

# Caracterización de la composición y estructura florística en las geoformas asociadas a una vega, en el Centro Regional de Investigación - INIA Kampenaike, en la región de Magallanes, Chile

*Characterization of the composition and floristic structure in the geoforms associated a wet meadow, INIA Kampenaike Research Center, Magallanes region, Chile*

Erwin Domínguez Díaz<sup>1</sup> & Jorge Ivelic-Sáez<sup>1</sup>

## Resumen

Un estudio sobre la estructura y composición florística se realizó en tres geoformas asociadas a una vega (humedal) en el Centro Regional de Investigación INIA Kampenaike, ubicado en la zona intermedia de la estepa magallánica (52°42'27"S, 70°54'52"O). La hipótesis de trabajo fue que el pastoreo sobre geoformas asociadas a una vega genera diferencias en la composición y estructura florística de la vegetación. En este contexto, los objetivos específicos fueron: 1) describir los componentes taxonómicos, 2) caracterizar la biodiversidad florística y 3) evaluar la similitud o diferencias de la vegetación, junto con determinar la contribución de las especies que estructuran las comunidades de plantas en geoformas asociadas a una vega. El análisis fue mediante el uso de 57 cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>. Se identificaron a nivel específico 55 taxones, 1 de la División Ascomycota, 2 de la División Bryophyta y 52 de la División Tracheophyta (plantas superiores), 19 especies de la Clase Liliopsida y 33 especies de la Clase Magnoliopsida, distribuidas en 23 familias, 41 géneros, 53 especies y dos especímenes que no pudieron ser identificados. Los índices de biodiversidad más altos corresponden a las geoformas de Ladera Sur y Norte respectivamente, en comparación a la geoforma Depresión (Vega), donde se puede apreciar una presión antropogénica debido a la intensidad del pastoreo, la que ha causado una disminución en la biodiversidad en términos de número de especies y cobertura, lo cual se ajusta a otros estudios realizados en vegas en la

Patagonia. Para evaluar estructura del ensamble de las comunidades entre las geoformas, se realizó un análisis de ordenamiento multidimensional (nMDS) y se determinó la significancia de los grupos mediante el método ANOSIM ( $R=0,6902$ ;  $p \leq 0,0001$ ). El análisis SIMPER mostró que las plantas que contribuyeron de manera más significativa fueron en la geoforma Depresión que corresponde a la vega. Ellas son: *Agrostis meyenii*, *Taraxacum officinale* y *Hordeum pubiflorum* con más del 50% de la cobertura promedio. En la geoforma Ladera Sur existió una mayor heterogeneidad taxonómica, aunque sólo una especie (*Poa spiciformis*) generó el valor más alto de la similitud dentro de este grupo con una cobertura promedio de 13%. En cambio, en la geoforma Ladera Norte, las especies que más contribuyeron a la similitud de este grupo fueron: *Taraxacum officinale*, *Acaena pinnatifida* y *Aira caryophyllea* con una cobertura promedio de 42%. Estos resultados permiten cuantificar que el pastoreo excesivo genera efectos negativos que se manifiestan en cambios en la vegetación, debido a la sustitución de especies por otros taxones que son propios de sectores áridos.

## Palabras clave:

geoformas, vegas, diversidad florística, pastoreo, Patagonia.

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).  
Casilla 277, Punta Arenas, Chile.  
✉ edominguez@inia.cl

## Abstract

A study on the structure and floristic composition was carried out in three geoforms associated with a wet meadow (wetland) at the INIA Kampenaike Regional Research Center, located in the intermediate zone of the Magellanic steppe (52°42'27"S, 70°54'52"W). The working hypothesis was that grazing on geoforms associated with a wet meadow generates differences in the composition and floristic structure of the vegetation. In this context, the specific objectives were: 1) describe the taxonomic components, 2) characterize the floristic biodiversity and 3) evaluate the similarity or differences of the vegetation, together with determining the contribution of the species that structure the plant communities in geoforms associated with a wet meadow. The analysis was through the use of 57 quadrants of 1 m<sup>2</sup>. At a specific level, 55 taxa were identified, 1 from the Ascomycota Division, 2 from the Bryophyta Division and 52 from the Tracheophyta Division (higher plants), 19 species of the Liliopsida Class and 33 species of the Magnoliopsida Class, distributed in 23 families, 41 genera, 53 species and two specimens that could not be identified. The highest biodiversity indices correspond to the geoforms of the South and North slopes respectively, compared to the Depression (wet meadow) geoform, where anthropogenic pressure can be seen due to the intensity of grazing, which has caused a decrease in biodiversity in terms of number of species and coverage, which is in line with other studies carried out in wetlands in Patagonia. To assess the structure of the assemblage of the communities between the geoforms, a multidimensional ordering analysis (nMDS) was performed and the significance of the groups was determined using the ANOSIM method ( $R=0.6902$ ;  $p<0.0001$ ). The SIMPER analysis showed that the plants that contributed most significantly were in the Depression geoform that corresponds to the wet meadow. They are: *Agrostis meyenii*, *Taraxacum officinale* and *Hordeum pubiflorum* with more than 50% of the average coverage. In the South Slope geoform there was a greater taxonomic heterogeneity, although only one species (*Poa spiciformis*) generated the highest value of similarity within this group with an average coverage of 13%. In contrast, in the North Slope geoform, the species that most contributed to the

similarity of this group were: *Taraxacum officinale*, *Acaena pinnatifida* and *Aira caryophyllea* with an average coverage of 42%. These results allow quantifying that excessive grazing generates negative effects that are manifested in changes in vegetation, by the substitution of species, by other taxa that are typical of arid sectors.

## Key words:

geoforms, wet meadow, floristic diversity, grazing, Patagonia.

## INTRODUCCIÓN

Las vegas o mallines en la Patagonia son un tipo de humedal y se caracterizan por ser áreas saturadas de agua, en forma permanente o temporal durante el año, siendo éste el factor dominante que determina la naturaleza del desarrollo de un suelo abundante en materia orgánica y de una vegetación herbácea típica, formada por juncáceas, ciperáceas, gramíneas (Pisano, 1977). Particularmente, las vegas o mallines, constituyen un tipo de humedal que es frecuente, pero no abundante en las extensas planicies en la estepa patagónica en la región de Magallanes, la que puede cubrir una superficie aproximada de 200.000 hectáreas (SAG, 2004). Estos humedales se desarrollan comúnmente en depresiones entre morrenas o fondos de valles. En la estepa su formación requiere del aporte de agua subterránea o estacional, generada por el escurrimiento superficial de los deshielos o de las precipitaciones estacionales. Las vegas constituyen sistemas de alto valor productivo por ser una fuente de agua y alimento para la ganadería (bovina y ovina en especial), principalmente por el aporte de forraje de calidad, con alto valor nutricional (Buono *et al.* 2010).

Sus principales funciones y servicios ecosistémicos son: 1) la regulación hídrica manteniendo el agua excedente de la estación húmeda, 2) regulación de los caudales de chorrillos o arroyos, mitigando las crecidas y 3) actúan como filtro y retención de sedimentos. Además, por ser un humedal, tiene un rol importante en el secuestro de carbono debido al alto contenido de materia orgánica de sus suelos (Houghton, 2007). Las causas más frecuentes que conducen a la degradación de estos ambientes son el

sobrepastoreo (Utrilla *et al.* 2005) y la intervención intencional de la red de drenaje (Lord *et al.* 2011; Scopel *et al.* 2017). Este último proceso provoca el descenso del nivel freático, causando cambios en la vegetación (Soriano & Movia, 1986; Vázquez *et al.* 2013). Por otra parte, las características de las geoformas asociadas a las vegas son importantes, por la composición florística que éstas tienen, cuando se piensa en su manejo o su restauración (Olff & Ritchie, 1998). Los estudios sobre vegas en Patagonia, en su mayoría, se han focalizado en los aspectos edáficos, sedimentológicos, topográficos, hídricos, mapeos y procesamiento de imágenes satelitales (Mazzoni & Rabassa, 2013; Vázquez *et al.* 2013; Gaitán *et al.* 2015; Grima *et al.* 2015); otros se refieren a la distribución espacial de las comunidades vegetales (Gandullo & Schmid, 2001; Gaitán *et al.* 2011; Mazzoni & Rabassa, 2013; Vázquez *et al.* 2013).

Por otra parte, las vegas ocupan el 22% de la superficie total en el Centro Regional de Investigación INIA Kampenaike y han estado sujetas al pastoreo durante 44 años, tanto por animales domésticos, como bovinos y ovinos, soportando un régimen de ganadería de tipo rotativo, semi-intensivo, con cargas moderadas. Las respuestas de estas comunidades vegetales y sus geoformas asociadas, frente a la acción de los herbívoros domésticos, no han sido estudiadas. La hipótesis de este trabajo es que el pastoreo sobre las geoformas asociadas a una vega genera diferencias en la composición y estructura florística de la vegetación. En este contexto, los objetivos de este estudio son: 1) describir los componentes taxonómicos, 2) caracterizar la biodiversidad florística y 3) evaluar la similitud o diferencias de la vegetación, junto con determinar la contribución de las especies que estructuran las comunidades de plantas en geoformas asociadas a una vega.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Sitio de estudio*

El Centro Regional de Investigación INIA Kampenaike está ubicado a 60 km al NE de la ciudad de Punta Arenas (52°42'27"S, 70°54'52"O) (Fig. 1), en la zona intermedia de la estepa magallánica y abarca una superficie aproximada de 10.070

ha. La precipitación media anual es de 300 mm distribuidos de manera relativamente uniforme a lo largo del año. La temperatura promedio anual es de 8,5°C, la máxima del mes cálido es de 24°C y la mínima del mes más frío es de -7°C (<https://agrometeorologia.cl/>). El paisaje incluye geoformas de origen glacifluvial que se manifiestan en cerros bajos con ondulaciones y depresiones. Las vegas cubren el 22% (2.259 ha) de la superficie total. El 20 de agosto de 2019, se realizó un reconocimiento geomorfológico en el potrero Vega 1, mediante el empleo de un vehículo aéreo no tripulado (VANT) Phantom 4 Pro 2v, identificando tres geoformas (Ladera Sur, Depresión y Ladera Norte). Históricamente, el potrero Vega 1 (de 9 ha) ha sido usado para el encaste bovino de 25 a 27 vacas con un toro, desde enero a febrero, descansando el campo por tres meses. Luego, en mayo ingresan 400 a 600 ovejas, para encaste, por 35 días, quedando libre de animales hasta el mes de enero del año siguiente, cumpliendo un ciclo de rotación.

### *Diseño de muestreo*

El 20 de noviembre de 2019, se realizó un muestreo de la vegetación, utilizando 57 cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> (2 x 0,5 m) distribuidos cada 10 m, en tres transectos de 190 m de largo, orientados de sur a norte. En cada parcela se estimó la riqueza de especies y la cobertura vegetal (%). Los trabajos de identificación de plantas se realizaron con claves de acuerdo a la Flora Patagónica de INTA (Correa, 1969, 1971, 1978, 1984, 1985, 1988, 1999). La nomenclatura de las especies, su hábito y origen, se basó en el Catálogo de Plantas Vasculares de Chile (Rodríguez & Marticorena, 2019).

### *Análisis estadístico*

La complejidad de la comunidad vegetal presente en cada unidad muestral se estimó a través del índice de dominancia (D), índice de Simpson (1-D) e índice de diversidad Shannon-Wiener (H'). Con los datos obtenidos se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con la corrección de Bonferroni, para detectar diferencias entre las geoformas, debido a que los datos no mostraron distribución normal (prueba de Shapiro-Wilk). La

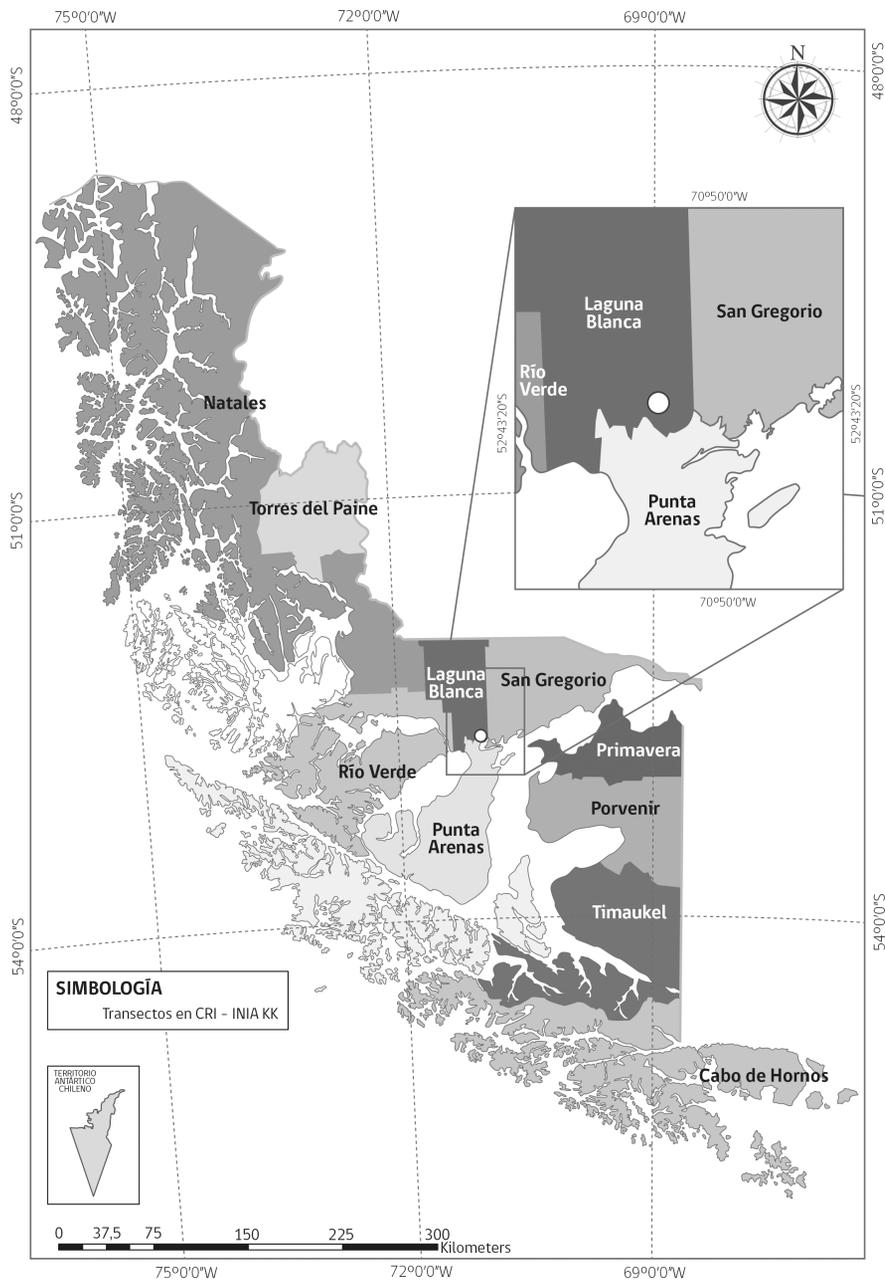


Fig. 1. Ubicación de los transectos botánicos para las tres geoformas asociadas a una vega. Estas son: Ladera Norte, Depresión y Ladera Sur, ubicadas en el CRI – INIA Kampenaike ( $52^{\circ}41'36''\text{S}$  -  $52^{\circ}41'24''\text{S}$  y  $71^{\circ}01'06''\text{O}$  -  $71^{\circ}01'08''\text{O}$ ).

estructuración del ensamble de las comunidades se representa y contrasta gráficamente utilizando un ordenamiento de escalamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) (Kruskal, 1964), sobre una matriz de distancia de disimilaridad de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957; Clarke *et al.* 2006; Härdle,

& Simar, 2012).), la cual utiliza la información de composición de especies con su respectiva cobertura. Luego, se comparó la composición de especies entre las geoformas con ANOSIM (Clarke & Green, 1988), utilizando 9.999 permutaciones con el objeto de estimar un nivel de significancia

$p < 0,05$  entre las geoformas; bajo la hipótesis nula de que no hay diferencias en la composición florística entre ellas, producto del pastoreo. Finalmente, para determinar la contribución de las especies en la estructuración de la comunidad de plantas, se realizó un análisis de porcentaje de similitud (SIMPER) (Clarke, 1993), de modo de indicar cuantitativamente cuáles son las especies que explican las diferencias entre grupos. Todos los análisis, tanto univariados como multivariados, se realizaron en el programa PAST (Palaeontological Statistics) v4.0 (Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS

En total se registraron 55 especies distribuidas en 23 familias y 41 géneros, de las cuales 42 especies son nativas y 11 no nativas. Se determinaron 52 taxones que corresponden a la División Tracheophyta (plantas superiores), 1 de la División Ascomycota y 2 de la División Bryophyta. La Clase mejor representada fue Magnoliopsida con 33 especies, seguida por 19 especies de la Clase Liliopsida. Dos especímenes no pudieron ser identificados a nivel específico, por no presentar estructura reproductiva. Las familias

mejor representadas fueron: Poaceae con 12 especies y Asteraceae con 8 (Tabla 1). En todas las geoformas se encontraron especies introducidas: 6 especies en la Ladera Sur y Norte, y 8 especies en la Depresión (Tablas 1 y 4). Por otra parte, los resultados de los parámetros comunitarios que corresponden a la geoforma Depresión, indican que difiere significativamente en la riqueza de especies (S) respecto a las geoformas Ladera Sur y Norte; para la cobertura vegetal (%), la Ladera Sur difiere significativamente de la geoforma Depresión, no así la Ladera Norte para el índice de Shannon (H'), la geoforma Depresión indica una menor diversidad, la cual difiere significativamente de las otras dos geoformas (Tabla 2).

El análisis de ordenamiento multidimensional (nMDS), basado en las coberturas de especies, para evaluar la similitud o diferencias de la vegetación relacionada a las tres geoformas asociadas a la vega, mostró evidencias de agrupaciones genuinas de las muestras involucradas (geoformas), las que se pueden apreciar en la Fig. 2. Los resultados obtenidos con el ANOSIM sumado al índice de Bray-Curtis proporcionaron diferencias significativas entre las tres geoformas estudiadas ( $R = 0,6902$ ;

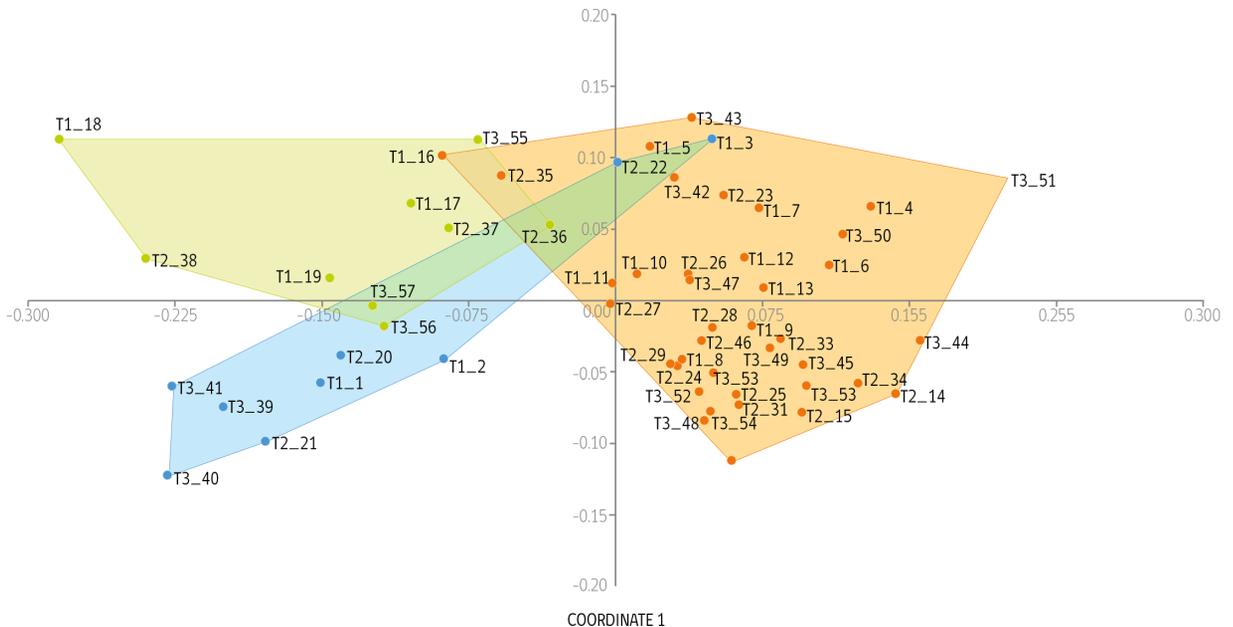


Fig. 2. Ordenamiento de escalamiento multidimensional no paramétrico (nMDS, estrés = 0,1855) que muestra agrupaciones entre las tres geoformas estudiadas. Celeste = Ladera Sur; Naranja = Depresión que corresponde a la vega y Verde = Ladera Norte.

Tabla 1. Flora registrada en el área de estudio, ordenada según la clasificación de Rodríguez &amp; Marticorena (2019).

ID	División	Clase	Familia	Especies	Hábito	Origen
1	Tracheophyta	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Carex acaulis</i>	Hierba, perenne	Nativa
2	Tracheophyta	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Eleocharis nubigena</i>	Hierba, perenne	Nativa
3	Tracheophyta	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Carex sorianoi</i>	Hierba, perenne	Nativa
4	Tracheophyta	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Carex austroamericana</i>	Hierba, perenne	Nativa
5	Tracheophyta	Liliopsida	Iridaceae	<i>Olsynium biflorum</i>	Hierba, perenne	Nativa
6	Tracheophyta	Liliopsida	Juncaceae	<i>Luzula alopecurus</i>	Hierba, perenne	Nativa
7	Tracheophyta	Liliopsida	Juncaceae	<i>Juncus scheuchzerioides</i>	Hierba, perenne	Nativa
8	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Agrostis meyenii</i>	Hierba, perenne	Nativa
9	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Poa spiciformis</i>	Hierba, perenne	Nativa
10	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Hordeum pubiflorum</i>	Hierba, perenne	Nativa
11	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Aira caryophyllea</i>	Hierba, anual	Introducida
12	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Poa pratensis</i>	Hierba, perenne	Introducida
13	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Festuca gracillima</i>	Hierba, perenne	Nativa
14	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Festuca magellanica</i>	Hierba, perenne	Nativa
15	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Phleum alpinum</i>	Hierba, perenne	Nativa
16	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	Indet.	Indet.	Indet.
17	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Rytidosperma virescens</i>	Hierba, perenne	Nativa
18	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Festuca pyrogea</i>	Hierba, perenne	Nativa
19	Tracheophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Alopecurus magellanicus</i>	Hierba, perenne	Nativa
20	Tracheophyta	Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Azorella monantha</i>	Subarbusto	Nativa
21	Tracheophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Hierba, perenne	Introducida
22	Tracheophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Chiliotrichum diffusum</i>	Arbusto, perenne	Nativa
23	Tracheophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Hypochaeris incana</i>	Hierba, perenne	Nativa
24	Tracheophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Hypochaeris palustris</i>	Hierba, perenne	Nativa
25	Tracheophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Symphotrichum vahlII</i>	Hierba, perenne	Nativa
26	Tracheophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Senecio miser</i>	Hierba, perenne	Nativa
27	Tracheophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Leptinella scariosa</i>	Hierba, perenne	Nativa
28	Tracheophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Nassauvia aculeta</i>	Hierba, perenne	Nativa
29	Tracheophyta	Magnoliopsida	Berberidaceae	<i>Berberis microphylla</i>	Arbusto, perenne	Nativa
30	Tracheophyta	Magnoliopsida	Berberidaceae	<i>Berberis empetrifolia</i>	Arbusto, perenne	Nativa
31	Tracheophyta	Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Myosotis stricta</i>	Hierba, anual o perenne	Introducida
32	Tracheophyta	Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Hierba, anual o bienal	Introducida
33	Tracheophyta	Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Draba verna</i>	Hierba, anual	Introducida

ID	División	Clase	Familia	Especies	Hábito	Origen
34	Tracheophyta	Magnoliopsida	Calceolariaceae	<i>Calceolaria uniflora</i>	Hierba, perenne	Nativa
35	Tracheophyta	Magnoliopsida	Campanulaceae	<i>Lobelia oligophylla</i>	Hierba, perenne	Nativa
36	Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Cerastium arvense</i>	Hierba, perenne	Introducida
37	Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Colobanthus subulatus</i>	Hierba, perenne	Nativa
38	Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Cerastium fontanum</i>	Hierba, perenne	Introducida
39	Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Adesmia lotoides</i>	Hierba, perenne	Nativa
40	Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianaceae	<i>Gentianella magellanica</i>	Hierba, anual	Nativa
41	Tracheophyta	Magnoliopsida	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	Hierba, Anual o bienal	Introducida
42	Tracheophyta	Magnoliopsida	Geraniaceae	<i>Geranium core-core</i>	Hierba, perenne	Nativa
43	Tracheophyta	Magnoliopsida	Oxalidaceae	<i>Oxalis loricata</i>	Hierba, perenne	Nativa
44	Tracheophyta	Magnoliopsida	Plumbaginaceae	<i>Armeria maritima</i>	Hierba, perenne	Nativa
45	Tracheophyta	Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i>	Hierba, perenne	Introducida
46	Tracheophyta	Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	Hierba, perenne	Introducida
47	Tracheophyta	Magnoliopsida	Rosaceae	<i>Acaena pinnatifida</i>	Hierba, perenne	Nativa
48	Tracheophyta	Magnoliopsida	Rosaceae	<i>Acaena magellanica</i>	Hierba, perenne	Nativa
49	Tracheophyta	Magnoliopsida	Rosaceae	<i>Acaena poeppigea</i>	Hierba, perenne	Nativa
50	Tracheophyta	Magnoliopsida	Schoepfiaceae	<i>Arjona patagonica</i>	Hierba, perenne	Nativa
51	Tracheophyta	Magnoliopsida	Schoepfiaceae	<i>Arjona pusilla</i>	Hierba, perenne	Nativa
52	Tracheophyta	Magnoliopsida	Violaceae	<i>Viola maculata</i>	Hierba, perenne	Nativa
53	Bryophyta	Bryopsida	Pottiaceae	<i>Syntrichia</i> sp.	Briófita terrestre	Nativa
54	Ascomycota	Lecanoromycetes	Peltigeraceae	<i>Peltigera</i> sp.	Epífita Liquen	Nativa
55	Bryophyta	Bryopsida	Indet.	Briófita indet.	Indet.	Indet.

Tabla 2. Promedio ( $\pm$  DE) de los parámetros comunitarios de biodiversidad: riqueza de especies (S), cobertura vegetal (%), índice de dominancia (D), índice de Simpson (1-D) e índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para las geoformas estudiadas.

Parámetros comunitarios	Geoforma Ladera Sur	Geoforma Depresión	Geoforma Ladera Norte
(S)	13,5 $\pm$ 3,24 <sup>b</sup>	6 $\pm$ 1,59 <sup>a</sup>	10,5 $\pm$ 3,4 <sup>b</sup>
(%)	88 $\pm$ 5,89 <sup>b</sup>	75 $\pm$ 16,68 <sup>a</sup>	86 $\pm$ 13,06 <sup>ab</sup>
(D)	0,16 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	0,37 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	0,21 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
(1-D)	0,84 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	0,63 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	0,79 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>
( $H'$ )	2,09 $\pm$ 0,35 <sup>b</sup>	1,23 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>	1,81 $\pm$ 0,36 <sup>b</sup>

Letras minúsculas distintas representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

$p \leq 0,0001$ ). La Tabla 3 muestra el resultado de comparaciones pareadas por medio del análisis ANOSIM, donde se aprecia las diferencias significativas en todos los casos ( $p < 0,05$ ). Los resultados obtenidos con la aplicación del análisis

SIMPER para determinar la contribución de especies para cada geoforma se muestra en la Tabla 4. Diferentes especies de plantas son las que contribuyeron de manera más significativa tanto a la similitud dentro de cada grupo como

Tabla 3. Valores de  $p < 0,05$  de las comparaciones pareadas por ANOSIM entre la composición florística de las distintas geoformas estudiadas.

	Geoforma Ladera Sur	Geoforma Depresión	Geoforma Ladera Norte
Geoforma Ladera Sur	0		
Geoforma Depresión	0,0001	0	
Geoforma Ladera Norte	0,0028	0,0001	0

en la disimilaridad entre ellos, especialmente en la geoforma Depresión que corresponde a la vega. En este grupo, tres especies contribuyeron a la similitud dentro del mismo con más del 50% de la cobertura promedio; ellas son: *Agrostis meyenii*, *Taraxacum officinale* y *Hordeum pubiflorum*. En la geoforma Ladera Sur existió una mayor heterogeneidad taxonómica, aunque sólo una especie (*Poa spiciformis*) generó el valor más alto de la similitud dentro de este grupo con una cobertura promedio de 13%. En cambio, en la geoforma Ladera Norte las especies que más contribuyeron a la similitud dentro de este grupo fueron: *Taraxacum officinale*, *Acaena pinnatifida* y *Aira caryophylla* con una cobertura promedio de 42%. Al encontrar diferencias significativas con ANOSIM, se identificaron los taxones que más contribuyeron a estas diferencias mediante el análisis SIMPER (Tabla 4).

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que los componentes taxonómicos son diferentes en las distintas geoformas, especialmente en la Depresión, que corresponde a una vega, la cual se caracterizó por la presencia de una riqueza representada por 33 especies y con una cobertura promedio de 72%, siendo la gramínea *Agrostis meyenii* la más importante en términos de cobertura, esto se ajusta a los resultados hallados en otros estudios en vegas realizados por Utrilla *et al.* (2008). Por otra parte, entre las geoformas del tipo ladera, la que presentó mayor riqueza fue la Ladera Sur con 34 especies, ésta se caracterizó por presentar una pendiente más suave y una mayor cobertura (87,8%); a diferencia de la Ladera Norte, que presentó 27 especies y una cobertura de 79,7%, la cual es utilizada como dormidero por las ovejas, encontrándose un alto porcentaje de heces.

Los índices de biodiversidad florística más altos correspondieron a las geoformas de Ladera Sur y Norte respectivamente, en comparación a la geoforma Depresión (Vega), donde se puede apreciar una presión antropogénica, debido a la intensidad del pastoreo. Esto ha causado la homogeneidad florística en términos de riqueza y cobertura, al existir tres especies dominantes, dos nativas (*Agrostis meyenii* y *Hordeum pubiflorum*) y una introducida (*Taraxacum officinale*); esto se aprecia en los resultados arrojados por los índices de Dominancia y Shannon, lo cual se ajusta a otros estudios realizados en vegas o mallines en Argentina, que evidencian el efecto del pastoreo (Boelcke *et al.* 1985; Oliva *et al.* 2001; Utrilla *et al.* 2006; Suárez *et al.* 2010; Bertani, 2011). Lo anterior estaría indicando que el sobrepastoreo genera efectos evidentes que se manifiestan en cambios en la vegetación, al sustituirse especies por otros taxones que son propios de sectores áridos. En este caso, la evidencia de este cambio es la presencia de la herbácea exótica *Taraxacum officinale* (diente de león), la cual es la segunda especie más importante en términos de cobertura en la vega (geoforma Depresión). Esta fue introducida intencionalmente en Magallanes el año 1882 (Moore & Goodall, 1977). Se caracteriza por presentar valores nutricionales de proteína cruda de 15,1 a 16,28% y una digestibilidad aparente de la materia seca de 78,17 a 78,20% (Domínguez *et al.* 2019). Estos valores no hacen a esta especie una excelente forrajera al compararla con un *Trifolium repens* (trébol blanco), que tiene 20,54% de proteína cruda y 73% de digestibilidad, pero se encuentra dentro de los rangos aceptables, considerando que se trata de una especie exótica invasora exitosa, la cual manifiesta una amplia tolerancia ambiental, debido a la presencia de mecanismos de evolución adaptativa de acuerdo a Molina-Montenegro *et al.* (2018), pudiéndose

Tabla 4. Especies que contribuyen a diferenciar la composición florística de las geoformas estudiadas (Ladera Sur, Depresión y Ladera Norte) de acuerdo al análisis SIMPER. Las especies que contribuyen más en porcentaje a cada grupo están marcadas en gris.

Especies	Geoforma Ladera Sur	Geoforma Depresión	Geoforma Ladera Norte	Origen
<i>Agrostis meyenii</i>	0	25,9	0	
<i>Taraxacum officinale</i>	9	16,6	19,4	Introducida
<i>Poa spiciformis</i>	13	0	7,5	
<i>Hordeum pubiflorum</i>	2,22	11,1	1,22	
<i>Acaena pinnatifida</i>	5	0	10,9	
<i>Carex acaulis</i>	7,78	4,1	0,222	
<i>Aira caryophyllea</i>	0	0,0769	11,7	Introducida
<i>Poa pratensis</i>	5	3,54	3,22	Introducida
<i>Acaena magellanica</i>	5,06	1,15	4,44	
<i>Festuca gracillima</i>	8,33	0	1,11	
<i>Eleocharis nubigena</i>	2,44	4,1	0	
<i>Chilotrichum diffusum</i>	5,89	0	0,889	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0	0,244	5,44	Introducida
<i>Berberis microphylla</i>	2,78	0	2,56	
<i>Syntrichia sp.</i>	4,28	0,385	1	
<i>Hypochaeris incana</i>	3,33	0	0	
<i>Cerastium arvense</i>	1,51	0,154	1,72	Introducida
<i>Erodium cicutarium</i>	0	0	2,78	Introducida
<i>Armeria maritima</i>	1,67	0,128	1,22	
<i>Hypochaeris palustris</i>	0	1,46	0	
<i>Luzula alopecurus</i>	1,61	0	0,389	
<i>Olsynium biflorum</i>	0,944	0	0,889	
<i>Festuca magellanica</i>	1,11	0,385	0,0556	
<i>Colobanthus subulatus</i>	0,667	0,513	0	
<i>Carex sorianoi</i>	1,11	0,256	0	
<i>Arjona patagonica</i>	0,389	0	0,778	
<i>Viola maculata</i>	0,333	0,0256	0,778	
<i>Carex austroamericana</i>	1,11	0	0	
<i>Symphyotrichum vahlii</i>	0,333	0,385	0	
<i>Rumex acetosella</i>	0,556	0	0,389	Introducida
<i>Oxalis loricata</i>	0,311	0	0,533	
<i>Berberis empetrifolia</i>	0,556	0	0	
<i>Acaena poeppigea</i>	0,556	0	0	
<i>Phleum alpinum</i>	0	0,256	0	

Tabla 4. continuación.

Especies	Cobertura promedio en la geoforma Ladera Sur	Cobertura promedio en la geoforma Depresión	Cobertura promedio en la geoforma Ladera Norte	Origen
<i>Cerastium fontanum</i>	0	0,256	0	Introducida
<i>Arjona pusilla</i>	0	0,205	0	
<i>Azorella monantha</i>	0,333	0	0	
<i>Myosotis stricta</i>	0,0889	0,0128	0,222	Introducida
<i>Lobelia oligophylla</i>	0	0,187	0	
<i>Senecio miser</i>	0,333	0	0	
<i>Juncus scheuchzerioides</i>	0	0,167	0	
Gramínea indet.	0	0,128	0	
<i>Rumex crispus</i>	0	0,128	0	Introducida
<i>Rytidosperma virescens</i>	0	0,128	0	
<i>Adesmia lotoides</i>	0	0	0,167	
<i>Leptinella scariosa</i>	0	0,103	0	
<i>Calceolaria uniflora</i>	0	0	0,111	
<i>Gentianella magellanica</i>	0	0,0538	0	
<i>Draba verna</i>	0	0,0128	0,0556	Introducida
<i>Festuca pyrogea</i>	0,0556	0	0	
<i>Nassauvia aculeta</i>	0,0556	0	0	
<i>Alopecurus magellanicus</i>	0	0,0256	0	
<i>Peltigera</i> sp.	0,0333	0	0	
<i>Geranium core-core</i>	0	0,0128	0	
Briófita indet.	0	0,00769	0	
Contribución total	87,8	72,2	79,7	
Nro. Total de Especies	34	33	27	

encontrar en todas las provincias y áreas protegidas de la región de Magallanes: Parque Nacional Torres del Paine, Parque Nacional Pali Aike, Monumento Natural Cueva del Milodón, Reserva Nacional Magallanes (Vidal *et al.* 2015; Domínguez *et al.* 2006; Domínguez, 2010; Dollenz, 1981), creciendo en forma espontánea en zonas áridas, húmedas y especialmente en cultivos de alfalfa.

Por otra parte, la situación que muestran los índices de biodiversidad se relaciona al análisis de ordenamiento multidimensional (nMDS) basado en la presencia y su cobertura de especies, para evaluar la similitud o diferencias de la vegetación relacionada a las tres geoformas asociadas a la vega. A pesar de determinarse

diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la vegetación asociada a las geoformas, éstas muestran que la vega se ha ido empobreciendo, en términos de riqueza de especies y cobertura, compartiendo taxones que corresponden a condiciones más áridas entre las geoformas de laderas, lo cual coincide con estudios realizados por Soriano y Movia (1986), Sancholuz y Chaia (1993) y Pucheta *et al.* (1998), entre otros.

Lamentablemente no se conocen las condiciones iniciales, sin pastoreo, de las tres geoformas y especialmente de la vega; pero sí la presión del pastoreo continua sobre esta última. Estos cambios pueden llevar a una menor oferta en términos de calidad y en cantidad de forraje,

debido a la sustitución por especies de ambientes más áridos, que puede tener un impacto directo en la ganadería, producto de la disminución de la calidad nutricional por el reemplazo de especies.

En este sentido, la actividad ganadera que consume el forraje producido sobre pastizales húmedos conocidos como vegas o mallines en Magallanes, deberá evaluar estrategias de manejo destinadas a mitigar los cambios en la composición y estructura en las vegas, e implementar planes de buenas prácticas para recuperar la cubierta vegetal y así mantener la biodiversidad y producción de forraje de calidad nutricional.

## CONCLUSIONES

El pastoreo sobre geoformas asociadas a una vega sí genera diferencias en la composición y estructura florística de la vegetación. Los resultados obtenidos en este estudio permiten inferir que el pastoreo genera una homogeneidad florística en la geoforma Depresión (Vega) en términos de riqueza y cobertura de especies, al compararla con las otras geoformas. Además, se aprecia la sustitución de especies por otros taxones nativos e introducidos, que son propios de ambientes más áridos, entre los cuales destaca *Taraxacum officinale*. En este sentido, la actividad ganadera que usa el forraje producido por pastizales húmedos, conocidos como vegas o mallines en Magallanes, deberá evaluar estrategias de manejo destinadas a mitigar los cambios en la composición y estructura, junto con implementar planes de buenas prácticas para recuperar la biodiversidad y mantener una producción sustentable.

Por lo tanto, el pastoreo sin un manejo adecuado en sectores de vega puede tener un impacto negativo, en la ganadería, debido a la pérdida de biodiversidad, en este tipo de ambiente.

## AGRADECIMIENTOS

La presente publicación se realizó como parte del proyecto FIC-2019: Evaluación del Balance Hídrico de las Vegas: Una estrategia para mejorar la gestión Hídrica a nivel predial y aumentar la resiliencia al Cambio Climático, financiado por el GORE Magallanes y ejecutado por el INIA Kampenaike. También se agradece

a Salvador Reyes y a Claudio Pérez por su colaboración.

## LITERATURA CITADA

- Bertani, L. A. (2011). Evaluación geocológica de los paisajes del Departamento Minas (Provincia de Neuquén), para el estudio de la degradación de la tierra. Universidad Nacional de La Plata. Tesis Doctoral.
- Boelcke, O., Correa, M. N., Moore, D. M., & Roig, F. A. (1985). Catálogo de las Plantas Vasculares. En O. Boelcke, D. M. Moore & F. A. Roig (Eds.), *Transecta Botánica de la Patagonia Austral* (pp. 129-255). Buenos Aires: CONICET.
- Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27, 325-349.
- Buono, G., Oesterheld, M., Nakamatsu, V., & Paruelo, J.M. (2010). Spatial and temporal variation of primary production of Patagonian wet meadows. *Journal of Arid Environments*, 74, 1257-1261.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of change in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117-143.
- Clarke, K. R., & Green, R. H. (1988). Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. *Marine Ecology Progress Series*, 46, 213-226.
- Clarke, K. R., Somerfeld, P. J., & Chapman, M. G. (2006). On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray-Curtis coefficient for denuded assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 330, 55-80.
- Correa, M. N. (1969, 1971, 1978, 1984, 1985, 1988, 1999). *Flora Patagónica I-VIII*. Colección Científica INTA. Buenos Aires.
- Dollenz, O. (1981). Catálogo de las plantas vasculares de la reserva forestal Magallanes. I. Lista preliminar correspondiente al área del cerro Mirador y río de las Minas. *Anales Instituto de la Patagonia*, 12, 205-212.
- Domínguez, E. (2010). Aportes al conocimiento de

- la flora y vegetación del Monumento Natural Cueva del Milodón, Región de Magallanes (XII), Chile. *Chloris Chilensis*, Año 13 N° 2. URL: <http://www.chlorischile.cl>.
- Domínguez, E., Elvebakk, A., Marticorena, C., & Pauchard, A. (2006). Plantas introducidas en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile. *Gayana Botánica*, 63, 131-141.
- Domínguez, E., Pérez, C., Suárez, A., Lira, R., Ivelic-Sáez, J., & de la Fuente, J. (2019). *Manual para estimar la cantidad de forraje disponible en pastizales naturales: una herramienta necesaria para un uso racional de estos ecosistemas*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile. *Boletín INIA*, 401.
- Gaitán, J. J., López, C., & Bran, D. (2011). Vegetation composition and its relationship with the environment in mallines of north Patagonia, Argentina. *Wetlands Ecology and Management*, 19, 121-130.
- Gaitán, J., Bran, D., Raffo, F., & Ayesa, J. (2015). *Evaluación y cartografía de mallines de las zonas de Loncopué y Chos Malal, provincia del Neuquén*. Comunicación técnica, No. 131, área recursos naturales relevamiento integrado. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Gandullo, R., & Schmid, P. (2001). Análisis ecológico de mallines del Parque Provincial Copahue, Neuquén, Argentina. *Agro sur*, 29(2), 83-99.
- Grima, D., Vázquez, M. L., & Diez, P. G. (2015). Composición florística de pequeñas áreas de mallines con distintas exposición y pendiente. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 7(1), 144-161. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v7i1.118>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9 pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Härdle, W. K., & Simar, L. (2012). *Applied multivariate statistical analysis*. New York, EE.UU.: Springer.
- Houghton, R. A. (2007). Balancing the global carbon budget. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 35, 313-347.
- Kruskal, J. B. (1964). Nonmetric multidimensional scaling. *Psychometrika*, 29, 1-27.
- Lord, M., Jewett, D., Miller, J. R., Germanoski, D., & Chambers, J. C. (2011). Hydrologic processes influencing meadow ecosystems. In J. C. Chambers, J. R. Miller (Eds.), *Great Basin Riparian Ecosystems: ecology, management and restoration* (pp. 44-67). Washington: Island Press.
- Mazzoni, E., & Rabassa, J. (2013). Types and internal hydro-geomorphologic variability of mallines (wet-meadows) of Patagonia: Emphasis on volcanic plateaus. *Journal of South American Earth Sciences*, 46, 70-182.
- Molina-Montenegro, M. A., del Pozo, A., & Gianoli, E. (2018). Ecophysiological basis of the Jack-and-Master strategy: *Taraxacum officinale* (dandelion) as an example of a successful invader. *Journal of Plant Ecology*, 11(1), 147-157.
- Moore, D., & Goodall, R. N. (1977). La flora adventicia de Tierra del Fuego. *Anales Instituto Patagonia*, 8, 263-274.
- Olf, H., & Ritchie, M. E. (1998). Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology and Evolution*, 13, 261-265.
- Oliva, G., González, L., Rial, P., & Livraghi, E. (2001). El ambiente en la Patagonia Austral. En P. Borrelli & G. Oliva (Eds.), *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral* (pp. 19-82). Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Ormaechea, S. G., Utrilla, V. R., Suárez, D. D., & Peri, P. L. (2010). Evaluación objetiva de la condición de mallines de Santa Cruz. EEA INTA Santa Cruz. *Producción Animal*, 12, 47-52.
- Pisano, E. (1977). Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I.- Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° S. *Anales Instituto Patagonia*, 8, 121-250.
- Pucheta, E., Cabido, M., Díaz, S., & Funes, G. (1998). Floristic composition, biomass, and aboveground net plant production in grazed and protected sites in a mountain grassland of central Argentina. *Acta Oecologica*,

- 19(2), 97-105.
- Rodríguez, R., & Marticorena, A. (Eds.). (2019). *Catálogo de las plantas vasculares de Chile*. Universidad de Concepción.
- Sancholuz, L., & Chaia, W. (1993). Evolución de la carga ganadera en las provincias patagónicas y su relación con la desertificación. *Gaceta Agronómica*, 13(75), 243-250.
- Scopel, A. L., Cantero, J. C., & Silva, M. P. (2017). Región Humedales Valliserranos. Subregión Arroyos y mallines de las sierras centrales. En Benzaquén, L., Blanco, D.E, Bo, R., Kandus, P., Lingua, G., Minotti, P. & Quintana, R. (Eds.), *Regiones de humedales de la Argentina* (pp. 173-183). Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Fundación Humedales/Wetlands International, Universidad Nacional de San Martín y Universidad de Buenos Aires.
- Servicio Agrícola y Ganadero (2004). *El pastizal de Magallanes. Guía uso, condición actual y propuesta de seguimiento para determinación de tendencia*. Gobierno de Chile. XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, Punta Arenas, Chile.
- Soriano, A., & Movia, C. (1986). Erosión y desertización en Patagonia. *Interciencia*, 11, 77-83.
- Suárez, D., Ormaechea, S., Peri, P. L., & Utrilla, V. (2010). *Caracterización objetiva de la condición en mallines de Santa Cruz*. Informe técnico. EEA INTA Santa Cruz.
- Utrilla, V. R., Brizuela, M. A., & Cibils, A. F. (2006). Structural and nutritional heterogeneity of riparian vegetation in Patagonia (Argentina) in relation to seasonal grazing by sheep. *Journal of Arid Environments*, 67, 661-670.
- Utrilla, V., Ferrante, D., Peri, P., Kofalt, J.C., & Humano, G. (2008). *Efecto de la dinámica hídrica edáfica y ambiental sobre la productividad y calidad forrajera de mallines en la Patagonia Austral*. EEA INTA Santa Cruz. Informe Técnico Final. 31 p.
- Utrilla, V., Brizuela, M., & Cibils, A. F. (2005). Riparian habitats (mallines) of Patagonia. A key grazing resource for sustainable sheep-farming operations. *Outlook on Agriculture*, 34(1), 55-59.
- Vázquez, M., Diez, P., & Grima, D. (2013). Relación suelo. Humedad y composición fisonómica florística del mallín La Carlota. *Contribuciones Científicas GAEA*, 25, 197-209.
- Vidal, O. J., Aguayo, M., Niculcar, R., Bahamonde, N., Radic, S., San Martín, C., Kusch, A., Latorre, J., & Félez, J. (2015). Plantas invasoras en el Parque Nacional Torres del Paine (Magallanes, Chile): Estado del arte, distribución post-fuego e implicancias en restauración ecológica. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 43, 75-96.