

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.

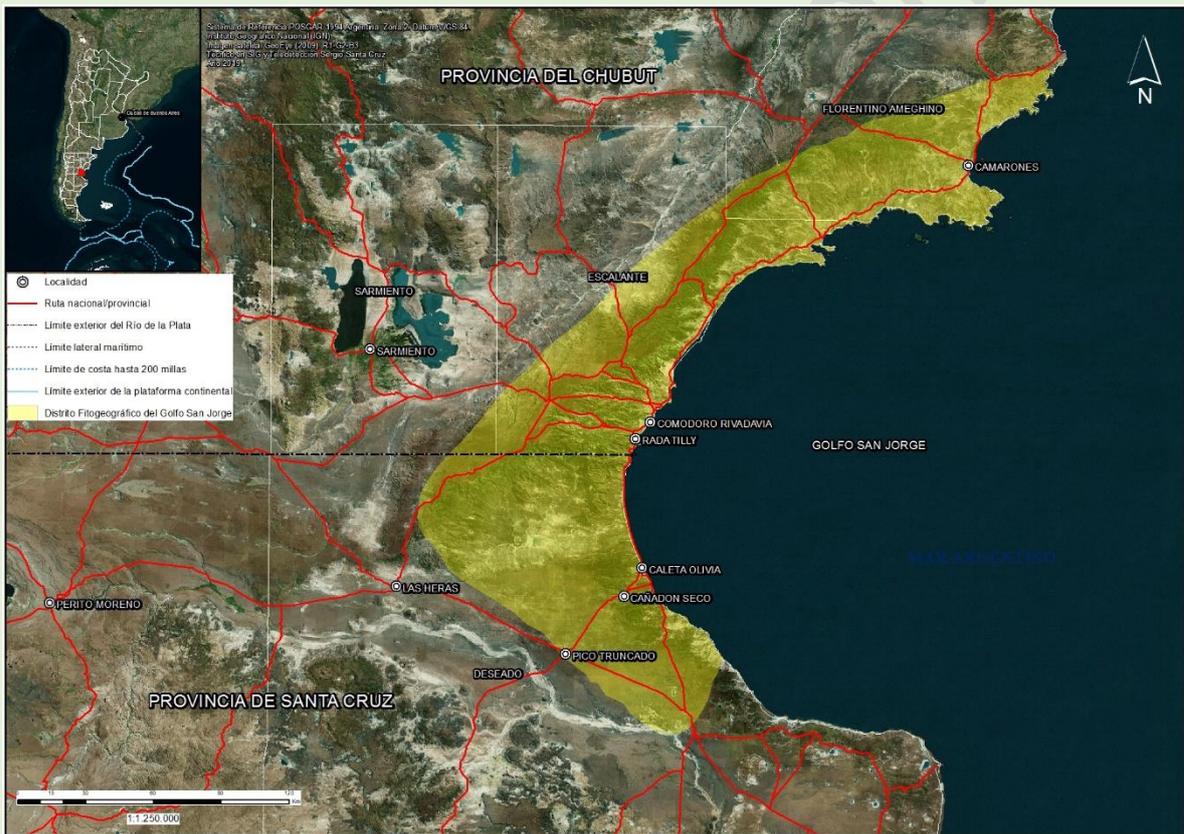


Figura 1. Ubicación del Distrito Fitogeográfico Golfo San Jorge.
Figure 1. Location of the Gulf San Jorge Phytogeographic District.

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.

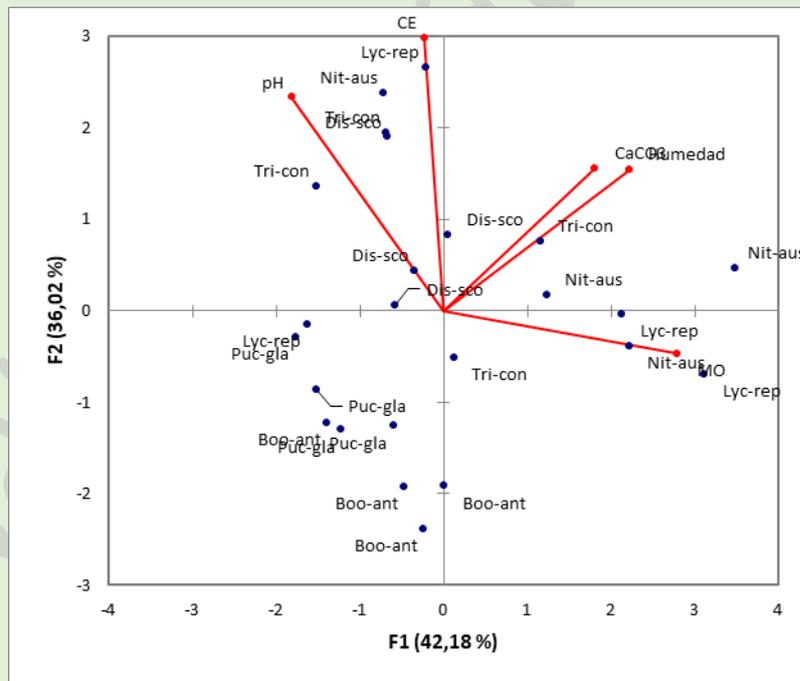
Table 1. Mean values and standard desviation of the physicochemical variables in the soil samples in relation to the plant species present. pH, EC: electrical conductivity, OM: organic matter, CO₃Ca: calcium carbonate.

	<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.



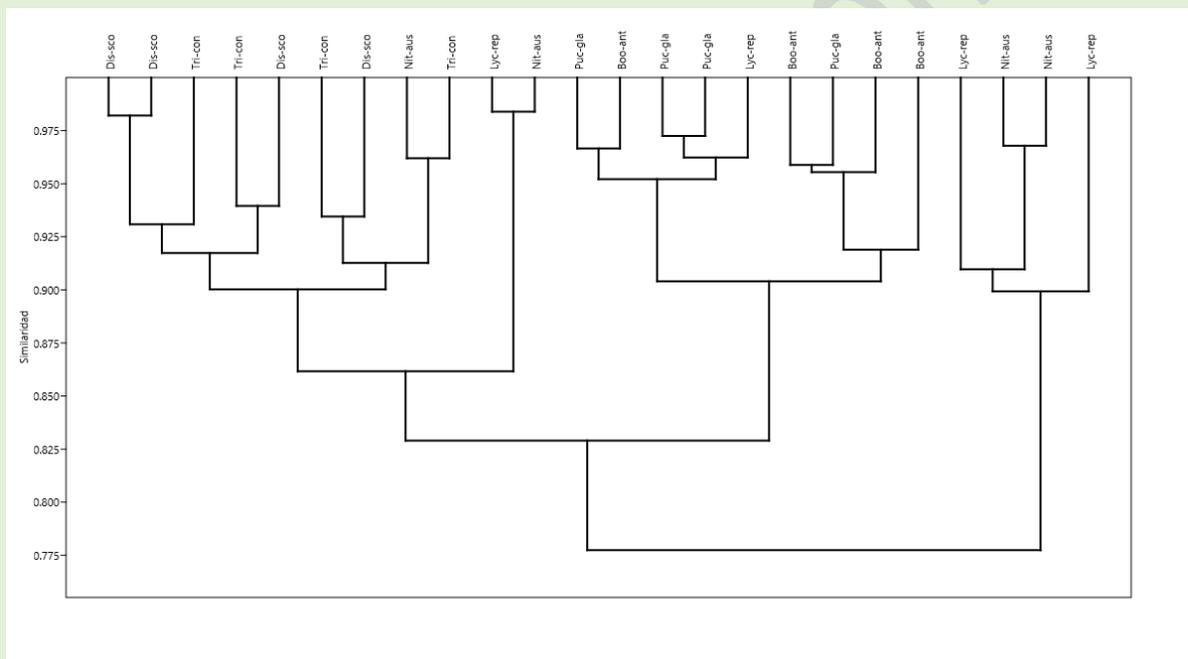
Los resultados obtenidos en el ACP fueron confirmados por el análisis de agrupamiento jerárquico de las especies vegetales (Figura 3) donde se observan

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.

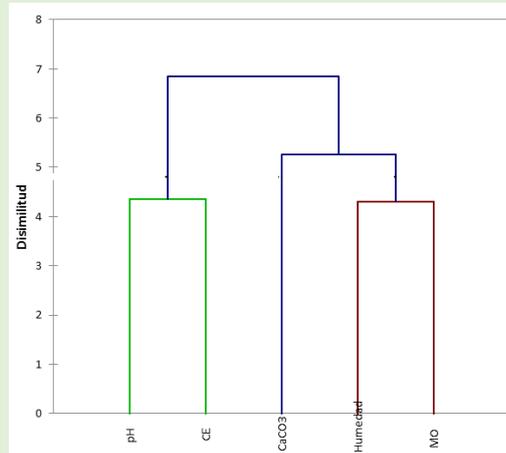
Figura 3. Dendrograma de grupos de especies vegetales.
Figure 3. Dendrogram of groups of plant species.



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 Ardisoles 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.
- Castañó, 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 clime of Patagonia: general patterns and control son 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 enviroment 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.