

Evolución de la disponibilidad forrajera de una estepa patagónica bajo diferente intensidad de uso ovino

Forage availability dynamics of a Patagonian steppe under different grazing use intensities by sheep

Buono¹, G., Massara Paletto², V. y Celdrán³, D.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Chubut

Resumen

El sobrepastoreo es la principal causa de la degradación de los pastizales patagónicos y el ajuste de la carga animal ovina podría detener ese proceso. El objetivo de este trabajo fue describir la evolución de la disponibilidad de forraje del pastizal bajo diferentes intensidades de uso con pastoreo ovino. Sobre una estepa patagónica típica del SO de Chubut se evaluó el pastizal, en verano, otoño y primavera, mediante el Método del Valor Pastoral, bajo tres intensidades de uso: a) Baja, considerando un factor de uso (FU)=40% de la productividad forrajera anual, b) Media, FU=50% y c) Alta, FU=70%. Los valores de cobertura vegetal total (CVT) y forrajera (CF), el porcentaje de suelo desnudo (SD) y mantillo, Valor Pastoral (VP) y toques forrajeros se analizaron mediante ANOVA (y LSD de Fisher para comparar medias). Época del año e intensidad de uso fueron las variables de clasificación. Se realizaron análisis de regresión lineal del VP, CVT y CF de cada potrero en función del tiempo. No hubo interacción significativa entre las variables evaluadas. El potrero con alta intensidad de uso presentó menor CVT y mayor SD que los otros potreros, mientras que VP sólo fue menor con respecto al de baja intensidad de uso. En función a la dinámica temporal sólo se observaron diferencias en los factores vinculados a la oferta forrajera, con menores valores en otoño. Se registró una tendencia negativa de la CVT, del VP y marginalmente de CF en función del tiempo en el potrero de Alta intensidad de uso. El uso más intenso afectó la estructura y disponibilidad forrajera del pastizal. El ajuste de cargas garantiza un uso sustentable del pastizal natural en el distrito occidental de Patagonia.

Palabras clave: forraje disponible en Patagonia, desertificación de estepas, Valor Pastoral en Patagonia

Recibido: febrero 2011

Aceptado: octubre 2011

1. Ing.Agr., ex Ruta 25 Km. 1480, C.C. 88, (9100) Trelew, Chubut, Argentina. Recursos Naturales y Gestión Ambiental, pastizales@chubut.inta.gov.ar

2. Lic. Cs. Biol., ex Ruta 25 Km. 1480, C.C. 88, (9100) Trelew, Chubut, Argentina. Recursos Naturales y Gestión Ambiental, vmassara@chubut.inta.gov.ar

3. Ing.Agr., ex Ruta 25 Km. 1480, C.C. 88, (9100) Trelew, Chubut, Argentina. Recursos Naturales y Gestión Ambiental, dceldran@chubut.inta.gov.ar

Summary

Overgrazing is the main degradation cause on Patagonian rangelands; controls of stocking rates may stop and even reverse this process. The objective of this study was to describe forage availability dynamics under different sheep grazing use intensities. A rangeland of a steppe located in SW Chubut was evaluated on summer, autumn and spring, by the Pastoral Value method under three use intensities: a) Low, considering a use factor (UF)=40% of annual forage production, b) Intermediate, UF=50% and c) High, UF=70%. The Total Vegetation Cover values (TVC) and Forage cover (FC), bare soil (BS), litter, Pastoral Value (PV) and foraging touches were analyzed by ANOVA (Fisher's LSD for media comparisons). Time of the year and use intensities were classification variables. Additionally, linear regression analysis were made for PV, TVC and FC, as time function. There were no significant interactions between variables. The highest use intensity paddock showed lower TVC and a higher proportion of bare soil than the others, while PV was lower in the low use intensity paddock. In terms of time dynamics, variables related to forage supply showed lower values in autumn; negative trends of TVC, PV and marginally for FC, occurred as a function of time in the paddock with the highest use intensity. The intense use affected the rangeland structure and forage availability. The control of stocking rates ensures a sustainable use of natural grasslands in the western district of Patagonia.

Key words: forage supply in Patagonia, steppe desertification, Pastoral Value in Patagonia.

Introducción

Los ambientes áridos y semiáridos ocupan la mayor parte de Argentina. Estos ecosistemas proveen servicios ecológicos esenciales para el sostenimiento de la vida humana y para el desarrollo de actividades productivas (Paruelo y Aguiar, 2003). La Patagonia extraandina es una amplia región con precipitaciones menores a 300 mm y donde los pastizales naturales son el principal recurso forrajero para la producción ovina extensiva. El manejo habitual de los campos es a través del pastoreo continuo con cargas fijas en cuadros de grandes superficies. Por más de un siglo, el método de "prueba y error" fue el utilizado por los productores para determinar la carga animal de los cuadros. La sobreestimación de la receptividad del pastizal provocó grandes impactos en la estructura y composición de la vegetación y acarrió procesos de mayor magnitud y la degradación de los campos. Una prueba de ello es la reducción en el tiempo de las existencias ovinas en la región (Golluscio et al., 1998a).

El sobrepastoreo ovino es la principal causa de la degradación de los pastizales patagónicos (León y Aguiar, 1985; Soriano y Movia, 1986) afectando la estructura y la

disponibilidad forrajera del pastizal, o ambos a la vez (Aguiar et al., 1996; Bertiller y Bisigato, 1998). Las condiciones climáticas propias de la región, sumadas a la sobrecarga que han sufrido por años los pastizales naturales, hacen que gran parte de la Patagonia esté afectada por procesos de desertificación (Somlo et al., 1997). A partir de estos conocimientos surgió la hipótesis de que el ajuste de la carga animal podría detener y en algunos casos revertir, la degradación por sobrepastoreo de los pastizales.

No existe un método universal único para estimar la productividad (Sala y Austin, 2000) ni la receptividad de los pastizales (Scarnecchia, 1990). Tampoco hay consenso generalizado sobre la fracción de la productividad forrajera que puede ser consumida anualmente sin afectar la persistencia del recurso (Golluscio et al., 2009). En Patagonia, la heterogeneidad espacio temporal de la productividad (Paruelo et al., 2004) complica la aplicación de los tradicionales métodos de estimación, por lo que se desarrollaron diferentes metodologías adaptadas a los distintos ambientes, de estimación de la receptividad ganadera de los pastizales (Golluscio et al., 1998a, 2009).

En 1992, el INTA Chubut desarrolló el método del Valor Pastoral para estimar la receptividad de las estepas de zonas áridas y semiáridas de la provincia del Chubut (Mansilla y Bertolami, 1992; Elissalde et al., 2002) y la utilizó para relevar más de dos millones de hectáreas. Su utilización se recomienda para la evaluación inicial de la receptividad de un establecimiento ganadero y para el monitoreo periódico y ajuste de las cargas. La información que brinda corresponde a atributos estructurales y forrajeros de la vegetación. Éste, junto con el Método de Productividad Primaria Neta Aérea, son los dos métodos más tradicionales empleados para estimar la capacidad de carga de los pastizales del noroeste de Patagonia (Golluscio et al., 2009). El VP mostró ser el más conservador, ya que arrojó menores valores que el primero, y las diferencias entre métodos fueron mayores en los ambientes más productivos (Golluscio et al., 2009).

El objetivo de este trabajo fue describir la evolución de la disponibilidad de forraje del pastizal usado con diferentes niveles de intensidad, mediante el método del Valor Pastoral, y sumar herramientas para el desarrollo de un manejo sustentable.

Materiales y Métodos

La experiencia se desarrolló en el Campo Experimental Río Mayo (CERM, 45,4° S, 70,3° O) dependiente de la EEA Chubut de INTA, ubicado en el sudoeste de la provincia de Chubut. La vegetación, típica del Distrito Occidental de la provincia fitogeográfica patagónica (Soriano, 1956), se caracteriza por una estepa arbustiva-graminosa de *Stipa speciosa* (coirón duro), *S. humilis* (coirón llama), *Adesmia campestris* (mamuel choique), *Berberis heterophylla* (calafate) y *Poa lanuginosa* (pasto hilo) (Golluscio et al., 1982). El 53% de la productividad del pastizal del distrito corresponde a la de los pastos (Sala et al. 1989, Fernández et al., 1991, Jobbágy y Sala, 2000). Las especies de pastos dominantes son *Poa ligularis*, *Stipa speciosa* y *S.*

humilis, mientras que entre los arbustos dominantes se encuentran *Mulinum spinosum*, *Adesmia campestris* y *Senecio filaginoides* (Golluscio et al., 1982). La precipitación media anual es de 152 mm, con una clara tendencia estacional en la que los mayores eventos de lluvias ocurren en los meses de otoño e invierno. La temperatura media anual del lugar es de 8,1°C (Jobbágy y Sala, 2000).

Se generaron tres niveles de intensidades de uso de un mismo pastizal para describir los cambios estacionales y anuales en la vegetación. El diseño consistió en un cuadro dividido en tres potreros de 100, 139 y 154 ha cada uno, que constituían tres unidades homogéneas del pastizal. A partir del año 2004 los potreros se utilizaron con capones en pastoreo continuo, con tres niveles de intensidad de uso: a) Baja, considerando un factor de uso (FU)=40% de la productividad forrajera anual, b) Media, FU=50% y c) Alta, FU=70%. Intensidades de uso similares de estos potreros se habían realizado durante más de 10 años desde 1979 (Siffredi et al., 1992), posteriormente tuvieron un uso esporádico hasta el 2004 cuando se retomó dicho uso de manera permanente.

La carga animal por potrero se estimó en enero de cada año mediante el método del Valor Pastoral (Elissalde et al., 2002, Golluscio et al., 2009). Para cada potrero se estimó la productividad forrajera por ha, se la multiplicó por la superficie del potrero y se aplicó el FU correspondiente a cada intensidad de uso. Luego se dividió por el requerimiento de un UGO (Unidad Ganadera Ovina, equivalente al consumo anual de un capón Merino de 40 kg que consume 330 kg de materia seca anual) para obtener el número de animales correspondientes a cada potrero.

El Valor Pastoral es un estimador de la disponibilidad forrajera del pastizal (Nakamatsu et al. 1998) y el método estima la receptividad como el cociente entre el forraje utilizable y el consumo anual por animal. El forraje utilizable se calcula como el producto del FU por la productividad forrajera del pastizal, que es la suma del forraje consumido por los animales desde el inicio de la estación de crecimiento y el forraje disponible al momento

de la evaluación. Este forraje disponible resulta de multiplicar el Valor Pastoral por un coeficiente específico del área ecológica (Nakamatsu et al., 1998). El Valor Pastoral se calcula a partir de censos de vegetación donde se registra la cobertura del suelo y la vegetación (forrajera o no) y los toques de especies forrajeras. La fórmula incluye índices de calidad específicos para cada especie forrajera (escala 1 a 5) y un coeficiente (0,2) para mantener los Valores Pastorales entre 0 y 100 (Elissalde et al., 2002, Golluscio et al., 2009).

A partir de la primavera de 2006, durante 4 años, se relevó el pastizal, mediante el método citado en tres épocas del año: verano, otoño y primavera. En cada relevamiento se evaluaron dos transectas, de 100 puntos cada una, por potrero y se determinó el Valor Pastoral, el número de toques forrajeros, la cobertura vegetal total y forrajera, el porcentaje suelo desnudo y de mantillo. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza utilizando época del año e intensidad de uso como variables de clasificación. Se utilizó el test de LSD de Fisher como test de comparación de medias. Se calculó la raíz cuadrada del arcoseno de los valores de cobertura, previo a su análisis, para corregir la heterogeneidad de varianzas. Además se realizó un análisis de regresión lineal del Valor Pastoral, la cobertura total y forrajera de cada potrero en función del tiempo, tomando como día 0 la fecha del primer relevamiento.

Todos los análisis se realizaron con el software estadístico InfoStat (InfoStat, 2008). El diseño usado constituye un caso de pseudoreplicación (Hurlbert, 1984) dada la imposibilidad de contar con mayor número de potreros y animales; sin embargo la homogeneidad de los potreros y la escala espacial y temporal del trabajo, otorgan valor descriptivo a los resultados.

Resultados

Los potreros usados con las distintas intensidades de uso del pastizal mostraron diferencias en componentes estructurales (suelo desnudo y cobertura vegetal total) y forrajeros (Valor Pastoral) del pastizal. La época del año tuvo un efecto significativo en todas las variables vinculadas a la oferta forrajera (cobertura forrajera, toques forrajeros y Valor Pastoral). En la dinámica temporal, las intensidades de uso mostraron los mismos efectos sobre las variables bajo estudio (interacción Época x FU $p > 0,52$).

El potrero con mayor intensidad de uso presentó menor porcentaje de cobertura vegetal total y mayor porcentaje de suelo desnudo que los potreros sometidos a menores intensidades de uso ($p < 0,01$, Cuadro 1). El Valor Pastoral tendió a ser diferente entre las intensidades de uso extremas, con menor valor en el potrero de mayor intensidad de uso ($p < 0,1$, Cuadro 1).

Cuadro 1: Parámetros de la vegetación registrados en los potreros sometidos a distinta intensidad de uso (promedio período 2006-2010). Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa (** y *, $p < 0,01$ y $0,05$).

Table 1: Parameters of vegetation registered in paddocks with different use intensities (average from 2006 to 2010). Different letters in the same column: significant differences (** and *, $p < 0,01$ and $0,05$).

Intensidad de Uso	Suelo desnudo (%)	Mantillo (%)	Cobertura Vegetal (%)		Toques forrajeros	Valor Pastoral
			Total	Forrajera		
Baja	25,0 a**	14,0 a	60,9 a**	28,4 a	62,1 a	20,9 a
Media	27,5 a	14,5 a	57,2 a	25,0 a	57,0 a	17,0 a
Alta	31,8 b	17,2 a	50,1 b	26,0 a	64,8 a	16,1 a

Las tres épocas del año mostraron similares valores de cobertura vegetal, de suelo desnudo y mantillo. En otoño los valores de cobertura forrajera ($p<0,01$), toques forrajeros ($p<0,01$) y valor pastoral ($p<0,05$) fueron menores que en las restantes épocas del año (Cuadro 2).

La cobertura vegetal total respondió de forma lineal decreciente en el tiempo en el

potrero con mayor intensidad de uso ($r^2=0,79$, $p<0,01$, Figura 1). De la misma forma lo hizo el Valor Pastoral ($r^2=0,39$, $p<0,03$, Figura 2) y marginalmente la cobertura forrajera ($CF=0,39 - 0,01 \times \text{día}$; $r^2=0,28$; $n=12$; $ds=0,1$; $p<0,08$). Con las intensidades intermedia y baja de uso, el modelo lineal no mostró tendencia significativa para ninguna de las variables analizadas.

Cuadro 2: Parámetros de la vegetación registrados en las distintas épocas del año (promedio período 2006-2010). Letras diferentes en la columna indican diferencia significativa (** y *, $p<0,01$ y $0,05$).

Table 2: Parameters of vegetation registered in different seasons of the year (average from 2006 to 2010). Different letters: significant differences (** and *, $p<0,01$ and $0,05$).

Época	Suelo desnudo (%)	Mantillo (%)	Cobertura Vegetal (%)		Toques forrajeros	Valor Pastoral
			Total	Forrajera		
Primavera	28,0 a	15,1 a	57,0 a	31,7 a**	71,9 a**	20,6 a*
Verano	28,8 a	15,0 a	54,9 a	28,8 a	68,0 a	19,1 a
Otoño	27,5 a	15,6 a	56,4 a	19,0 b	44,0 b	14,2 b

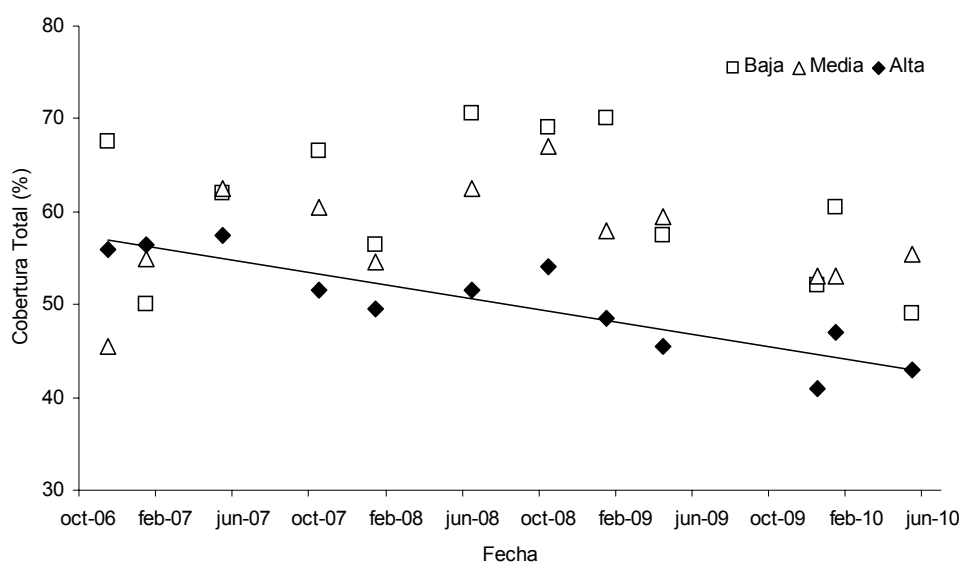


Figura 1: Evolución de la cobertura vegetal total de los potreros sometidos a diferente intensidad de uso. La línea representa la relación lineal registrada en el potrero de mayor intensidad de uso ($TVC=57 - 0,01 \times \text{día}$; $r^2=0,79$; $n=12$; $ds=2,55$; $p<0,01$). Para el análisis se tomó como día 0 al del primer relevamiento de la vegetación de los potreros.

Figure 1: Total Vegetation Cover dynamics for paddocks under different use intensities. The line represent the lineal relationship for the highest use intensity paddock ($TVC=57 - 0,01 \times \text{day}$; $r^2=0,79$; $n=12$; $sd=2,55$; $p<0,01$). For the analysis was taken as day 0 the first survey of the vegetation of the paddocks.

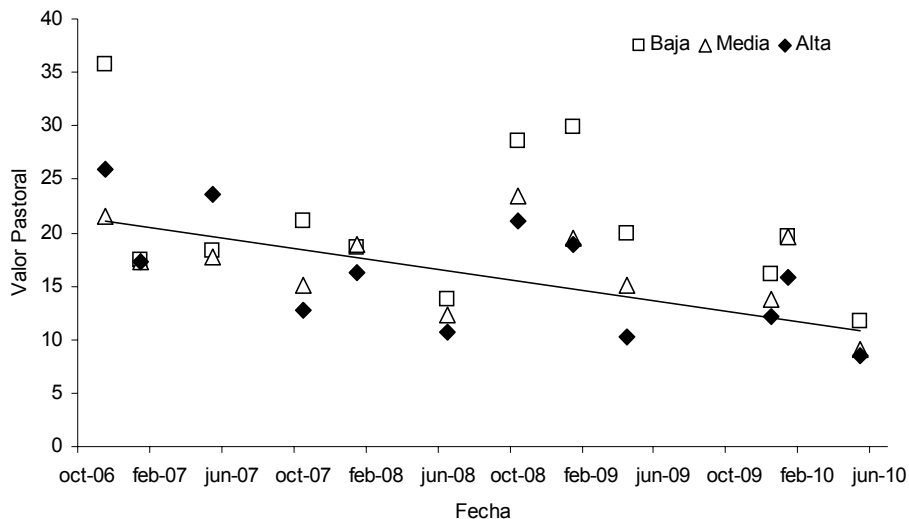


Figura 2: Evolución del Valor pastoral para cada nivel de uso. La línea entera señala la relación obtenida en el potrero de sobrecarga severa ($VP=21,09 - 0,008 \times \text{día}$; $r^2=0,39$; $n=12$; $ds=4,5$; $p<0,03$). Para el análisis se tomó como día 0 al del primer relevamiento de la vegetación de los potreros.

Figure 2: Pastoral Value dynamics for each use intensity level. The line represent the linear relationship for the highest use intensity paddock ($PV=21,09 - 0,008 \times \text{day}$; $r^2=0,39$; $n=12$; $sd=4,5$; $p<0,03$). For the analysis was taken as day 0 the first survey of the vegetation of the paddocks.

Discusión y Conclusiones

La disminución de la cobertura vegetal y el incremento de la proporción de suelo desnudo son dos síntomas frecuentes de la degradación de pastizales (Paruelo et al., 1993; Bertiller y Bisigato, 1998). La alta presión de pastoreo soportada por los pastizales patagónicos produjo la posterior caída general del número de animales (Golluscio et al., 1998a) por la situación de degradación provocada en los pastizales (Soriano y Movia, 1986). Dada su evolución con baja presión de herbivoría, previa a la introducción del ganado doméstico (Milchunas et al., 1988), podría suponerse que los pastizales alcanzaron un nuevo equilibrio a partir de las cargas aplicadas (Cingolani et al., 2008). Sin embargo, la tendencia negativa de la cobertura vegetal en función del tiempo en el potrero con mayor intensidad de uso (Figura 1) indicaría que esta intensidad es

superior a las soportadas por este tipo de pastizal y señalaría que el proceso de degradación continúa en aquellos ambientes sujetos a altas presiones de pastoreo. Posiblemente la ocurrencia de años secos (Figura 3) potencie su efecto negativo.

Contrariamente a lo observado para el Valor Pastoral, el que evidenció un menor valor en el potrero de mayor intensidad de uso, la cobertura de especies forrajeras no se vio afectada por esta variable. Ello posiblemente se deba al reemplazo de especies (Perelman et al., 1997; Bertiller y Bisigato, 1998; Cipriotti y Aguiar, 2005) dentro del mismo grupo funcional, de las especies más preferidas por otras de menor preferencia por los herbívoros domésticos. El Valor Pastoral es un índice que contempla las características cuantitativas (disponibilidad temporal) y cualitativas (calidad nutricional y preferencia) de cada especie forrajera del pastizal (Golluscio

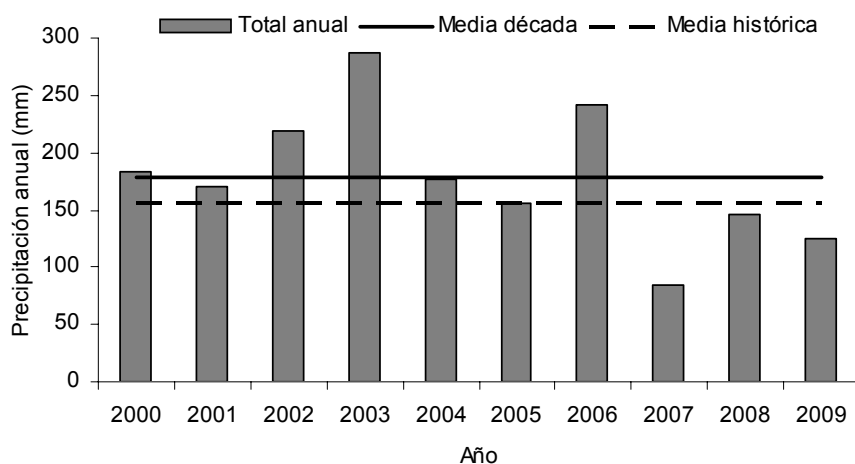


Figura 3: Valores de precipitación anual, promedio histórico y de la década registrados en el CERM (datos de Agrometeorología EEA INTA CHUBUT).

Figure 3: Annual Precipitation values, historical and late decade mean registered by CERM (Agrometeorological data EEA INTA CHUBUT).

et al., 2009; Elissalde et al., 2002). La tendencia decreciente del Valor Pastoral que mostró el potrero de uso intenso (Figura 2) y las diferencias significativas de esta variable entre las intensidades de uso extremas aplicadas, estarían reflejando este cambio en la composición florística del pastizal y/o la disminución del vigor de las principales forrajeras (Siffredi et al., 1992; Cipriotti y Aguiar, 2005). A su vez, la variabilidad estacional observada en los componentes forrajeros del pastizal podría estar encubriendo la disminución de la cobertura forrajera en el potrero con uso más intenso. La ocurrencia de años húmedos y secos (Figura 3) durante el período bajo evaluación contribuiría a incrementar la variabilidad intra e interanual de los parámetros forrajeros de la vegetación.

La dinámica estacional de la cobertura forrajera, toques forrajeros y Valor Pastoral coinciden con la dinámica de la productividad de los pastos en particular, obtenida por cortes estacionales (Jobbágy y Sala, 2000) y del pastizal en general, registrada mediante sensores remotos (Paruelo et al., 1998; 2004)

para este tipo de ambientes. Los períodos de primavera y verano presentan una mayor actividad de la vegetación, que contribuiría a una mayor disponibilidad de forraje, mientras que los períodos de menor disponibilidad serían en otoño e invierno.

La tendencia decreciente en el tiempo del Valor Pastoral registrada en el potrero de alta intensidad de uso, señalaría una pérdida cualitativa de la disponibilidad forrajera del pastizal (Figura 2). A pesar de las condiciones de bajas precipitaciones observadas en los años previos (Figura 3) que podrían influir en la pérdida mencionada, en los potreros con menores intensidades de uso no se registraron estas tendencias lo que evidencia una influencia dominante de la carga animal del potrero. La tendencia decreciente, aunque marginal, de la Cobertura Forrajera, favorecería el descenso del Valor Pastoral. La disminución de la producción vegetal, y en consecuencia la producción animal, son síntomas de erosión del paisaje producto de cargas inadecuadas (Golluscio et al., 1998b). Sostener dicho nivel de cargas podría generar

transiciones a estados irreversibles, más aún en sistemas con corta historia de pastoreo como los patagónicos (Milchunas et al., 1988; Cingolani et al., 2008). La metodología del Valor Pastoral establece para el área ecológica de Sierras y Mesetas Occidentales, un Factor de Uso del 30 al 50% de la producción forrajera anual, que es variable en función de las condiciones climáticas y el vigor de las principales especies forrajeras (Elissalde et al., 2002). Los resultados aquí presentados confirmarían que la utilización continua de una intensidad de uso mayor a la recomendada, como se registraría en campos con exceso de hacienda, afectarían negativamente al pastizal de dicha área ecológica.

El uso intenso y continuo, en el plazo evaluado, afectó la estructura del pastizal y la disponibilidad de forraje. El ajuste de cargas, estimando una utilización menor o igual al 50% de la productividad forrajera anual, garantizaría un uso sustentable del pastizal natural en el distrito occidental de Patagonia.

Agradecimientos

Al personal del CERM por el apoyo logístico en todo este tiempo. El trabajo fue financiado parcialmente por los *Proyectos Regionales "Manejo Sustentable de los Pastizales Naturales de la Patagonia Sur (PATSU-910090)", "Apoyo a la Gestión Ambiental de los RRNN de Patagonia Sur (PATSU-910152)"* y *"Mejora de la sustentabilidad y la competitividad de los sistemas ganaderos de ovinos y caprinos en la Patagonia Sur (PATSU-910011)"* del Centro Regional Patagonia Sur de INTA.

Bibliografía

- Aguiar, M., Paruelo, J., Sala, O. y Lauenroth, W. 1996. Ecosystem responses to changes in plant functional type composition: An example from the Patagonian steppe. *Journal of Vegetation Science* 7: 381-390.
- Bertiller, M. y Bisigato, A. 1998. Vegetation dynamics under grazing disturbance. The state-and-transition model for the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8: 191-199.
- Cingolani, A., Noy-Meir, I., Renison, D. y Cabido, M. 2008. La ganadería extensiva, ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos? *Ecología Austral* 18: 253-271.
- Cipriotti, P. y Aguiar, M. 2005. Effects of grazing on match structure in a semi-arid two-phase vegetation mosaic. *Journal of Vegetation Science* 16: 57-66.
- Elissalde, N., Escobar, J. y Nakamatsu, V. 2002. Inventario y evaluación de pastizales naturales de la zona árida y semiárida de la Patagonia. Programa de acción nacional de la lucha contra la desertificación. Cooperación técnica argentino-alemana, Convenio SA y DS-INTA-GTZ.
- Fernández, R., Sala, O. y Golluscio, R. 1991. Woody and herbaceous aboveground production of a Patagonian steppe. *Journal of Range Management* 44: 434-437.
- Golluscio, R., Bottaro, H., Rodano, D., Garbulsky, M., Bobadilla, S., Buratovich, O. y Villa, M. 2009. Divergencias en la estimación de la receptividad ganadera en el noroeste de la Patagonia: diferencias conceptuales y consecuencias prácticas. *Ecología Austral* 19: 3-18.
- Golluscio, R., Deregiibus, V. y Paruelo, J. 1998b. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8:265-284.
- Golluscio, R., León, R. y Perelman, S. 1982. Caracterización fitosociológica de la estepa del oeste del Chubut. Su relación con el gradiente ambiental. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 21: 299-324.
- Golluscio, R., Paruelo, J., Mercau, J. y Deregiibus, V. 1998a. Urea supplementation effects on the utilization of low-quality forage and lamb production in Patagonian rangelands. *Grass and Forage Science* 53:47-56.
- Hurlbert, S. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 52: 187-211.
- InfoStat. 2008. *InfoStat versión 2008*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jobbágy, E. y Sala, O. 2000. Control of grass and shrub aboveground production in the Patagonian steppe. *Ecological Applications* 10: 541-549
- León, R. y Aguiar, M. 1985. El deterioro por uso pasturil en estepas herbáceas patagónicas. *Phytocoenología* 13: 181-196.
- Mansilla, A. y Bertolami, M. 1992. Evaluación de pastizales en Patagonia: Metodología y expe-

- riencia de aplicación en un establecimiento de Chubut. *Multequina* 1: 53-63.
- Milchunas, D., Sala, O. y Lauenroth, W. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grasslands community structure. *The American Naturalist* 132: 87-106.
- Nakamatsu, V., Lagarrigue, M., Locatelli, M., Sendín, M., Elissalde, N. y Escobar, J. 1998. Disponibilidad de forraje estimada a través del valor pastoral en zonas áridas del Chubut (Patagonia). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 8(1) p. 188.
- Paruelo, J., Bertiller, M., Schlichter, T. y Coronato, F. 1993. Secuencias de deterioro en distintos ambientes patagónicos. Su caracterización mediante el modelo de estados y transiciones. Convenio Argentino-Alemán de Cooperación Técnica INTA-GTZ. Proyecto LUDEPA-SME, San Carlos de Bariloche. 110 pp.
- Paruelo, J., Golluscio, R., Guerschman, J., Cesa, A., Jouve, V. y Garbulsky, M. 2004. Regional scale relationships between ecosystem structure and functioning: the case of Patagonian steppes. *Global Ecology and Biogeography* 13: 385-395.
- Paruelo, J., Jobbágy, E. y Sala, O. 1998. Biozones of Patagonia (Argentina). *Ecología Austral* 8: 145-153.
- Paruelo, J. y Aguiar, M. 2003. Impacto humano sobre los ecosistemas: El caso de la desertificación. *Ciencia hoy* 13: 48-59.
- Perelman, S., León, R. y Bussacca, J. 1997. Floristic changes related to grazing intensity in a Patagonian shrub steppe. *Ecography* 20: 400-406.
- Sala, O. y Austin, A. 2000. Methods of estimating aboveground net primary productivity. En: Sala, O., Jackson, R., Mooney H. y Howarth, R., editors. *Methods in ecosystem science*. Springer Verlag, New York. pp. 31-43.
- Sala, O., Golluscio, R., Lauenroth, W. y Soriano, A. 1989. Resource partitioning between shrubs and grasses in the Patagonian steppe. *Oecologia* 81: 501-505.
- Scarnecchia, D. 1990. Concepts of carrying capacity and substitution ratios: a system's viewpoint. *Journal of Range Management* 43: 553-555.
- Siffredi, G., Becker, G., Mueller, J., Bonvissuto, G. y Ayesa, J. 1992. Efecto de la carga animal sobre la vegetación y producción ovina en Río Mayo (Patagonia), luego de diez años de pastoreo. INTA EEA Bariloche. Serie Comunicaciones Técnicas. Área Recursos Naturales. Pastizales Naturales N° 85. 7p.
- Somlo, R., Pelliza de Sbriller, A., Willems, P., Nakamatsu, V. y Manero, A. 1997. Atlas dietario de herbívoros patagónicos. PRODESAR, INTA, GTZ. Bariloche, Argentina. 109p.
- Soriano, A. 1956. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 10: 323-347.
- Soriano, A. y Movia, C. 1986. Erosión y desertización en Patagonia. *Interiencia* 11: 77-83.