



IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles

“Una oportunidad para el desarrollo sustentable”

Villa La Angostura, Neuquén, Argentina, 31 de Octubre al 2 de Noviembre de 2018

ACTAS

 **INTA Ediciones**

Colección
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN



IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles

"Una oportunidad para el desarrollo sustentable"

Villa la Angostura, Neuquén, Argentina, 31 de octubre al 2 de noviembre

Rusch, Verónica

Actas. IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles /
Verónica Rusch; Gonzalo Caballé; Santiago Varela, Juan Pablo Diez. - - 1ª ed.
San Carlos de Bariloche: Ediciones INTA, 2018

749 p.

Libro digital

ISSN: 1667-4014

1. Ganadería. 2. Producción Forestal. 3. Sustentabilidad.
4. Ambiente. 5. Productor



Agradecemos a todos los revisores de trabajos, que entregaron su tiempo y sus conocimientos, para ayudar a los autores a presentar sus investigaciones y actividades de una mejor manera.

MIEMBROS DEL COMITÉ CIENTÍFICO

Gonzalo Caballé, Presidente Comité Científico

Dr. Gabriel Stecher	AUSMA, UNCo	Dr. Nahuel Pachas	University of Queensland, Australia
Dra. Pamela Quinteros	CIEFAP	Dra. Guillermina Dalla Salda	INTA, EEA Bariloche
Lic. Jaime Salinas	INFOR, Sede Patagonia, Chile	Dra. Ma Victoria Lantschner	INTA, EEA Bariloche
Dr. Javier Gyenge	INTA, EEA Balcarce	Dr. Alejandro Aparicio	INTA, EEA Bariloche
Dra. María Elena Fernández	INTA, EEA Balcarce	Lic. Leonardo Claps	INTA, EEA Bariloche
Dr. Pablo Laclau	INTA, EEA Bariloche	Dra. Paula Marchelli	INTA, EEA Bariloche
Ms. Karina Cancino	INTA, EEA Bariloche	Dr. Alejandro Martínez	INTA, EEA Bariloche
Ms. Santiago Varela	INTA, EEA Bariloche	Dr. Federico Letourneau	INTA, EEA Bariloche
Ms. Ma Belén Rossner	INTA, EEA Cerro Azul	Dr. Ignacio Gasparri	INTA, EEA Bariloche
Ms. Juan José Verdoljak	INTA, EEA Corrientes	Ms. Victoria Cremona	INTA, EEA Bariloche
Dr. Axel Von Muller	INTA, EEA Esquel	Dr. Marcos Easdale	INTA, EEA Bariloche
Ms. Sebastian Ormaechea	INTA, EEA Manfredi	Ing. Verónica Rusch	INTA, EEA Bariloche
Ms. Marcelo de León	INTA, EEA Manfredi; U.N.Cba.		
Ing. Luis Colcombet	INTA, EEA Montecarlo		
Ms. Hugo Fassola	INTA, EEA Montecarlo		
Dra. Natalia Aguilar	INTA EEA Sáenz Peña		
Dr. Pablo Peri	INTA, EEA Santa Cruz		
Dra. Verónica Gargaglione	INTA, EEA Santa Cruz		
Ms. Héctor Bahamonde	INTA, EEA Santa Cruz		
Dr. Carlos Kunst	INTA, EEA Santiago del Estero		
Ing. Marcelo Navall	INTA, EEA Santiago del Estero		
Ms. Adriana Gómez	INTA, EEA Santiago del Estero		
Dr. Dardo López	INTA, Est. Ftal. Villa Dolores		
Ing. Carlos Carranza	INTA, Est. Ftal. Villa Dolores		
Ms. Carlos Rossi	U.N. de Lomas de Zamora		
Dr. Tomás Schlichter	UBA, FAUBA		



SELECCIÓN DE HÁBITAT POR OVINOS EN PAISAJES DEL SUR PATAGÓNICO CON BOSQUE NATIVO

HABITAT SELECTION BY SHEEP IN SOUTHERN PATAGONIAN LANDSCAPES WITH NATIVE FOREST

Ormaechea, Sebastián G. (1); Pablo A. Cipriotti (2,5); Pablo L. Peri (3,4,5)

⁽¹⁾ EEA INTA Manfredi

⁽²⁾ FAUBA – IFEVA

⁽³⁾ EEA INTA Santa Cruz

⁽⁴⁾ Universidad Nacional de la Patagonia Austral

⁽⁵⁾ CONICET

Correo electrónico: ormaechea.sebastian@inta.gob.ar

Resumen

La selección de sitios de pastoreo por parte de los animales responde a una compleja interacción de condicionantes que deben estudiarse a diferentes escalas espacio-temporales en la especificidad de cada lugar. En el caso de los sistemas ganaderos patagónicos, los ovinos pastorean en extensos cuadros con una distribución heterogénea de los recursos naturales. Por ello, el conocimiento de sus hábitos de pastoreo es una importante herramienta para el manejo de los pastizales naturales. El presente trabajo estudió la distribución de ovinos en un cuadro de 1300 ha con 6 comunidades vegetales entre las que se incluye el bosque nativo de Ñire. Mediante el posicionamiento espacial de 5 ovinos y la caracterización espacial del paisaje, se modeló la respuesta de los animales determinando la importancia relativa de las 7 variables predictoras contempladas. Todas las variables resultaron significativas, pero la más importante fue la Altura del terreno, seguida de la Pendiente del terreno, la Distancia a los alambres, la Distancia a las fuentes de agua, la Comunidad Vegetal, la Exposición del terreno y finalmente la Distancia a los caminos. Los ovinos seleccionaron ampliamente los sectores de vega y los sitios con pendiente, mientras que el bosque fue la comunidad vegetal menos preferida. Es importante repetir este tipo de estudios, bajo diferentes arreglos del paisaje, a fin de aumentar el conocimiento de los hábitos de distribución de ovinos en las condiciones extensivas de Patagonia Sur.

Palabras clave: Selección de recursos; patrones de distribución espacial; ovejas; collares GPS.

Abstract

The selection of grazing sites by the animals responds to a complex interaction of conditions that must be studied at different spatio-temporal scales in the specificity of each place. In the case of the Patagonian livestock systems, the sheep graze in large paddocks with a heterogeneous distribution of natural resources. Therefore, the knowledge of their grazing habits is an important tool for the grasslands management. The present work studied the distribution of sheep in a 1300 ha paddock with 6 vegetational types including the native Ñire forest. Through the spatial positioning of 5 sheep and the spatial characterization of the landscape, the response of the animals was modeled, determining the relative importance of the 7 predictor variables contemplated. All the variables were significant, but the most important was terrain elevation, followed by terrain slope, distance from fences, distance from water sources, vegetational type, terrain aspect and finally the distance from roads. The sheep selected widely the sectors of vega and the sites with slope, while the forest was the least preferred vegetational type. It is important to repeat this studies, under different landscape arrangements, in order to increase the knowledge of the distribution habits of sheep in the extensive conditions of South Patagonia.

Key words: Resource selection; spatial distribution patterns; ewes; GPS collars.



INTRODUCCIÓN

La selección de sitios de pastoreo por parte de grandes herbívoros, como ovinos y bovinos, no son decisiones tomadas al azar, sino en función de los diversos elementos del paisaje y en búsqueda de la máxima eficiencia de cosecha (Stephen y Krebs, 1986). Así, la heterogeneidad espacial de los recursos afecta la ingesta de los animales y su comportamiento a través de respuestas no lineales a las condiciones locales (Laca, 2008). En el caso del manejo extensivo de ovinos, los rumiantes a menudo controlan sus propias respuestas a través de la búsqueda y selección de sus dietas, donde el pastoreo selectivo es exhibido en su máxima expresión (Brizuela y Cibils, 2011). En este sentido, las ovejas ocupan más tiempo en tipos de vegetación que ofrecen mayor ganancia energética (Armstrong *et al.*, 1997), lo cual varía a lo largo del año según cambia la digestibilidad y disponibilidad del forraje (Owen Smith, 2002). En consecuencia, la heterogeneidad temporal y espacial de la biomasa forrajera determina un uso heterogéneo de la superficie por parte de los animales (Gross *et al.*, 1995; Owen Smith, 2002). Por otra parte, los factores abióticos tales como la distancia al agua, la pendiente del terreno y la presencia o ausencia de sombra o viento también son determinantes en la selección de hábitats a escalas de sitios de pastoreo o mayores (Bailey *et al.*, 1996). En consecuencia, la selección de sitios de pastoreo por parte de los animales responde a una compleja interacción de condicionantes que deben estudiarse a diferentes escalas espacio-temporales en la especificidad de cada lugar (Bailey y Provenza, 2008).

En Patagonia, Bertiller y Ares (2008) en un ensayo realizado en los arbustales del Monte patagónico, encontraron que la selectividad de las ovejas por las diferentes unidades de vegetación fue determinada fuertemente por aspectos relacionados a la obstaculización visual, las defensas antiherbívoros físicas y químicas de las plantas, y la oferta de especies preferidas. Por su parte, Ormaechea y Peri (2015) estudiaron la preferencia de ambientes por parte de ovinos en paisajes con bosque nativo, estepas gramíneas y mallines, encontrando preferencia por los ambientes con mayor confort térmico o mayor disponibilidad de pastizal. En Patagonia Sur, es conocido que los animales prefieren los mallines o vegas para el pastoreo diario por sus características forrajeras (alta calidad y disponibilidad), que buscan sitios altos y secos para el descanso nocturno y que las laderas de exposición norte son preferidas por una mayor insolación diaria que las mantiene más secas y cálidas. No obstante, este comportamiento de ovinos en pastoreo debe ser estudiado con rigor científico para avanzar en el desarrollo de pautas de manejo que propendan a un uso más uniforme de los recursos forrajeros, evitando así tanto el sobrepastoreo como la subutilización de las comunidades vegetales en los potreros.

Actualmente se cuenta con numerosos modelos conceptuales que explican cómo los factores bióticos y abióticos influyen en la selección de hábitats por el ganado (Senft *et al.*, 1987; Bailey *et al.*, 1996; Launchbaugh y Howery, 2005; Bailey y Provenza, 2008). Sin embargo, presentan dificultades al intentar predecir el comportamiento selectivo de los animales bajo la combinación de condiciones y recursos particulares de cada lugar. Para abordar esta problemática en el sur patagónico, el presente trabajo desarrolla un modelo de la respuesta de ovinos en un cuadro de pastoreo con múltiples ambientes durante la época estival. Para la elaboración del modelo, se aplica una función de probabilidad de selección de recursos (RSF - Resource Selection Function), considerando los factores que determinan los sitios de pastoreo del ganado ovino (Manly *et al.*, 2002). RSF es una técnica usada comúnmente por científicos que trabajan con vida salvaje, pero también por aquellos que estudian el ganado doméstico (Walburger *et al.*, 2009; Allred *et al.*, 2011;



Peinetti *et al.*, 2011). Los factores intervinientes en el modelo, se denominan en forma genérica variables predictoras, porque permiten cada una en su medida predecir la selección de sitios que harán los animales bajo condiciones específicas. En este sentido, Boyce *et al.*, (2002) define la técnica RSF como un modelo que produce valores proporcionales a la probabilidad de uso de un recurso, pero que además lo hace con rigor estadístico porque los modelos se desarrollan con datos objetivos en lugar de basarse en la opinión experta (modelos heurísticos).

Por todo esto, el objetivo del presente estudio es analizar el uso de recursos por parte de ovinos en un cuadro extensivo, respecto de su disponibilidad y posición en el paisaje; buscando además jerarquizar su importancia relativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio:

El ensayo se llevó a cabo en un cuadro de pastoreo de 1300 ha denominado Faja, perteneciente a la estancia Morro Chico, ubicada al suroeste de la provincia de Santa Cruz (51° 58' S - 71° 37' O). El establecimiento se encuentra en el extremo oeste del área ecológica denominada Estepa Magallánica. Es una zona de ecotono entre la estepa y el bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*), el cual se dispone en isletas dentro del paisaje (Peri y Ormaechea, 2013). El paisaje es levemente ondulado, constituido por una estepa gramínea dominada por coirón fueguino (*Festuca gracillima*) y un estrato de pequeñas hierbas y gramíneas entre las matas de coirón denominado "intercoironal" (Bran, 2000). En áreas más degradadas se presentan extensas superficies de un arbusto rastrero llamado murtillo (*Empetrum rubrum*), lo cual representa sitios con una disponibilidad forrajera muy escasa (<50 kg MS/ha). Finalmente, el paisaje también se compone de extensos mallines en las depresiones del terreno, donde dominan gramíneas, ciperáceas y juncos. La precipitación acumulada anual para esta zona es de 654 mm, mientras que la temperatura media anual alcanza los 5 °C (Kreps *et al.*, 2012). Un rasgo típico del clima de la región son los fuertes y frecuentes vientos provenientes del Oeste y Suroeste, cuyos promedios históricos de intensidad varían entre 4,75 y 7,28 m/s para las diferentes estaciones localizadas al sur de la provincia de Santa Cruz (Samela *et al.*, 2012).

Medición de las variables predictoras y posicionamientos GPS de los ovinos:

En el cuadro de pastoreo, se evaluaron 7 variables predictoras de la selección de sitios por parte de los ovinos: comunidad vegetal, altura del terreno, pendiente del terreno, exposición del terreno, distancia a las aguadas, distancia a los alambres y distancia a los caminos.

Para la variable comunidad vegetal se utilizó una imagen satelital Landsat, dividida y digitalizada de acuerdo a una clasificación supervisada (pixel 38x38 m) en 6 comunidades o ambientes: Bosque de ñire, Mallín Seco, Mallín Húmedo, Estepa gramínea, Murtillo y Agua (lagunas o superficies inundables). La altura, pendiente y exposición del terreno se obtuvieron mediante un modelo de elevación digital (DEM - pixel 50x50 m). Las distancias a aguadas, alambres y caminos se obtuvieron mediante su geolocalización con un GPS de mano (Garmin Etrex Legend C) y vectores (SHP - shapefile) provistos por el establecimiento.



El geoposicionamiento de los ovinos se obtuvo mediante collares GPS compuestos por un microcontrolador con arquitectura interna de 8 bits. Las coordenadas fueron almacenadas en una memoria no volátil EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) de 64 KB, que al ser descargada genera un archivo de texto. El GPS se alimenta de un pack de baterías conformado por 6 pilas recargables del tipo AA, con una capacidad energética de 4000 mAh a una tensión de 3,6 V. Esto le confiere una autonomía aproximada de 10 días bajo un intervalo de muestreo de 5 minutos. El diseño y construcción de los collares GPS estuvo a cargo del Instituto de Ingeniería Rural de INTA Castelar. Se colocaron collares GPS en 5 ovinos (raza Corriedale, hembras de 2 a 6 años de edad) escogidos al azar sobre un grupo de animales sanos y sin dificultades visuales ni tractoras. Se contempló que los animales conozcan previamente el cuadro para que el proceso de selección por parte del animal contemple todas las opciones disponibles en el cuadro. La carga animal instantánea utilizada fue de 1,16 EOP/ha. Un EOP (equivalente ovino patagónico) equivale al promedio de requerimientos anuales de una oveja de 49 kilos de peso vivo al servicio, esquilada en septiembre, que gesta y desteta un cordero de 20 kilos de peso vivo a los 100 días de lactancia.

Análisis de los datos:

Inicialmente se realizó un análisis SIG para determinar la información de cada variable predictora y el uso por parte de los ovinos en toda la superficie del cuadro. Mediante el software QGIS 2.18.11, se elaboró inicialmente un polígono cuadrículado con celdas de 100x100 m. Este polígono abarcó todo el cuadro de pastoreo y se le fue adicionando información sobre cada celda mediante herramientas SIG que extraen información de ráster específicos para cada variable predictora. Los ráster para comunidad vegetal y altura del terreno, fueron respectivamente la imagen clasificada y el DEM descritos anteriormente. Para obtener los ráster de pendiente, exposición del terreno y distancias a alambres, caminos y aguadas, se aplicaron herramientas SIG de la biblioteca GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) y GRASS (Geographic Resources Analysis Support System), incorporada en QGIS 2.18.11. Finalmente, también se obtuvo información sobre el número de geoposiciones en cada celda mediante un vector de puntos construido en base a los datos descargados del collar GPS.

La información resultante de todo este proceso SIG, se procesó bajo el programa estadístico R (R Development Core Team 2011) buscando analizar los patrones de selección de recursos por parte de los ovinos (Resource Selection Function - Manly *et al.*, 2002). Resource Selection Function (RSF) se basa en modelos lineales generalizados, y permitió modelar los factores que afectaron la distribución de los animales en pastoreo, determinando valores proporcionales a la probabilidad de uso de los recursos analizados. Para la modelización se utilizó una distribución binomial negativa con el $\log(x)$ como función vinculante por sus ventajas para el desarrollo de regresiones basadas en conteos; en este caso número de geoposiciones por celda. Luego, se realizaron pruebas de hipótesis específicas a fin de evaluar la significancia estadística de cada variable predictora. Además, se realizaron contrastes de modelos mediante la prueba del cociente de logaritmo de la función de máxima verosimilitud, buscando determinar la diferente incidencia de las variables bajo estudio. Finalmente, con el objetivo de encontrar un modelo de alta capacidad de predicción y baja complejidad (menor número de variables predictoras), se utilizó el Criterio de Información Akaike (AIC). Este índice se calculó para diferentes combinaciones de las variables predictoras, descartando sucesivamente las variables de menor peso.



RESULTADOS

Los ovinos se distribuyeron espacialmente a través del 67% de la superficie del cuadro en los 10 días evaluados (Figura 1A). No obstante, algunos sitios fueron utilizados en mayor medida dada la gran cantidad de geoposiciones observadas. La figura 1B, 1C y 1D muestran, a modo de ejemplo, los resultados del procesado SIG de 3 variables predictoras de las 7 analizadas para el desarrollo del modelo. En los diferentes ejemplos, puede observarse la distribución heterogénea de los factores ambientales en la superficie del cuadro.

A partir de pruebas de hipótesis para cada efecto del modelo (Tabla 1) y contrastes de modelos basados en el cociente del máximo de la función de verosimilitud, se determinó la significancia estadística de cada variable ambiental en explicar la variabilidad observada en el uso de los recursos. En base a los contrastes de modelos, se determinó que la Altura del terreno fue la variable de mayor incidencia, seguida de la Pendiente del terreno, la Distancia a los alambres, la Distancia a las fuentes de agua, la Comunidad Vegetal, la Exposición del terreno y finalmente la Distancia a los caminos. Cabe destacar, que, a pesar de las diferencias entre las variables, todas presentaron una incidencia significativa como determinantes del ovino para la selección de sitios de apacentamiento.

Tabla 1. Resultados de pruebas de hipótesis por efecto basadas en el estadístico Chi-cuadrado sobre el modelo binomial negativo

	gl	Desvíos	gl Residuales	Desvíos Residuales	P (>Chi)	Sig.
NULL			1385	1806,2		
Altura	1	250,5	1384	1555,8	<2,2E-16	***
Pendiente	1	27,4	1383	1528,3	1,6E-07	***
Distancia a alambres	1	27,7	1382	1500,6	1,4E-07	***
Distancia a caminos	1	7,1	1381	1493,5	7,7E-03	**
Distancia a aguadas	1	13,8	1380	1479,7	2,0E-04	***
Comunidad vegetal	5	29,8	1375	1450,0	1,6E-05	***
Exposición	4	14,9	1371	1435,0	4,8E-03	**

***<0,001 **<0,01 *<0,05

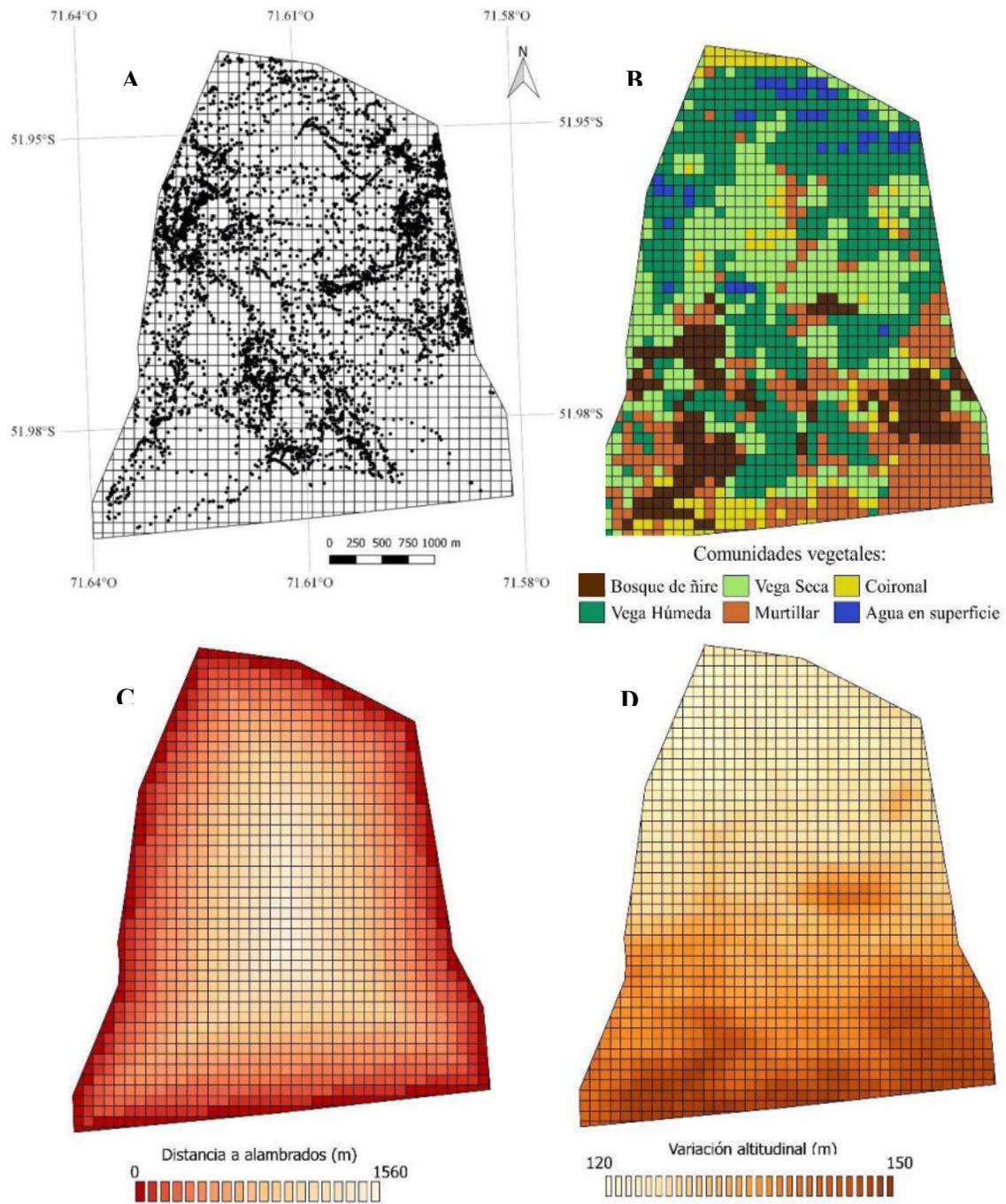


Figura 1. Cuadrículas vectoriales (100x100m) sobre el cuadro de pastoreo Faja, Estancia Morro Chico, provincia de Santa Cruz. A. Geoposiciones de 5 ovinos (frecuencia 5 minutos) a lo largo del período de estudio (4 al 14 de febrero). B. Comunidades vegetales. C. Distancia a alambrados. D. Altura del terreno.



La Tabla 2 muestra los rangos que tienen las variables en sus escalas originales, los estimadores para cada uno de los efectos incluidos en el modelo, y las estimaciones puntuales (exponenciales de los estimadores) conjuntamente con sus intervalos. Los signos correspondientes a cada estimador indican la tendencia del comportamiento animal respecto de la variable. Por ejemplo, en el caso de la Altura del terreno, los ovinos se inclinaron por un uso preferente de las zonas más bajas. Luego, los valores de los estimadores puntuales indican la variación unitaria de la variable predictora. Esto implica, por ejemplo, que ante un metro de aumento en la altura del terreno se reducen en promedio 0,89 geoposiciones, con una variación entre 0,87 y 0,90. Al tratarse de valores relativos, no es posible la comparación directa de la magnitud de los efectos de variables predictoras cuantitativas con escalas tan diferentes sin estandarizar. En el caso de las variables categóricas, los coeficientes son estimados en función de uno de los niveles de la variable categórica que se toma de referencia. Así, en el caso de las comunidades vegetales, el Agua en superficie es la comunidad de referencia; mientras que para la variable Exposición, el Este es el nivel de referencia. Por esto, es posible señalar para la variable Comunidad, que, al tener todos los niveles con signo negativo, no hubo preferencia por ninguna de las comunidades mayor a los sitios con agua. En el caso del Coironal, por su valor tan cercano a cero, puede señalarse con una preferencia equivalente a la de los ambientes con agua. Por otra parte, también es posible afirmar que la comunidad Bosque (valor del estimador = -1,0637), fue sobre la que el ovino mostró mayor aversión respecto de la comunidad de referencia.

La figura 2a muestra el incremento en el número de geoposiciones encontradas a medida que disminuye la altura del terreno, siendo más pronunciada en el caso de la comunidad del Coironal y leve en el Bosque. La figura 2b muestra el incremento en el número de geoposiciones encontradas a medida que aumenta la pendiente del terreno, siendo más pronunciada en el caso de la comunidad del Coironal y leve en el Bosque. La figura 2c muestra el incremento en el número de geoposiciones encontradas a medida que disminuye la distancia a las fuentes de agua, las diferencias en la magnitud del incremento fueron evidentes, siendo más pronunciada en el caso de la comunidad del Coironal y leve en el Bosque. La figura 2d muestra el incremento en el número de geoposiciones encontradas a medida que aumenta la distancia a los alambrados, las diferencias en la magnitud del incremento fueron evidentes, siendo más pronunciada en el caso de la comunidad del Coironal y leve en el Bosque.



Tabla 2. Estimadores lineales y sus respectivos elevados con el intervalo de confianza para cada variable predictora. Se señala además el rango (min-max) de cada variable predictora cuantitativa.

	Rango	Estimador	Exp	IC95% LI	IC95% LS
(Intercept)		1,7E+01	3,8E+07	2,8E+06	5,4E+08
Altura (m)	121 - 149	-0,1160	0,8905	0,8738	0,9075
Pendiente (grados)	0 - 3,3	0,5684	1,7655	1,4565	2,1539
Distancia a alambres (m)	4 - 1562	0,0008	1,0008	1,0005	1,0011
Distancia a caminos (m)	22 - 2621	-0,0002	0,9998	0,9996	1,0000
Distancia a aguadas (m)	12 - 1102	-0,0011	0,9988	0,9983	0,9994
Comunidad Bosque		-1,0637	0,3452	0,1735	0,6551
Comunidad Coironal		-0,0735	0,9291	0,4529	1,8355
Comunidad Murtillar		-0,6024	0,5475	0,2867	0,9867
Comunidad Vega Húmeda		-0,2115	0,8094	0,4443	1,3753
Comunidad Vega Seca		-0,3893	0,6775	0,3607	1,1965
Exposición Norte		-0,3100	0,7334	0,5575	0,9596
Exposición Oeste		-0,4973	0,6082	0,4455	0,8298
Exposición nula o plano		-0,2176	0,8044	0,5867	1,1027
Exposición Sur		0,0491	1,0503	0,7424	1,4950

El modelo de mayor capacidad predictiva resultó ser el que incluye todas las variables predictoras, ya que presentó el menor índice de Criterio de Información Akaike (Tabla 3).



Tabla 3. Valores de Criterio de Información Akaike (AIC) en diferentes modelos de selección de recursos desarrollados para ovinos en un cuadro de pastoreo de 1300 ha al suroeste de la provincia de Santa Cruz.

Modelo	AIC
Altura + D. Alam + Pendiente + Comunidad + D. Agua + Exposición + D. Cam	7295
Altura + D. Alam + Pendiente + Comunidad + D. Agua + Exposición	7296
Altura + D. Alam + Pendiente + Comunidad + D. Agua	7304
Altura + D. Alam + Pendiente + Comunidad	7321
Altura + D. Alam + Pendiente	7337
Altura + D. Alam	7361
Altura	7385

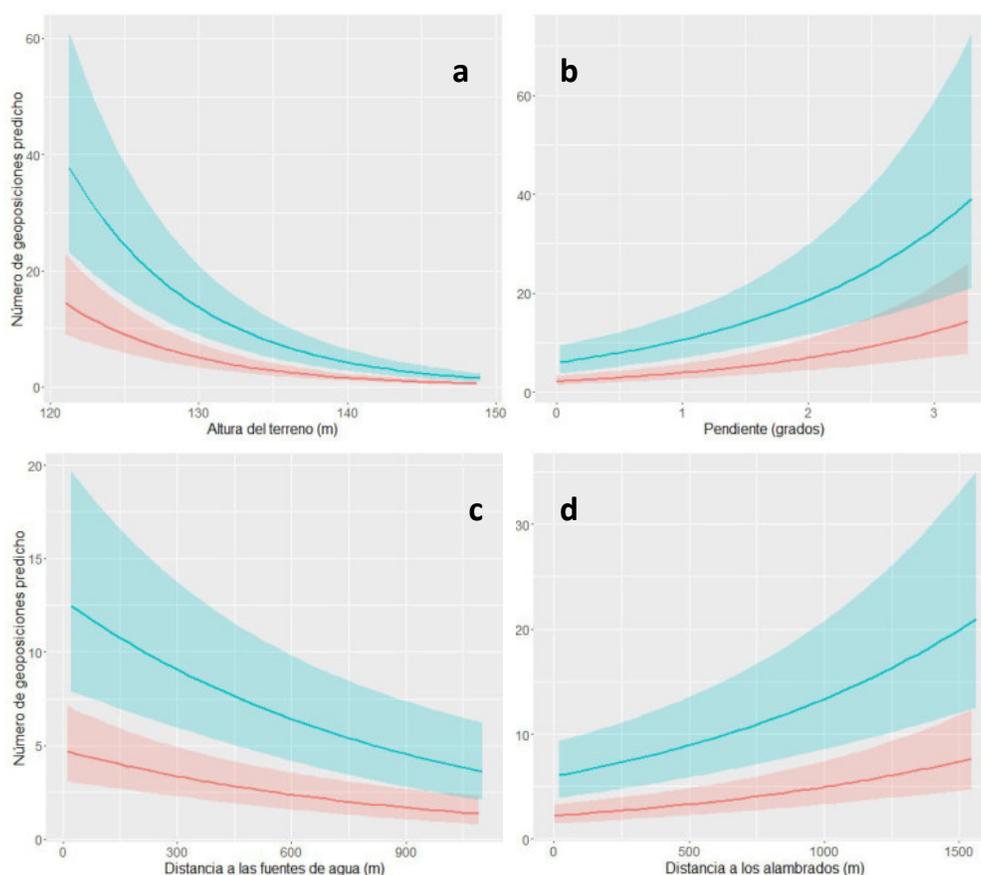


Figura 2. Valores esperados del número de geoposiciones respecto de: a) la altitud del terreno; b) pendientes del terreno; c) distancia a las fuentes de agua; d) distancia a los alambrados. Se muestra la relación para las dos comunidades más contrastantes (Coironal en celeste y Bosque en rojo) en base a la exposición Este. Las áreas sombreadas corresponden al error estándar.



DISCUSIÓN

El análisis del uso de recursos por parte de ovinos en el cuadro extensivo bajo estudio, determinó que todas las variables predictoras contempladas tuvieron incidencia significativa en el proceso de selección de sitios para el pastoreo y permanencia. En paralelo, el modelo de mayor capacidad predictiva fue el que contempló todas las variables predictoras bajo estudio. Por otra parte, la importancia relativa de cada variable fue jerarquizada para determinar aquellas de mayor incidencia. En este sentido, la altura del terreno se encontró en primer lugar, observándose una respuesta de preferencia de los ovinos sobre los sitios de menor altura del terreno. Particularmente en esta zona, estos sitios están representados con las comunidades vegetales de Vega seca y húmeda, que conjuntamente predominan en el cuadro bajo estudio con un 59,7% de la superficie. En Patagonia Sur, las vegas poseen una amplia disponibilidad y calidad de forraje durante primavera y verano (Collantes *et al.*, 1999; Utrilla *et al.*, 2006), lo cual puede explicar la alta selección por parte de los ovinos. No obstante, los ovinos mostraron mayor preferencia por la comunidad vegetal de Coironal cuya escasa superficie en el cuadro apenas supera el 7%. Este fenómeno se explica por la amplia disponibilidad de la comunidad de vega en este cuadro, lo cual determina la necesidad de muy altos niveles de selectividad sobre las mismas para que se exprese la preferencia por estas comunidades. En este sentido, Ormaechea y Peri (2015) señalan para estos paisajes, que los ovinos utilizan integralmente las diferentes comunidades vegetales a fin de satisfacer sus diferentes necesidades de descanso, refugio y alimentación. Teniendo en cuenta esto, es normal que las comunidades con menor participación en la superficie del cuadro manifiesten mayor preferencia. Por otro lado, el Bosque, cuya superficie apenas alcanza el 11% del cuadro, mostró ser la comunidad menos preferida por los ovinos. Estos datos se contraponen con lo encontrado por Ormaechea y Peri (2015) para paisajes similares de Patagonia Sur, donde se evidenciaron preferencias por el ambiente boscoso en la época invierno-primaveral dado que brinda refugio y un pastizal de mayor calidad que las praderas gramíneas adyacentes sin cobertura arbórea. Por otra parte, considerando la diferente época del año analizada en el presente estudio, es posible suponer que, durante el período estival, el bosque no brinda recursos importantes para satisfacer las necesidades fisiológicas diarias del ovino, o las demás comunidades cubren estas necesidades ampliamente.

La pendiente y la distancia a los alambrados fueron los factores de segundo orden de importancia para el proceso de selección de sitios por parte de los ovinos. Los animales mostraron preferencia por lugares de mayor pendiente, lo cual es normal en muchas razas ovinas siempre que no se superen determinados umbrales (Holecheck *et al.*, 2010). Según Hopewell *et al.* (2005), la selección de sitios con pendiente, en lugar de sectores llanos del paisaje, puede estar asociado a que los primeros brindan mayor resguardo de las inclemencias climáticas.

En cuanto a la distancia a los alambrados, los resultados señalan una preferencia por lugares más alejados de los límites del cuadro. El comportamiento de herbívoros domésticos respecto de los alambrados puede estar determinado por factores inherentes al mismo, como es el caso de la fragmentación del paisaje (Boone y Hobbs, 2004); o accidentales como es el caso de la preferencia por comunidades vegetales que se encuentran fortuitamente alejadas de los alambrados (Putfarken *et al.*, 2007). En el caso de este estudio, no se observa que las comunidades vegetales preferidas se concentren en el centro del cuadro. Por ende, es posible que la distribución de los ovinos en sitios centrales del cuadro simplemente obedezca a que estos disponían de los recursos necesarios para



sus actividades diarias; y que la fragmentación del paisaje no supuso una restricción importante de recursos.

Respecto al distanciamiento del agua, los animales prefirieron lugares cercanos a las fuentes de bebida en lugar de aquellos más alejados (Bailey *et al.*, 1996). Esto era previsible dada la fuerte evidencia científica existente acerca de la importancia del agua como condicionante de los sitios de apacentamiento del ganado (Senft *et al.*, 1987; Smith, 1988; Ganskopp, 2001). Sin embargo, el hecho de ser un factor de tercer orden de importancia para el proceso de selección de sitios por parte de los ovinos, relativizó su importancia en este tipo de paisajes. Esta información, en conjunto con el distanciamiento observado entre los ovinos y las fuentes de agua (<1km), brinda los primeros indicios sobre el distanciamiento mínimo recomendable que debe haber entre fuentes de agua para esta zona.

CONCLUSIONES

La modelización de los factores que afectan la distribución de ovinos en pastoreo es una herramienta estadística sumamente útil para el estudio de las respuestas complejas del comportamiento animal. Frente a las condiciones particulares de un cuadro extensivo con bosque nativo en Patagonia Sur, el presente estudio evidenció una respuesta de los ovinos principalmente condicionada por la variación topográfica del terreno (altura y pendiente) pero vinculada indirectamente a las comunidades vegetales presentes en el paisaje. Es importante repetir este tipo de estudios, bajo diferentes arreglos del paisaje, a fin de aumentar el conocimiento de los hábitos de distribución de ovinos en las condiciones extensivas de Patagonia Sur.

Agradecimientos

A la Ing. Vanesa Torres por su colaboración en el tratamiento de las imágenes satelitales. A la empresa Ovis XXI por la imagen con clasificación supervisada de las comunidades vegetales presentes en el cuadro.

Bibliografía

- Allred, B.W., Fuhlendorf, S.D., Hamilton, R.G. 2011. The role of herbivores in Great Plains conservation: comparative ecology of bison and cattle. *Ecosphere* 2,1-17.
- Armstrong, H.M., Gordon, I.J., Hutchings, N.J., Illius, A.W., Milne, J.A., Sibbald, A.R. 1997. A model of the grazing of hill vegetation by sheep in the UK. II. The prediction of offtake by sheep. *J. Appl. Ecol.* 34,186-206.
- Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift, D.M., Sims, P.L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management* 49, 386-400.
- Bailey, D.W., Provenza, F.D. 2008. Mechanism determining large-herbivore distribution. En: Prince, H., Langevelde, F. (Eds.), *Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging*, Springer, Netherlands, pp. 7-28.
- Bertiller, M.B., Ares, J.O. 2008. Sheep Spatial Grazing Strategies at the Arid Patagonian Monte, Argentina. *Rangeland Ecology and Management* 61,38-47.
- Boone, R.B., Hobbs, N.T. 2004. Lines around fragments: effects of fencing on large herbivores. *African Journal of Range and Forage Science* 21,147-158.
- Boyce, M.S., Vernier, P.R., Nielsen, S.E., Schmiegelow, F.K. 2002. Evaluating resource selection functions. *Ecological modelling* 157,281-300.
- Bran, D. 2000. Las regiones ecológicas de la Patagonia y sus principales formaciones vegetales. En: Manazza, J. (Ed.), *Principios de Ecología y Conservación de los Recursos Naturales de la Patagonia*, Ediciones INTA, Bariloche, Argentina, pp. 93-100.



- Brizuela, M., Cibils, A. 2011. Implicancias de la carga animal, distribución de los animales y métodos de pastoreo en la utilización de pasturas. En: Cangiano, C.A., Brizuela, M.A. (Eds.), Producción animal en pastoreo, Ediciones INTA EEA Balcarce, Argentina, pp. 349-376.
- Collantes, M.B., Faggi, A.M. 1999. Los humedales del sur de Sudamérica. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica, 15-25.
- Ganskopp, D. 2001. Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: a GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behaviour Science* 73,251-262.
- Gross, J.E., Zank, C., Hobbs, N.T., Spalinger, D.E. 1995. Movement rules for herbivores in spatially heterogeneous environments: responses to small scale pattern. *Landscape Ecology* 10,209-217.
- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H. 2010. Range management: principles and practices. 6th edn. Nueva Jersey, Estados Unidos.
- Hopewell, L., Rossiter, R., Blower, E., Leaver, L., Goto, K. 2005. Grazing and vigilance by Soay sheep on Lundy island: influence of group size, terrain and the distribution of vegetation. *Behavioural Processes* 70,186-193.
- Kreps, G., Martínez Pastur, G., Peri, P. 2012. Cambio climático en Patagonia Sur, Ediciones INTA. EEA INTA Santa Cruz-CONICET, Buenos Aires, pp. 100.
- Laca, E. 2008. Foraging in a heterogeneous environment. Intake and diet choice. En: Prince, H., Langevelde, F. (Eds.), *Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging*, Springer, Netherlands, pp. 81-100.
- Launchbaugh, K.L., Howery, L.D. 2005. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. *Rangeland Ecology & Management* 58,99-108.
- Manly, B.F.J., McDonald, L.L., Thomas, D.L., McDonald, T.L., Erickson, W.P. 2002. Resource Selection by animals. *Statistical Design and Analysis for Field Studies*. 2nd edn, Dordrecht, the Netherlands, pp. 222.
- Ormaechea, S., Peri, P. 2015. Landscape heterogeneity influences on sheep habits under extensive grazing management in Southern Patagonia. *Livestock Research for Rural Development*, Vol: 27, Ed: 6, Art:105.
- Owen Smith, N. 2002. Adaptive herbivore ecology: from resources to populations in variable environments. Cambridge University Press, Cambridge, pp 374.
- Peinetti, H.R., Fredrickson, E.L., Peters, D.P., Cibils, A.F., Roacho-Estrada, J.O., Laliberte, A.S. 2011. Foraging behavior of heritage versus recently introduced herbivores on desert landscapes of the American Southwest. *Ecosphere* 2,1-14.
- Peri, P.L., Ormaechea, S. 2013. Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo. Ediciones EEA INTA Santa Cruz, Buenos Aires, pp. 88.
- Putfarken, D., Dengler, J., Lehmann, S., Härdtle, W. 2008. Site use of grazing cattle and sheep in a large-scale pasture landscape: a GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behaviour Science* 111,54-67.
- Samela, A.M., Bahamonde, P.J., Calafiore, C.A., Bonfili, O.A., Queipul, J.A., García, D.H., Rojas, C. 2012. Determinación de Parámetros de Vientos en el Sur de la Provincia de Santa Cruz. *Actas II Congreso Latinoamericano de Ingeniería del Viento CLIV2*, La Plata, Buenos Aires.
- Senft, R.L., Coughenour, M.B., Bailey, D.W., Rittenhouse, L.R., Sala, O.E., Swift, D.M. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *BioScience* 37,789-799.
- Smith, M.S. 1988. Modelling: three approaches to predicting how herbivore impact is distributed in rangelands. *New Mexico State Univ. Agr. Exp. Sta. Res. Rep.* 628.
- Stephens, D.W., Krebs, J.R. 1986. *Foraging Theory*, Princeton University Press, Princeton, pp. 247.
- 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.
- Walburger, K.J., Wells, M., Vavra, M., DelCurto, T., Johnson, B., Coe, P. 2009. Influence of cow age on grazing distribution in a mixed-conifer forest. *Rangeland ecology & management* 62,290-296.