbon/nitrogen), CO (organic carbon, %), mo (organic matter, %) and N_t (total nitrogen, %).

El ACP relacionó las variables en función de las zonas. Los dos primeros componentes explicaron un 56,05 % (CP1 37,01, CP2 19,04) de la variabilidad de los datos. La asociación

uno está formada por arena y pH, la asociación dos, entre el Na, CE, K, P_d, PSI y la asociación tres, por Ca, CO, mo, N_t, Mg, CIC, limo y arcilla (Figura 4).

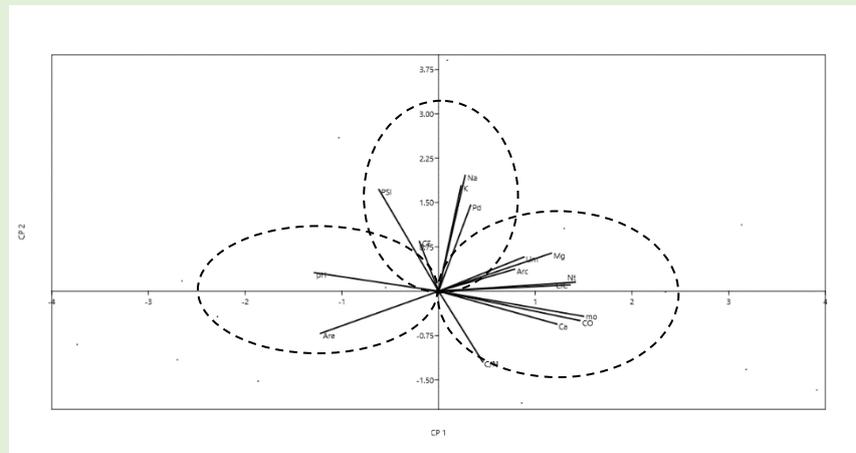


Figura 4. Analisis de los componentes principales (ACP). P_d (fosforo disponible, mg/kg), C/N (relación carbono/nitrógeno), CO (carbono orgánico, %), mo (materia orgánica, %) y N_t (nitrógeno total, %), pH, Arena (%), Ca (cmol/Kg), Limo (%), Arcilla (%), Na (cmol/Kg), K (cmol/Kg), Mg (cmol/Kg), PSI (porcentaje de sodio intercambiable, %), CE (conductividad eléctrica, dS/m), CIC (capacidad de intercambio catiónico, cmol/Kg) y componente principal (CP).

Figure 4. Principal components analysis (PCA). P_d (available phosphorus, mg/kg), C/N (relations carbon/nitrogen), CO (organic carbon, %), mo (organic matter, %) y N_t (total nitrogen, %), pH, Sand (%), Ca (cmol/Kg), silt (%), Clay (%), Na (cmol/Kg), K (cmol/Kg), Mg (cmol/Kg), PSI (exchangeable sodium percentage, %), CE (electrical conductivity, dS/m), CIC (cation exchange capacity, cmol/Kg), Main component (CP).

Discusión

La distribución espacial de las variables fisicoquímicas del suelo se presentó sin diferencias significativas, a excepción de la arena (Tabla 1) y K (Tabla 4), por lo que las prácticas de manejo podrían realizarse de manera homogénea en las diferentes zonas de los mallines del DFGSJ. Según (Mazzoni y Rabassa, 2013) los mismos corresponden a la categoría mallines típicos no degradados. El mayor porcentaje de arena de la ZsH se corresponde con los aportes provenientes de las laderas de los cañadones debido a los fuertes vientos de

la región. Asimismo, los mallines se encuentran sobre depósitos aluviales, formados por procesos fluvio-glaciares que proveyeron los sedimentos arenosos de los fondos de valle (Mazzoni y Rabassa, 2013) que predominan actualmente. Las diferencias en las concentraciones de K podrían deberse a la mayor meteorización y liberación del K de los feldspatos potásicos (illita) en la ZsH por la mayor oxigenación. De esta manera, en profundidad los porcentajes de arcillas disminuyen, al igual que los aporte de K. Otros autores encontraron diferencias en mallines de Pakistan

(Wazir *et al.*, 2008) y EEUU (Castro *et al.*, 2018) entre los porcentajes de las arcilla y arena. Los suelos francos con altos porcentajes de limo son aptos para la subirrigación, por lo que Horne (2010) afirma que al suplir el déficit hídrico estival este método, aumentaría la productividad primaria.

La caracterización de los suelos indicó propiedades adecuadas para la producción vegetal, ya que los suelos francos retienen el agua y nutrientes necesario para el crecimiento vegetal. Fueron mayores las concentraciones de nutrientes en ZH debido al aporte de agua (Tabla 3), al igual que lo encontrado por Chimner *et al.* (2011). Estudios de larga duración realizados por Kätterer *et al.* (2011) sugieren que las raíces contribuyen más a la materia orgánica estable del suelo que los residuos aportados por la biomasa aérea. Los valores de materia orgánica fueron muy altos (Tabla 3), por su parte Mazzoni y Rabassa (2013) registraron menores valores de materia orgánica y N_t en los mallines de Patagonia de condición típicos no degradados y Ultrilla *et al.* (2020) similares de materia orgánica (11%).

Los suelos resultaron alcalinos a excepción de dos muestras con valores levemente ácidos que presentan las mayores

concentraciones de materia orgánica, la cual provee los ácidos de su descomposición (Tabla 2). Estos valores se deben a las altas concentraciones de carbonatos típicos de zonas áridas (Bouza, 2012). En mallines del N y O de Patagonia Chimner *et al.* (2011) y Gaitán *et al.* (2011) registraron algunos mallines con pH alcalinos, al igual que Filipová *et al.* (2013), Ultrilla *et al.* (2020) y Vargas (2017) en Patagonia sur y en otros lugares del mundo (Wazir *et al.*, 2008; Castro *et al.*, 2018). Valores de pH mayores a 7,5 dificultan la absorción y disponibilidad de nutrientes, ya que los OH producen la precipitación de compuestos insolubles de Fe, Mn, Cu, B y Zn (Panday *et al.*, 2019). Los mallines correspondieron a la categoría no salino-no sódico (Richard, 1970), a excepción de un sitio que resultó no salino sódico. Si bien, resultaron no sódicos porque el pH es levemente menor a 8,5, cinco mallines presentaron valores de PSI mayores a 15 (Tabla 4). Estos valores deberían monitorearse, ya que las altas concentraciones de Na provocan la repulsión de las arcillas alterando la movilidad del agua en el suelo, al disminuir la infiltración. Además el Na es nocivo para las plantas, porque al aumentar la presión osmótica de la solución del suelo, las plantas deben adaptarse para seguir absorbiendo agua

con un consumo de energía mayor que provoca una disminución de la productividad. Las altas concentraciones de sales, entre ellas el Na, se pueden deber al agua que escurre de las partes altas que atravesó la unidad geológica Fm. Patagonia de origen marino (Sciuto, 2008) con la acumulación en las partes inferiores de las cuencas de baja pendiente (Mazzoni y Rabassa, 2013). Además, el sobrepastoreo dejó pequeñas áreas con suelo desnudo donde el agua asciende por la evaporación acarreado las sales a la superficie (Gandullo *et al.*, 2011; Ultrilla *et al.*, 2020; Peng *et al.*, 2020).

La mayor CE se observó en ZHsup debido al ascenso capilar del agua por la alta evapotranspiración favorecida por los fuertes vientos (Tabla 2). La disminución de la CE en la ZH se debería al lavado de las sales producido por el curso central, que circula principalmente en época invernal. Se encontraron similares valores en Patagonia norte (Gaitán *et al.*, 2011) y sur (Filipová *et al.*, 2013; Vargas, 2017) y valores mayores en Patagonia sur (Ultrilla *et al.*, 2020).

La relación C/N detectada en ambas zonas mostró una tasa de mineralización adecuada, resultando de moderada a alta y apropiadas condiciones para humificar el suelo, ya que valores menores a 15

evidencian que se presenta suficiente N disponible y asimilable para el desarrollo vegetal (Oosterheld *et al.*, 1998).

El coeficiente de variación (CV>50%) del PSI, Na y CE, CO, N y C/N, reflejó la variabilidad propia de cada mallín (Figura 2). Estos resultados están de acuerdo con lo encontrado por Filipová *et al.* (2013), Mazzoni y Rabassa (2013) y Vargas (2017). La variabilidad del PSI, Na y CE puede deberse a los aportes laterales de las zonas altas que atravesaron la Fm. Patagonia (Andreazzeani *et al.*, 2020) y adquirieron sales en su recorrido, mientras que la variabilidad de N_t se debería a la elevada lixiviación que ocurre en suelos arenosos (Quiroga y Bono, 2012), La cual depende de la concentración de agua y características del mallín. La presencia de agua esporádica y características propias de cada mallín como la microtopografía de la ZsH determinaría la variabilidad de compuestos orgánicos (Figura 3).

El ACP corroboró las relaciones entre las variables fisicoquímicas de las zonas. Se asociaron las variables dominantes en la ZsH, arena y pH (Figura 4). Las otras dos asociaciones se corresponden con elementos mayoritarios en la ZH, la asociación Na, K, CE, Pa, PSI, relaciona la mayor CE con la presencia de sales sódicas y potásicas. Fu *et al.* (2013)

encontraron correlaciones positivas entre algunas variables como el P y K. La asociación integrada por Ca, CO, mo, N_t, Mg, CIC, limo y arcilla (Figura 4), se debería a la retención de la materia orgánica y los nutrientes asociados a su descomposición donde las altas concentraciones de limo y arcilla, proporcionan estabilidad al suelo (Castro *et al.*, 2008).

Conclusión

La distribución espacial de las variables fisicoquímicas en los mallines del DFGSJ

Bibliografía

Alhassan, AM, Ma, W, Li, G, Jiang, Z, J Wu & G Chen. 2018. Response of soil organic carbon to vegetation degradation along a moisture gradient in a wet meadow on the Qinghai-Tibet Plateau. *Ecol and Evol* 8:11999–12010.

Allison, LE; I Bersetain; CA Bower; J Brown & LA Richard. 1980. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Editorial Limusa, México.

Andreazzini, MJ; SB Degiovani; AR Prieto; A Tripaldi & ME Luque. 2020. Mallines en la Sierra de Comechingones, Sierras Pampeanas, Argentina. Caracterización geológico-geomorfológica y reconstrucción paleoambiental durante el Holoceno. *Andean Geol* 47 (1): 77-109.

Bertiller, M; A Beeskow & M Irrisari. 1981. Caracteres fisonómicos y florísticos de la vegetación del Chubut. Secretaría del Estado de ciencia y tecnología. Consejo Nacional de

se presentó sin diferencias significativas a excepción del porcentaje de arenas y K. Lo que indica que el manejo de los mallines puede realizarse de manera homogénea. Los suelos se encuentran bien provistos de los elementos necesarios para el desarrollo vegetal. Resultaron no salinos no sódicos, pero algunos con valores altos de PSI, por lo que debería monitorear esta variable en el tiempo para implementar medidas y mantener la productividad actual.

Investigaciones Científicas. Contribución 40. CENPAT. Argentina.

Bouyoucos, GJ. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agr J* 54: 464-465.

Bouza, PJ. 2012. Génesis de las acumulaciones de carbonatos en Aridisoles Nordpatagónicos: su significado paleopedológico. *Rev de la Asoc Geol Argentina* 69: 300-315.

Bremner, JM & CS Mulvaney. 1982. Nitrogen total. *Methods of soil analysis Part 2. Chemical and microbiological properties* (pp. 595-624 pp). Madison, WI: American Society of Agronomy, Inc and Soil science society america, INC.

Cabrera, AL. 1980. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. 14:1-42.

Castro, M; F Machado Pérez & R Raven. 2018. Alpine wet meadows: soil properties effect on plant diversity. *Ecol and Conser Res*. 2:1-11.

Carreira, D. 2005. Carbono oxidable. Una forma de medir la materia orgánica del suelo. En: L

- Marbán & S Ratto (eds). Tecnologías en análisis de suelos. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. pp. 91-102.
- Chimner, A; GL Bonvissuto; MV Cremona; JJ Gaitán & CR López. 2011. Ecohydrological conditions of wetlands along a precipitation gradient in Patagonia, Argentina. *Wetlan ecohydrology along a precipitation gradient. Ecol Austral* 21:329-337.
- Ciarlo, EA; MP Mushiatti; N Peralta; M Comparín; F Gregorini; PA Cipriotti & L, Guiffre. 2020. Variabilidad espacial de propiedades del suelo: efecto del uso y tipo. *Cienc del suelo* 38: 249: 261.
- Cruzate, GA & JL Panigatti. 2006. Mapa de Suelos y Ambientes de Chubut, Argentina. Fundación ArgenINTA. 411 pp.
- Cuassolo, F & V Díaz Villanueva. 2019. Exóticas en humedales: Análisis de las comunidades vegetales de mallines y urbanos en la ciudad de Bariloche. *Ecol Austral* 29:405: 415.
- De Vos, B, S Lettens, B Muys & JA Deckers. 2007. Walkley-Black analysis of forest soil organic carbon: recovery, limitations and uncertainty. *Soil Use and Manag* 23: 221-229.
- Domínguez Díaz, E & J Ivelic Sáez. 2020. Caracterización de la composición y estructura florística en las geoformas asociada a una vega, en Centro Región de Investigación INIA Kampenaike en la región de Magallanes, Chile. *Anales Instituto Patagonia Chile* 48: 29: 41.
- FAO. 2009. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guía para la descripción de suelos- Cuarta Edición Roma.
- Filipová, L; R Hédli y M Dančák. 2013. Magellanic Wetlands: More than Moor. *Folia Geobotanica* 48: 163-188.
- Fu, W; K Zhao; P Jiang; Z Ye; H Tunney & C Zhang. 2013. Field-scale variability of soil test phosphorus and other nutrients in grasslands under long-term agricultural managements. *Soil Res* 51: 503-512.
- Gaitán, JJ; CR López & DE Bran. 2011. Vegetation composition and its relationship with the environment in mallines of north Patagonia, Argentina. *Wetlands Ecol Manag* 19:121-130.
- Gandullo, R; Schimid, P & O Peña. 2011. Dinámica de la vegetación de los Humedales del Parque Nacional Laguna Blanca (Neuquén) Argentina. Propuesta de un modelo de estados y transiciones. *Multequina* 20: 43-62.
- Hammer, O; Harper, DAT & P Ryan. 2001. Past. Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleont Electr.*
- Horne, F. 2010. Manejo hidrológico de mallines: aplicación al manejo sustentable del Mallín Genoa. Educo Editorial de la Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. 61 pp.
- Hu, K; S Wang; H Li; F Huang & B Li. 2014. Spatial scaling effects on variability of soil organic matter and total nitrogen in suburban Beijing. *Geoderma* 226-227:54-63.
- Jocou, AI & R Gandullo. 2020. Diversidad de plantas vasculares de los humedales de la Norpatagonia (Argentina). *Rev Museo Argentino Cienc Naturales* 22:131-154.
- Kätterer T; MA; Bolinder, O, Andrés, H Korchmann & L. Menichetti. 2011. Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. *Agr. Ecosyst. Environ.* 141:184-192.
- Kulik, M. 2014. Changes of Biodiversity and Species Composition of Molinia Meadow Depending on Use Method. *Pol J Environ Stud* 23:773-782.
- Laterra, P., B Martín López; M Mastrángelo & L Garibaldi. 2017 Servicios ecosistémicos en Latinoamérica. *Ecol Austral.* 27:094-098.

- Mazzoni, E. & J. Rabassa. 2013. Types and internal hidro-geomorfologic variability of Patagonia: Emphasis on volcanic plateaus. *S Am Earth Sciences Wetl* 46:170-182.
- Mitsch, W.J. & J.G. Gosselink. 2015. *Wetlands*. 5 ed. Wiley. Hoboken. 736 pp.
- Nelson, DW & LE Sommers. 1982. Total Carbon, organic carbon and organic matter. In: Al Paga (Eds) *Methods of soil Analysis. Part 2 American Society of Agronomy, Agronomy 9*. Madison, WI, USA, pp 539-579.
- Oesterheld, M., M.R Aguiar & JM Paruelo. 1998. Ecosistemas patagónicos. *Ecol Austral* 8:75-84.
- Paruelo, JM; A Beltrán; EM Jobbagy; OE Sala & RA Golluscio. 1998. The climate of Patagonia: general patterns and control on biotic processes. *Ecol Austral* 8: 85:101.
- Panday, D., R.B Ojha; D Chalise; S Das & B. Twanabasu. 2019. Spatial variability of soil under different land use in the Dang district of Nepal. *Cog Food and Agriculture* 5: 1600460.
- Peng, F; X Xue; Ch Li; Ch Lai; J Sun; M Tsubo; A Tsunekawa & T Wang. 2020. Plant community of alpine steppe shows stronger association with soil properties than alpine meadow along side degradation. *S of the total environment conservation*.
- Qi, Q., D Zhang; S Tong; M Zhang; X Wang; Y An & X Lu. 2021. The driving mechanisms for community expansion in a restored *Carex tussock* wetland *Ecol Indicators* 121:107040.
- Quiroga, A. & A. Bono. 2012. *Manual de fertilidad de los suelos*. INTA. Ediciones INTA. Argentina.
- Richards, LA. 1970. *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos*. Centro regional de ayuda técnica, AID. México. 172 pp.
- Ritcher, M, ME Conti, & G.D Maccarini. 1982. Mejoras en la determinación de cationes intercambiables, acidez intercambiable y capacidad de intercambio catiónico en suelos. *Rev de la Facultad de Agro*. 3:145-155.
- SAMLA. 2004. *Curso del Sistema de Apoyo Metodológico a Laboratorios de Análisis de suelos, agua, vegetales y enmiendas orgánicas*. Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación.
- Sciutto, JC; O Césari & N Iantanos. 2008. Hoja geológica 4569-IV Escalante, escala 1:250000: Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, Secretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Buenos Aires. *Boletín* 351, 76 pp.
- Squeo, F, E Ibacache; B Warner; D Espinosa; R Aravena & JR Gutiérrez. 2006. Productividad y Diversidad Florística de la Vega Tambo Cordillera de Doña Ana. *La Alta Montaña del Valle del Elqui*. Chile. 323-352.
- Tian, L; Y Bai; W Wang; G Qu; Z Deng; R Li & J Zhao. 2020. Warm- and cold- season grazing affect plant diversity and soil carbon and nitrogen sequestration differently in Tibetan alpine swamp meadows. *Plant and Soil*. 458:151-164.
- Utrilla, V; M Brizuela & A Cibils. 2005. Riparian habitats (mallines) of Patagonia. A key grazing resource for sustainable sheep-farming operations. *Agric* 34: 55-59.
- Utrilla V. R; M Andrade; S Billoni; B Rogel; P Peri; M.V Sturzenbaum & V Rogel. 2014. *Monitoreo de indicadores de mallines bajo pastoreo ovino en el sur de Santa Cruz*. Ediciones INTA. 31 pp.
- Utrilla, VR; M Andrade; S Billoni; B Rogel & P Peri. 2020. Evaluación de indicadores de degradación y biomasa radical en mallines de una cuenca hídrica del sur de Santa Cruz. *Ecol Austral* 30:401-414.
- USDA. 1999. *Guía para la Evaluación de la calidad y salud del suelo*. 82 pp.
- Usowicz, B & J Lipiec. 2017. Spatial variability of soil properties and cereal yield in a cultivated

fiel don Sandy soil. *Soil y Tillage Research* 174:241-250.

Vargas, PP. 2017. Mallines del sur de la Patagonia: interacciones entre unidades fisiográficas y productividad en diferentes ambientes geomorfológicos. Tesis título de Doctor en Ciencias aplicadas. Universidad Nacional de Lujan. 216 pp.

Wazir, S. M; A Dasti; S Saima; J Shah; & F Hussain. 2008. Mutivariate analysis of vegetation of Chapursan Valley: An alpine meadow in Pakistan. *Pak. J. Bot* 40: 615-626.

Zhang, W; X Xue; F Pengac; Q You & A Haoab. 2019. Metaanalysis of the effects of grassland degradation on plant and soil properties in the apline meadows of the Qinghai Tibetan Plateau. *Global Ecol and Conser* 20:e00774.

Naturalia Patagónica