

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/323245539>

Cattle production under intensive silvopastoral management at ranch level and complete production cycle in Tierra del Fuego,

Article in *Livestock Research for Rural Development* · February 2018

CITATIONS

0

READS

6

6 authors, including:



Sebastian Ormaechea

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

15 PUBLICATIONS 53 CITATIONS

SEE PROFILE



Verónica Gargaglione

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

36 PUBLICATIONS 273 CITATIONS

SEE PROFILE



Héctor A Bahamonde

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

63 PUBLICATIONS 223 CITATIONS

SEE PROFILE



Cecilia Soledad Escribano

National Institute of Agricultural Research of ...

9 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Patrones espaciales de distribución en animales domésticos [View project](#)



Anthropic and climate change impacts on greenhouse gases emissions from North Patagonian wetlands [View project](#)

Producción bovina bajo manejo silvopastoril intensivo a escala de establecimiento y ciclo completo en Tierra del Fuego, Argentina

S Ormaechea, V Gargaglione, H A Bahamonde, C Escribano, E Ceccaldi y P L Peri

Estación Experimental INTA Santa Cruz, CC332, Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina
ormaechea.sebastian@inta.gob.ar

Resumen

Los sistemas bovinos extensivos de Tierra del Fuego incorporan escasa tecnología de manejo por lo que poseen bajos niveles de producción por unidad de superficie. No obstante, hoy existen tecnologías disponibles como la evaluación de pastizales, la separación de ambientes y el pastoreo rotativo que permitirían un mejor manejo del pastoreo. En el presente estudio se ha puesto a prueba una propuesta de manejo que incorpora estas tecnologías, evaluando diversos indicadores (porcentaje de preñez y destete, evolución de peso, hábitos dietarios, comportamiento animal, incidencia de parásitos, compactación de suelos y cambios en la composición botánica del pastizal) a escala de establecimiento y ciclo completo. Los resultados han mostrado la viabilidad de la propuesta de manejo y sus ventajas: Preñez: 94,4%, Destete: 93,1%, Producción de carne: hasta 1,22 Kg/animal/día y 73 Kg/ha, y mayor mansedumbre del ganado. No obstante, se advierte la importancia de monitorear constantemente la evolución de los pastizales a fin de lograr un uso sustentable del recurso pastoril.

Palabras clave: *bosque nativo, ganadería extensiva, pastoreo rotativo, separación de ambientes*

Cattle production under intensive silvopastoral management at ranch level and complete production cycle in Tierra del Fuego, Argentina

Abstract

The extensive bovine systems of Tierra del Fuego incorporate little management technology so they have low production levels per unit area. However, there are technologies available such as grassland assessment, vegetation type separation, and rotational grazing system that would allow better grazing management. In the present study, a management proposal that incorporates these technologies has been tested by evaluating various indicators (percentage of pregnancy and weaning, weight development, dietary habits, animal habits, parasite incidence, soil compaction and changes in composition botany of the pasture) at ranch level and complete production cycle. The results shown the viability of the proposed intensive management and its advantages: Pregnancy: 94.4%, Weaning: 93.1%, Meat production: up to 1.22 kg/animal/day and 73 kg/ha, and better tameness of cattle. However, monitoring the evolution of grasslands in order to achieve a sustainable use of the pastoral resource is needed.

Key words: *extensive stockbreeding, native forest, rotational grazing, separation of vegetation types*

Introducción

El paisaje de la zona central de la provincia de Tierra del Fuego (Argentina) se encuentra dominado por 183.000 ha de bosque nativo de ñire (*Nothofagus antarctica*) en 42 establecimientos donde predomina la ganadería bovina de cría y engorde (Ormaechea et al 2009; Peri y Collado 2009). El 84% de estos establecimientos presentan un manejo netamente extensivo del pastoreo (Veranadas/Invernadas o Pastoreo Continuo) donde el ajuste de la carga animal se realiza mayormente de manera subjetiva (Ormaechea et al 2009; Cerezani et al 2011). En estos sistemas ganaderos los animales pastorean en extensos cuadros de más de 800 ha (Chayer y Gianfrancesco 2007), donde seleccionan libremente los diferentes ambientes disponibles. La pronunciada estacionalidad del pastizal, las bajas temperaturas invernales y la escasa aplicación de tecnologías determinan bajos niveles de producción por unidad de superficie, lo cual coincide con otros sitios de Patagonia Sur donde la base forrajera solamente es el pastizal natural (Guitart Fité 2008).

Por otro lado, en la región se han desarrollado diferentes tecnologías para la intensificación del sistema ganadero silvopastoril, que posibilitarían un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Estas tecnologías son: (i) evaluación de pastizales y ajuste de carga (Peri 2009; Bahamonde y Peri 2013), (ii) separación de ambientes (Ormaechea et al 2014; Peri et al 2016), (iii) pastoreo rotativo (Fertig 2006; Peri et al 2012), (iv) protección de renovales (Peri et al 2009b; Ormaechea y Peri 2016) y (v) raleo de rodales densos para obtención de productos madereros y aumento de la disponibilidad de forraje (Peri et al 2009a). La evaluación de pastizales y posterior ajuste de carga es una práctica ampliamente recomendada para el correcto manejo del pastoreo, ya que garantiza niveles adecuados de productividad animal en consonancia con el uso sustentable del pastizal (Golluscio et al 1998; Nakamatsu et al 1998; Borrelli y Oliva 2001). Sin embargo, su aplicación es muy baja, especialmente en sistemas ganaderos con bosque de ñire (Ormaechea et al 2009). Esto posiblemente es debido en parte a la falta de un método adecuado de cuantificación del pasto disponible o la falta de apropiación por parte de los productores en la planificación del pastoreo. Sin embargo, hace unos años (Peri 2009) surge un método expeditivo que permite lograr la estimación del recurso forrajero disponible y la planificación de su uso.

Por su parte, la separación de ambientes, la subdivisión de cuadros y el pastoreo rotativo son técnicas ampliamente difundidas en el mundo para el manejo de pastizales (Valentine 2001; Holechek et al 2010). La aplicación del pastoreo rotativo tiende a prevenir el sobreuso de algunas áreas preferidas por los animales (ej: vegas o mallines) y consecuentemente lograr el aprovechamiento de las menos elegidas (Bailey et al 1998). Esto generalmente está asociado a una reducción de la superficie de los cuadros que resulta en un uso más homogéneo y eficiente del pastizal natural (Barnes et al 2008; Ormaechea et al 2012). Según Lange (1985) una distribución espacial heterogénea puede generar áreas de sobrepastoreo, llegando a situaciones de 8 veces la carga media. Por lo tanto, la correcta distribución de los animales en los sistemas productivos es clave para mejorar las condiciones y el uso del recurso forrajero. En este sentido, en Patagonia los estudios que analizan estas tecnologías a escala real de producción son escasos o solo han contemplado el ganado ovino (Ormaechea et al 2014; Ormaechea y Peri 2015), resultando necesario generar información para el ganado bovino. Por lo expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar los diferentes resultados asociados a la implementación de un manejo que integre la evaluación de pastizales, la separación de ambientes y un pastoreo rotativo a escala real de producción en un establecimiento del ecotono fueguino con ganadería bovina. Para ello, se evaluó la performance de los animales a lo largo del año a través de mediciones relacionadas a sus hábitos de pastoreo con collares GPS, porcentaje de preñez y destete, evolución del peso, indicadores de mansedumbre, carga parasitaria y dieta, y las variaciones en las condiciones del suelo y el pastizal resultante del pastoreo rotativo.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El estudio se realizó en la estancia San Pablo (54° 18' LS - 66° 46' LO) ubicada en la porción este de la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (Argentina) (Figura 1). En esta zona, el bosque de ñire se dispone en masas continuas que solo se interrumpen por ríos y arroyos que conforman sectores de mallines y turberas de diferentes extensiones. El sotobosque de ñire y los mallines conforman el pastizal natural disponible para la alimentación de los animales; mientras que en las turberas predomina el musgo *Sphagnum magellanicum* sin vegetación forrajera. El bosque de ñire corresponde a rodales con árboles en su mayoría en fase de envejecimiento (≥ 160 años) pero con buena disponibilidad de renovales de al menos 1,2 m de altura instalada, distribuidos en general en isletas. En cuanto a los suelos de los ambientes productivos (mallín y bosque) no existen grandes diferencias en las propiedades físico químicas (Tabla 1). Los pertenecientes al mallín son levemente más ricos en nutrientes y materia orgánica, pero ambos poseen una textura franco limosa.

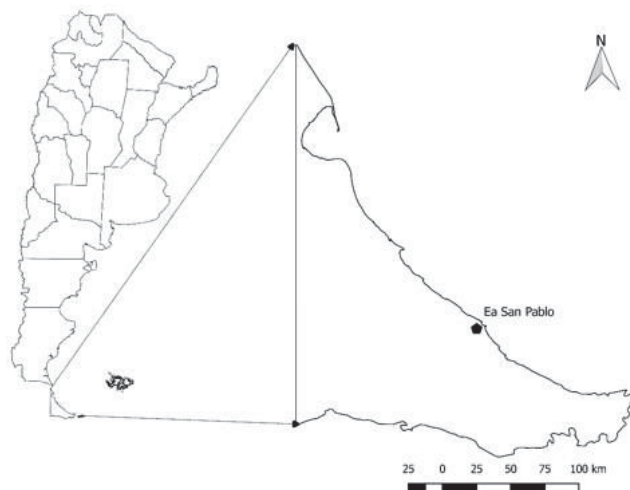


Figura 1. Localización de Ea San Pablo en la provincia de Tierra del Fuego, República Argentina.

Tabla 1. Parámetros de suelo (hasta 30 cm) para los ambientes productivos de bosque de ñire y mallín (n=3). Entre paréntesis se señala el desvío estándar

	bosque	mallín
Pasta		
Resistencia (ohm.m)	7,01 (2,48)	4,59 (1,92)
pH	4,40 (0,10)	4,20 (0,10)
Carbono orgánico (%)	5,37 (2,22)	6,74 (0,53)
Fósforo Truog (mg/kg)	1,0 (0,0)	7,0 (4,60)
Nitrógeno total (%)	0,596 (0,181)	0,802 (0,141)
Complejo de cambio		
Calcio (cmol(+)/kg)	8,70 (4,71)	15,5 (7,81)
Magnesio (cmol(+)/kg)	5,60 (1,05)	7,23 (2,57)
Sodio (cmol(+)/kg)	0,60 (0,0)	1,8 (1,82)
Potasio (cmol(+)/kg)	0,767 (0,208)	0,733 (0,231)
Textura		
% arcilla (< 2micrones)	18,3 (4,16)	29,3 (7,64)
% limo	53,3 (1,79)	46,1 (16,9)
% arena	28,3 (5,90)	24,6 (24,1)
Clase textural	Franco Limoso	Franco Limoso

El clima característico en la zona es altamente riguroso en la época invernal ya que los animales deben enfrentar bajas temperaturas y escasez de alimento. Aunque existe una aceptable cantidad de oferta forrajera (>500 Kg MS/ha), esta se encuentra inaccesible por nieve o presencia de hielo durante el invierno. Particularmente durante el período evaluado (2010-2013), las precipitaciones acumuladas variaron entre 412 y 501 mm/año. Las temperaturas mínimas medias anuales variaron en promedio entre $-6,3$ y $-8,9$ °C durante la época invernal; mientras que las temperaturas medias máximas durante la época estival alcanzaron en promedio entre $22,7$ y $24,2$ °C.

El establecimiento se dedica a la cría y engorde de vacunos Hereford bajo sistema extensivo. Aunque el manejo no es estrictamente de pastoreo continuo, las rotaciones son escasas (una o dos al año) y siempre se realizan en cuadros de grandes extensiones (>300 ha) con ambientes mixtos bosque-mallín. El entore se realiza en enero, las pariciones ocurren durante el mes de octubre y los terneros se destetan en mayo con 200-270 kg de peso vivo. Normalmente, los animales pierden entre 40-60 kg desde mayo a noviembre, comenzando luego a recuperar peso debido al rebrote del pastizal.

Diseño experimental

El estudio se basó en el seguimiento de la performance de 160 vaquillonas Hereford de reposición (12 meses de edad y $242 \pm 23,6$ kg de peso) bajo un manejo silvopastoril intensivo (MSI) durante 31 meses (ciclo completo de producción), desde octubre de 2010 a mayo de 2013. El MSI incluyó separación de ambientes, pastoreos de corta duración y ajuste de carga de acuerdo a evaluación de pastizales previas realizadas en cada cuadro. Para implementar el MSI, se planteó inicialmente un pastoreo rotativo intenso en cuadros con ambientes exclusivamente de bosque de ñire o mallín, con ajuste de carga según la receptividad del pastizal. Este manejo se realizó a partir de octubre (2010) y hasta marzo (2011), coincidentemente con el período de mayor crecimiento y disponibilidad forrajera de los pastizales de sotobosque y mallín (Tabla 2). Los animales primero pastorearon cuadros con bosque de ñire con una superficie promedio de 20 ha, permaneciendo en cada cuadro aproximadamente 7 días de acuerdo a la disponibilidad de forraje. En la época estival se utilizó el ambiente de mallín bajo pastoreos de corta duración (14 días) en cuadros de 40 ha de superficie media.

Tabla 2. Esquema de manejo bovino con separación de ambientes y pastoreo rotativo, Ea San Pablo, Tierra del Fuego

Período	Ambiente pastoreado	Nº cuadros	Superficie promedio (ha)	Producción media forraje (Kg MS/ha)	Carga animal período (animal/ha)
octubre-diciembre 2010	bosque de ñire	9	20	800	1,30 (6,90)*
enero-marzo 2011	mallín	6	40	1580	0,90 (4,10)*
abril-septiembre 2011	mixto ¹	2	400	710	0,20 (0,41)*
octubre-diciembre 2011	bosque de ñire	2	410	800	0,19 (0,38)*
enero-marzo 2012	mallín	1	292	1244	0,51
abril-septiembre 2012	mixto ¹	2	1089	539	0,07 (0,14)*
octubre-mayo 2012-2013	mixto ¹	1	1334	561	0,13

* Entre paréntesis se presentan valores de cargas instantáneas en las subdivisiones de cuadros del pastoreo rotativo.

¹ "mixto" refiere a la presencia de bosque de ñire, mallín y turberas en el mismo cuadro.

Finalmente, el ciclo anual se cerró con el uso de un cuadro con ambiente mixto de ñire (50%), mallín (30%) y turba (20%) en forma extensiva en los meses de otoño e invierno (abril-septiembre de 2011). Al año siguiente se usaron los mismos cuadros y en el mismo orden, con la diferencia que no se practicó un pastoreo rotativo intenso. Al finalizar el segundo ciclo productivo (septiembre de 2012), los animales pastorearon en cuadros de ambientes mixtos hasta finalizar el período de estudio. La separación de cuadros se realizó con alambrados eléctricos de un hilo y garantizando la provisión de agua en cada una de los cuadros bajo pastoreos de corta duración. Para garantizar el uso silvopastoril de los ñirantales a nivel predial se incorporó la evaluación de pastizales para optimizar la producción ganadera y evitar el deterioro del sistema por sobrepastoreo. La evaluación de pastizales permitió determinar el número de animales (carga animal) y el tiempo de uso de cada cuadro. Para esto se utilizó el método de evaluación de pastizales adaptado al ecosistema de ñirantales en Patagonia Sur (Peri 2009), mientras que en los mallines se determinó la disponibilidad del pastizal por el método Botanal (Suárez 2007).

El entore o servicio de las hembras se realizó en el mes de enero de 2012 con un 4% de toros. En el mes de mayo del mismo año se realizó la palpación rectal para determinar el porcentaje de preñez.

Performance y hábitos de los animales

Las variables de estudio medidas sobre los animales fueron el porcentaje de preñez y cría destetada, la evolución de peso, los hábitos de distribución y movimiento en pastoreo, la dieta, la carga parasitaria y diferentes indicadores fisiológicos relacionados a mansedumbre. El porcentaje de preñez se calculó en base al número de vaquillonas preñadas sobre el número de animales en servicio. Por su parte, el porcentaje de cría destetada se calculó en base al número de terneros vivos al momento del destete dividido el número de vaquillonas al servicio. Para determinar la variación de peso individual, se efectuaron 10 pesajes a lo largo de 31 meses sobre muestras de 45 animales seleccionadas al azar. Para el estudio de hábitos de distribución y movimiento en pastoreo, se colocaron collares GPS a 5 animales seleccionados al azar en tres situaciones a lo largo del período de estudio. Cada una de las situaciones representó una combinación de ambiente, manejo y época particular (bosque rotativo en primavera, mallín rotativo en verano y mixto extensivo en invierno). Se calculó la distancia caminada y el área explorada media y máxima diaria utilizando el programa Qgis 2.18.11 Las Palmas. Los geoposicionamientos de cada animal fueron agrupados por día y luego se usaron algoritmos específicos para el cálculo de cada variable. Para obtener el trayecto diario de cada animal se usó el complemento SAGA *Convert points to line(s)*; mientras que para el área explorada se utilizó *Envolve convexa* que calcula un mínimo polígono convexo (MCP, por sus siglas en inglés; Southwood 1966). Finalmente se promediaron los datos medios y máximos entre todos los animales para una misma situación.

Para el análisis de mansedumbre se compararon los resultados del MSI con un grupo de bovinos manejados en forma extensiva en el mismo establecimiento (testigo). La determinación de indicadores fisiológicos de mansedumbre se realizó al final del ensayo (mayo 2013) sobre ambos grupos. Para esto, se tomaron muestras de sangre con el animal encepado para analizar niveles de Cortisol, Glucosa, Creatinquinasa y Lactato. Estas muestras fueron fraccionadas con y sin anticoagulante. Posteriormente fueron congeladas, y remitidas al Laboratorio del Instituto Tecnología de Alimentos del Centro de Investigación de Agroindustria de INTA Castelar. Como quinto indicador de mansedumbre se midió la frecuencia cardíaca con un estetoscopio bajo las mismas condiciones, registrando el número de latidos por minuto (lpm). Para detectar diferencias entre los grupos, los resultados fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA y test LSD de Fisher con un 0,05% de confianza. Los resultados obtenidos son representativos de las condiciones ambientales y productivas descriptas, pero no son extrapolables directamente a otras situaciones ya que cada animal representa una pseudoréplica (Hurlbert, 1984).

Por otro lado, se monitoreó la carga parasitaria de los vacunos en 4 momentos del primer año de estudio (diciembre, febrero, septiembre y noviembre). Esta medición fue coincidente con pesajes de los animales y consistió en tomar 20 muestras de heces en el cepo para efectuar recuentos de huevos de nemátodos en materia fecal (HPG) y cultivo de larvas. Los análisis fueron realizados siguiendo los protocolos del Laboratorio de Sanidad Animal, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente de Tierra del Fuego.

Los estudios de dieta se realizaron sobre las mismas 3 situaciones descriptas para los hábitos de distribución animal con el uso de collares GPS, recolectando 3 muestras frescas de heces de 400 g. Las muestras fueron secadas en estufa a 60 °C por 72 h, y luego se molieron para ser analizadas bajo técnicas de microhistología en el Laboratorio de INTA Bariloche.

Cambios de la vegetación y efecto sobre el suelo

Para caracterizar la vegetación del sotobosque de ñire y sus potenciales cambios debido al manejo animal propuesto, se instalaron tres transectas permanentes de 15 m de longitud donde se evaluó la cobertura de especies por el método de intercepción de puntos (Levy y Madden 1933) registrándose cada 10 cm todas las especies interceptadas, la presencia de mantillo y suelo desnudo. A partir de los datos colectados, se calculó la riqueza específica y el índice de diversidad de Shannon. Las mediciones se realizaron en el año 2009 (previo al inicio de este ensayo) y luego de 1, 2 y 3 años de implementado el MSI. El monitoreo de la vegetación en el ambiente mallín se realizó en forma diferenciada según su régimen hídrico. Por este motivo, se instalaron tres transectas permanentes en la zona húmeda (mallín húmedo, zona inundable) y tres transectas en la zona seca (mallín seco, sin inundación evidente). Las transectas fueron de 15 m de longitud y fueron medidas con la misma metodología que la utilizada en el sotobosque de ñire. La caracterización inicial se realizó en primavera de 2009, anterior al MSI, y luego de 1 y 2 años del manejo propuesto.

Para evaluar el efecto de altas cargas animales sobre la posible compactación del suelo se midieron: a) la resistencia a la penetración (RP) con un penetrómetro (de cono de 22 mm de diámetro) cada 5 cm de profundidad hasta los 15 cm de profundidad; b) la densidad aparente (DA) a través de muestras de suelo tomadas con un cilindro de 820 cm³ de volumen (profundidad de 15 cm), que posteriormente fueron secadas en estufa a 105 °C hasta peso constante. Asimismo, en cada punto donde se evaluó la RP y la DA se midió la humedad volumétrica del suelo (profundidad de 15 cm) con una sonda TDR. Para analizar la resistencia a la penetración se utilizó un ANOVA factorial con las fechas de muestreo (2 niveles) y profundidades (3 niveles) como factores fijos. Cuando hubo diferencias ($p < 0,05$) entre medias se utilizó el test de Tukey para separar las medias. En el caso de los valores de densidad aparente y humedad volumétrica del suelo antes y después de la entrada de los animales, fueron analizados mediante una prueba T ($p < 0,05$). Por otro lado, se realizaron regresiones lineales simples entre la humedad volumétrica y los indicadores de compactación del suelo (RP y DA).

Resultados

Performance y hábitos de los animales

El porcentaje de preñez alcanzó el 94,4% y el porcentaje de destete fue de 93,1%. La evolución de peso de las vaquillonas varió según las épocas del año, caracterizada por fuertes pérdidas en invierno y altas ganancias entre primavera y verano (Figura 2). Las pendientes de ganancia de peso fueron más acentuadas en las primeras temporadas en comparación a la tercera temporada.

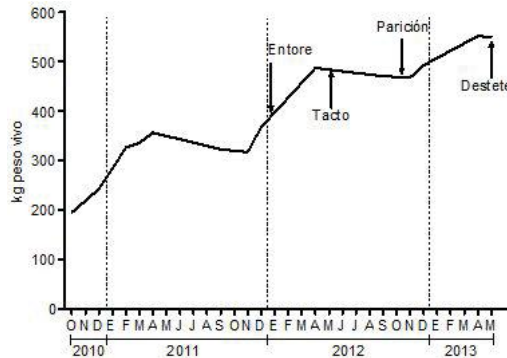


Figura 2. Evolución de peso de vacunos desde los 12 a los 43 meses de edad bajo Manejo Silvopastoril Intensivo en Ea San Pablo, Tierra del Fuego.

Al igual que la evolución del peso, la ganancia de peso individual y la producción por unidad de superficie tuvieron sus valores más altos en primavera-verano (Tabla 3), siendo mayor en el primer verano.

Tabla 3. Producción animal por unidad de superficie y ganancia diaria de peso individual de vacunos Hereford bajo Manejo Silvopastoril Intensivo en las diferentes épocas del año. Ea San Pablo, Tierra del Fuego. Entre paréntesis se presenta el desvío estándar.

Año	2010	2011			2012	hasta mayo 2013	
Época	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Resto del estudio
kg/ha	59,3	73,1	23,6	-7,0	9,40	25,7	4,30
kg/animal/día	1,02 (0,10)	1,22 (0,09)	0,60 (0,04)	-0,18 (0,01)	0,92 (0,06)	1,06 (0,07)	0,15 (0,05)

Del análisis de los datos proveniente de los collares GPS se determinó que los animales recorrieron distancias mayores en los cuadros de un solo ambiente bajo rotaciones frecuentes (Tabla 4). Sin embargo, al estar limitados por la superficie pequeña de estos cuadros, los animales exploraron un área menor que en el cuadro de ambiente mixto de mayor superficie, donde se alcanzó un máximo de 100 ha/día (Figura 3).

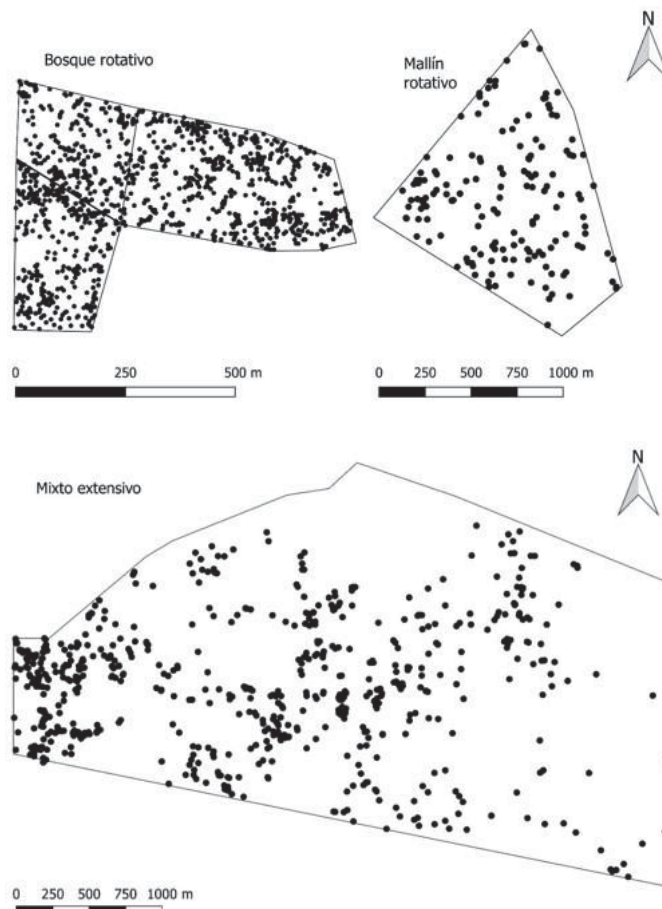


Figura 3. Ejemplo de geoposicionamientos de 2 vacunos a lo largo de 10 días en diferentes cuadros de pastoreo (Bosque rotativo, mallín rotativo y mixto extensivo).

Tabla 4. Distancias recorridas y áreas exploradas por los vacunos diariamente en diferentes cuadros. Se presentan valores medios (desvío estándar).

Cuadro	Época	Distancia recorrida diaria (km)		Área explorada diaria (ha)	
		Media	Máxima	Media	Máxima
bosque rotativo	octubre	4,79 (1,61)	6,95 (1,2)	8,71 (2,55)	11,3 (1,52)
mallín rotativo	enero	4,66 (0,20)	6,38 (1,47)	19,3 (2,50)	25,3 (8,23)
mixto extensivo	septiembre	2,52 (0,15)	3,93 (0,22)	37,9 (10,8)	100,4 (52,7)

Todos los indicadores fisiológicos de mansedumbre mostraron valores mayores para el grupo testigo en comparación al MSI (Tabla 5). No obstante, solo se evidenció efecto de tratamiento en los niveles de glucosa en sangre ($p < 0,05$) y tendencias en los niveles de cortisol en sangre y frecuencia cardíaca.

Tabla 5. Indicadores fisiológicos de estrés en bovinos Hereford de 43 meses de edad para el manejo silvopastoril intensivo (MSI) y el testigo en Estancia San Pablo, Tierra del Fuego. Se presentan valores medios (desvío estándar). Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticas ($p < 0,05$).

Indicador fisiológico	MSI	Testigo	SEM	p
Lactato (mmol/l)	4,75 (1,75)	5,93 (2,53)	0,56	0,147
Glucosa (mmol/l)	2,78 (0,44) a	3,52 (0,8) b	0,17	0,0039
Creatinquinasa (U/l)	37,6 (25,6)	27,0 (7,6)	5,83	0,225
Cortisol (ng/ml)	29,3 (14,6)	40,1 (12,8)	4,33	0,095
Frecuencia cardíaca (lpm)	83,7 (25,8)	111 (44,8)	9,44	0,0533

De los análisis parasitológicos se determinó la presencia de *Ostertagia* spp. como único género de nemátodo, presentando los valores más altos en la primera medición del estudio (Tabla 6). Los niveles parasitológicos posteriores al pastoreo rotativo en mallín (enero-marzo) fueron en todos los casos menores al valor inicial (diciembre 2010).

Tabla 6. Promedio (\pm desvío estándar) de huevos de nemátodos diferenciados por gramo de heces (HPG) de vacunos para el manejo silvopastoril intensivo (MSI) en diferentes épocas del año. San Pablo, Tierra del Fuego

Época	Huevos nemátodos
diciembre 2010*	120,6 (133,6)
febrero 2011	35,3 (72,1)
septiembre 2011	27,8 (15,9)
noviembre 2011	41,6 (28,7)

*Esta fecha es previa al manejo de los animales bajo pastoreo rotativo en mallín

Cambios de la vegetación y efecto sobre el suelo

El sotobosque de ñire contó con una cobertura vegetal inicial del 89 % y 11 % de mantillo (Figura 4 A). Tras la implementación del MSI, se observó la aparición de pequeñas proporciones de suelo desnudo (1%) luego de los dos y tres años de implementado el manejo (Figura 4 A). Con respecto a la diversidad específica, el índice de diversidad de Shannon inicial fue de -1,2 con una tendencia de incremento tras el uso intensivo con ganado (-1,5 al tercer año) (Figura 4 B). La riqueza específica no mostró grandes variaciones con valores de 8 y 9 especies (Figura 4 C). En la condición inicial del sotobosque, las gramíneas representaron cerca del 70% de la cobertura vegetal, siendo las especies *Trisetum spicatum* (37 %) y *Poa pratensis* (32 %) las de mayor cobertura relativa (Tabla 7). Las plantas dicotiledóneas herbáceas representaron cerca de un 13 % de la cobertura, siendo las especies con mayor cobertura relativa *Osmorrhiza depauperata* (7 %) y *Taraxacum officinale* (6 %). Tras la implementación del uso intensivo con animales, se observó una leve disminución en la proporción de gramíneas (60-62 %), principalmente *P. pratensis* y un leve incremento de *O. depauperata* y *T. officinale* dentro del grupo de las dicotiledóneas (Tabla 7).

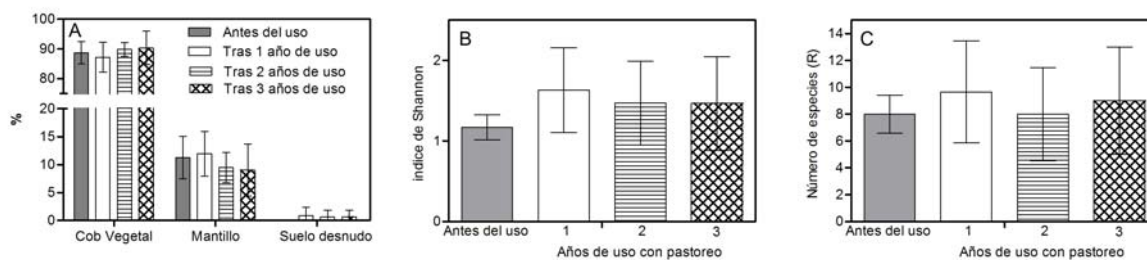


Figura 4. Evaluación del estrato herbáceo del sotobosque de ñire tras la implementación del uso silvopastoril intensivo con ganado bovino. A) evolución de la cobertura del suelo; B) evolución del índice de diversidad de Shannon (los valores corresponden a valores negativos) y C) evolución de la riqueza específica tras 1, 2 y 3 años de implementado el manejo. Las barras verticales indican el desvío estándar de la media.

Tabla 7. Cobertura vegetal relativa de las especies del sotobosque de *Nothofagus antarctica* y un mallín de la provincia de Tierra del Fuego, ambos en situación inicial y tras uno, dos o tres años de haber implementado un manejo silvopastoril integrado, que implicaba pastoreos rotativos con ganado bovino.

	% en sotobosque de ñire				% en mallín húmedo			% en mallín seco		
	Inicial	1 año	2 años	3 años	Inicial	1 año	2 años	Inicial	1 año	2 años
Gramíneas										
<i>Agropyro</i> sp.	1									
<i>Alopecurus magellanicum</i>		18	5	5	5	+	+	5	3	2
<i>Bromus unioloides</i>		+	+	+		+			+	
<i>Deschampsia flexuosa</i>		+	1	+		4			4	
<i>Festuca magellanica</i>	+	2	+	2	7	3	2	9	9	7
<i>Festuca gracillima</i>									8	12
<i>Lolium perenne</i>		+			+					
<i>Phleum pratense</i>						2	4		+	
<i>Poa pratensis</i>	32	8	21	22			10	9	30	32
<i>Poa speciosa</i>							4			4
<i>Rhizosperma</i> sp.							+	2		
<i>Trisetum spicatum</i>	37	32	34	35	1	1	4	3	+	2
Graminoides										
<i>Carex andersonii</i>							4			
<i>Carex</i> sp.	+			+	32	25	17	25	5	+
<i>Carex curta</i>					5	5	19	2	+	+
<i>Carex gayana</i>					45	50	27			2
<i>Luzula alopecurus</i>			+				+		2	2
Dicotiledóneas										
<i>Cerastium arvense</i>							+		+	
<i>Cerastium fontanum</i>	+	+		+				1		+
<i>Cardamine glacialis</i>		+								
<i>Colobantus quitensis</i>					+			+		
<i>Cotula scariosa</i>		+		2		+		+	2	+
<i>Gallium fuegianum</i>	+		+	+					+	
<i>Hieracium antarcticum</i>							2			
<i>Osmorhiza depauperata</i>	7	9	11	7						
<i>Oxalis enneafila</i>								+	+	+
<i>Pratia repens</i>		3	2			1	+	1	+	+
<i>Rumex acetosella</i>								5		+
<i>Schizilema ranunculoides</i>				+	2		+			+
<i>Taraxacum officinale</i>	6	6	8	7		1	1	15	16	15
<i>Triglochin palustris</i>								4		
Helechos										
<i>Blechnum penna-marina</i>	16	16	14	16						
Subarbustos										
<i>Acaena antarctica</i>					+					
<i>Acaena magellanica</i>	1	1				+	2	1	+	2
<i>Acaena ovalifolia</i>							+		2	
<i>Acaena</i> sp.									+	
<i>Azorella monanthos</i>					+			+		+
<i>Empetrum rubrum</i>						+		4	7	7
Arbustos										
<i>Berberis buxifolia</i>										+
<i>Senecio magellanicum</i>							1	6	11	12
Arbóreas										
<i>Nothofagus antarctica</i>			+							

+: Presencia de menos de 1% en la dieta

El mallín húmedo en situación inicial presentó una cobertura vegetal del 83 % (Figura 5 A), mientras que el sector de mallín seco fue de 81 % (Figura 5 B). Con respecto a la diversidad específica, el índice de diversidad de Shannon inicial fue de -0,85 y -1,61 para el mallín húmedo y seco, respectivamente (Figura 5 C) con un número de especies de 5 en mallín húmedo y 10 para el sector seco (Figura 5 D). En el sector húmedo del mallín las especies más abundantes fueron del grupo de las ciperáceas (87 %), mientras que en el mallín seco predominaron inicialmente gramíneas (28 %), ciperáceas (27 %), dicotiledóneas (25 %), arbustos (6 %) y subarbustos (5 %) (Tabla 7). Tras la implementación del uso MSI, se observó en ambos casos un leve aumento de la cobertura vegetal en detrimento del mantillo (Figura 5 A y B). Asimismo, se observó un aumento en el número de especies detectadas a 13 en ambos casos, tras dos años de uso con el manejo propuesto (Figura 5 D). En el mallín húmedo, a los dos años de implementado el manejo se observó una disminución en la proporción ocupada por ciperáceas y un aumento de alrededor del 10 % en gramíneas, siendo *P. pratensis*, *P. speciosa* y *Phleum pratense* las que mostraron los mayores incrementos (Tabla 7). Asimismo, en este ambiente se observó que tras dos años de pastoreo intenso aparecieron especies como *Acaena magellanica* y *Senecio magellanicum* (arbusto) que no habían sido detectadas en la situación inicial (Tabla 7). Por su parte, en el mallín seco se observó un aumento de la cubierta total de gramíneas (de 28 % inicial a 59 %), siendo las especies que más incrementaron su cobertura *P. pratensis*, *P. speciosa* y *Festuca gracillima* (Tabla 7) tras dos años de implementado el manejo. Asimismo, se observó una disminución considerable en ciperáceas (de 27 a 4 %), un aumento en la aparición de las especies *A. magellanica* (1 a 2 %) y *Empetrum rubrum* (de 4 a 7 %) y se duplicó la cobertura del arbusto *S. magellanicum* (de 6 a 12 %) (Tabla 7).

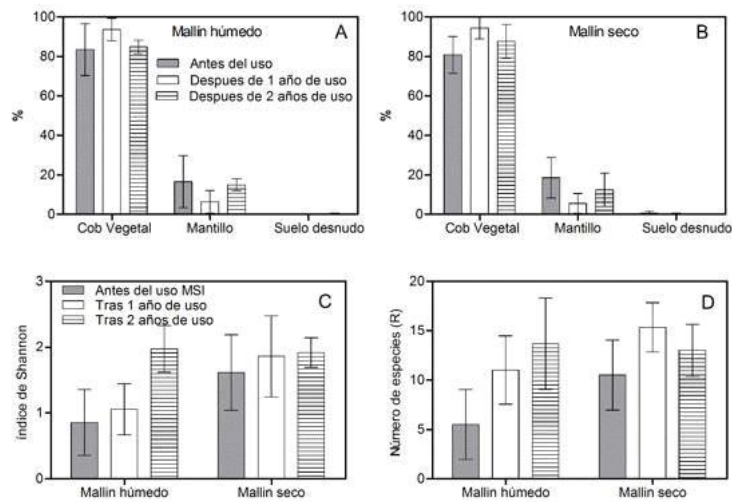


Figura 5. Evolución de la cobertura vegetal en un mallín A) húmedo y B) seco de la provincia de Tierra del Fuego tras la implementación de un sistema silvopastoril intensivo con pastoreo rotativo bovino. Se observa también la evolución del índice de Shannon (C) y la riqueza específica (D) de ambos ambientes. Las barras verticales indican el desvío estándar de la media.

Dieta de los bovinos

La proporción de especies encontradas en la dieta de los vacunos fue diferente según el ambiente pastoreado. La dieta fue contrastante al comparar animales pastoreando ambientes mixtos (sin delimitar nival y mallín) respecto al pastoreo rotativo con ambientes separados por alambrado bajo MSI (Tabla 8). Las vacas que se encontraban pastoreando en ambientes sin delimitar tenían una composición de dieta de 50 % gramíneas, 32 % de ciperáceas, 4% de árboles y arbustos, y 9 % de dicotiledóneas o herbáceas. Asimismo, las especies más consumidas en ambientes mixtos fueron *Poa* sp. (18 %) dentro de gramíneas; *Carex* sp. (17 %) dentro de ciperáceas y *Cerastium* sp. (3 %) dentro de las dicotiledóneas (Tabla 8). En cambio, cuando los animales pastorearon exclusivamente en bosques de ñire (rotativo), su dieta se compuso de 38 % de gramíneas, 10 % de ciperáceas, 37 % de herbáceas y 2 % de árboles y arbustos (Tabla 8). En este caso, las especies más consumidas dentro de cada grupo fueron *Poa* sp. (14 %), *Carex* sp. (6 %), *N. antarctica* (2 %) y el papus de las compuestas (18 %) dentro de las herbáceas o dicotiledóneas (Tabla 8). Por último, las vacas que se alimentaron solo en el mallín bajo uso rotativo compusieron su dieta con un 44 % de gramíneas, 28% de ciperáceas y 23% de dicotiledóneas, siendo las especies más abundantes *Poa* sp. (18 %), *Carex* sp. (16 %) y *Acaena* sp. (10 %) (Tabla 8).

Tabla 8. Proporción de especies en la dieta de bovinos pastoreando en un ambiente de sotobosque de *N. antarctica* (uso rotativo), un mallín (uso rotativo) y un cuadro que contenía ambos ambientes sin delimitar (uso extensivo). Todos los ambientes pertenecen a una estancia San Pablo ubicada en la provincia de Tierra del Fuego

Especies (%)	bosque rotativo	mallín rotativo	mixto extensivo
	primavera	verano	invierno
<i>Agropyro</i> sp.	2,3	1	2
<i>Alopecurus</i> sp.	9,9	10,3	7
<i>Deschampsia</i> sp.	4,4	7,8	8,5
<i>Festuca magellanica</i>	0	0,3	0,4
<i>Holcus</i> sp.	5,8	3,7	9,5
<i>Hordeum</i> sp.	1,5	0,7	0,2
<i>Poa</i> sp.	14,4	18,4	19,7
<i>Stipa</i> sp.	0	0	0,2
<i>Trisetum</i> sp.	0	1,3	2,4
Total Gramíneas	38,3	44	50,1
<i>Carex</i> sp.	6,5	15,6	16,8
<i>Eleocharis</i> sp.	0,5	0,3	0
<i>Juncus</i> sp.	0	2,3	6,3
<i>Luzula</i> sp.	2,8	10,2	9,4
Total Ciperáceas	9,8	28,4	32,4
<i>Baccharis</i> sp.	0	0	0,1
<i>Empetrum rubrum</i>	0	0	0,5
<i>Nothofagus antarctica</i>	2	0,8	3,4
Total Árboles/Arbustos	2	0,8	4
<i>Acaena</i> sp.	11,5	9,6	1,6
<i>Armeria</i> sp.	0	0,1	0
Asteracea (papus)	17,9	0,2	0
<i>Blechnum penna maritima</i>	0	0	0,2
Boraginaceae	0	0	0
Brassicaceae	0	0	0
<i>Cerastium</i> sp.	0,4	4,8	3,2
Chenopodiaceae	0	0	0,1
<i>Colobanthus</i> sp.	0	0	1
<i>Erodium</i> sp.	0	0,3	0
Fabaceae	2	1,5	0
<i>Galium</i> sp.	0,3	0	0
<i>Gunnera</i> sp.	0	0	0
<i>Medicago lupulina</i>	0	1,2	0
<i>Osmorrhiza</i> sp.	2,4	0	0
<i>Pratia</i> sp.	0	0,1	0
<i>Schizelima</i> sp.	1,7	0,7	0
<i>Senecio magellanicus</i>	1,1	4,5	1
<i>Sysirinchium</i> sp.	0	0	1,6
Total Hierbas	37,5	23	8,9

Monitoreo del suelo

De acuerdo a los datos obtenidos de resistencia a la penetración y densidad aparente, se determinó que la carga animal utilizada en este ensayo no generó compactación del suelo en el período evaluado. De manera similar, los valores de RP no variaron entre profundidades de suelo en ninguna de las situaciones evaluadas (Tabla 9). La DA y la HVS en general no variaron entre fechas para un mismo sitio, con la excepción del mallín donde la HVS fue mayor a la salida de los animales. Por otro lado, las regresiones lineales simples mostraron que en ningún caso los valores de RP y DA estuvieron asociados significativamente a la HVS ($p=0,39$).

Tabla 9. Resistencia a la penetración, densidad aparente (DA) y humedad volumétrica del suelo (HVS) hasta una profundidad de 15 cm en cuadros bajo manejo silvopastoril intensivo (MSI), Ea San Pablo, Tierra del Fuego.

Profundidad	Sitio 1 (bosque)		Sitio 2 (bosque)		Sitio 3 (bosque)		mallín		
	diciembre 2009	diciembre 2010	diciembre 2009	diciembre 2010	diciembre 2009	diciembre 2010	marzo 2011	diciembre 2011	
Resistencia a penetración	0-5	0,65±0,27	0,51±0,20	0,75±0,20	0,41±0,19	0,90±0,54	0,62±0,31	0,51±0,09	0,43±0,28
	5-10	0,74±0,29	0,57±0,26	0,78±0,23	0,40±0,14	0,65±0,29	0,72±0,30	0,78±0,33	0,42±0,22
	10-15	0,82±0,26	0,68±0,32	0,82±0,24	0,61±0,06	0,71±0,32	0,66±0,34	0,63±0,17	0,36±0,19
	media	0,81±0,33	0,62±0,25	0,82±0,27	0,59±0,22	0,75±0,38	0,65±0,26	0,59±0,21	0,42±0,22
dif fechas	p = 0,21		p = 0,023		p = 0,32		p = 0,006		
DA (15 cm) p = 0,32	0,54±0,12	0,98±0,24	0,48±0,11	1,11±0,37	-	-	0,64±0,18	0,41±0,24	
HVS p = 0,024	13,1±6,6 ^a	10,2±4,6 ^a	11,8±5,0 ^a	20,1±8,1 ^a	13,6±2,4 ^a	11,1±2,0 ^a	23,7±6,4 ^b	56,8±20,7 ^a	

Las diferencias entre fechas se refieren a los promedios. En el Sitio 3 no hay datos de densidad aparente

Discusión

Variables productivas y de performance animal

Las limitantes de ensayos a pequeña escala y el valor acerca de estudios a nivel de ecosistema han sido demostradas por varios autores (Carpenter 1996; Schindler 1998; Hewitt et al 2007). En este sentido, la información a escala predial y ciclo completo es imprescindible para poder detectar las interacciones del sistema y evaluar integralmente el comportamiento de tecnologías aplicadas (Peri 2012). Es por ello, que la importancia del presente trabajo reside en que brinda información productiva contemplando la complejidad del sistema de producción y acerca información para la toma de decisiones del sector productivo ganadero de la región, la cual es escasa. El porcentaje de preñez (94,4%) obtenido en el presente estudio, es satisfactorio y similar a lo encontrado en el Relevamiento de la Producción Bovina de Carne en la Provincia de Tierra del Fuego (Chayer y Gianfrancesco 2007). En dicho trabajo a su vez rescatan la importancia de la práctica del diagnóstico de gestación como elemento esencial en la planificación del sistema. El porcentaje de destete (93,1%) también se encuentra en el rango de los datos obtenidos en el citado relevamiento (76 - 98%) y es mayor a lo encontrado por Cerezani et al (2011) en su Diagnóstico del Sector Ganadero de Tierra del Fuego. En cuanto a la evolución de peso, se destacaron las fuertes caídas en invierno y recuperaciones en primavera, lo cual es característico de estos sistemas de producción bovina australes. La estacionalidad de la producción pastoril es una problemática que afecta a la mayoría de las regiones en Argentina (Seiler y Brizuela 2011), pero en el caso de Patagonia Sur se encuentra más acentuada por las inclemencias climáticas. Por otra parte, las ganancias de peso individuales encontradas son equivalentes a otros estudios en la región donde también se ha buscado la intensificación del sistema, mientras que la producción animal por unidad de superficie mostró valores más bajos comparado con los obtenidos en la provincia de Chubut (Tabla 10). Estas diferencias se deben a que los pastizales ensayados en Chubut cuentan con una mayor disponibilidad forrajera (>2200 kgMS/ha) en todos los casos, mientras que los utilizados en el presente estudio no superaron los 1600 kgMS/ha (Tabla 1). Por otro lado, distintos autores señalan que la producción anual de sistemas tradicionales en Patagonia Sur se encuentra entre 14 kg/ha (Fertig y Luchetti 2005) y 20 kg/ha (Berger y Luchetti 2007), lo que demuestra las ventajas del sistema propuesto en el presente estudio. En este sentido, es común que los productores busquen maximizar la ganancia de peso individual para lograr animales gordos al comienzo del invierno, capaces de sobrevivir a la estación fría, disminuyendo la eficiencia en la producción por unidad de superficie (Iglesias et al 2015).

Tabla 10. Referencias de producción de carne por unidad de superficie y ganancia diaria de peso de bovinos en diferentes experiencias, sitios, categorías, épocas y sistemas de producción en Patagonia Sur

Referencia bibliográfica	Sitio	Categoría	Sistema	Época	kg/ha	kg/animal/día
Cayssials 1977	Oeste y Sur de Santa Cruz	Terneros y novillos	Recría	Otoño	-	-0,02
				Invierno	-	-0,01
				Primavera	-	0,80
				Verano	-	0,92
Barahona 1998	Ea Cancha Distante	Vaquillonas	Recría sobre mallines	Verano	-	0,65
		Novillos	Engorde sobre mallines	Otoño	-	0,39
				Verano	-	1,11
Otoño	-	0,45				
Borrelli et al 1999	Ea El Principio	Vaquillonas y novillos	Pampa y mallín	Invierno-Primavera	-	0,55
	Ea Cancha Distante	Vaquillonas	Engorde a mallín	Primavera-Verano	-	1,1
Buono 2005	Campo Experimental Río Mayo (Chubut)	Terneros	Pastoreo mixto sobre mallines	Primavera-Verano	300	1,15
Fertig 2006	Noroeste de Chubut. Ea El Pajarito	Novillos y Vaquillonas (234 kg)	Rotativo	Primavera-Verano	219	1,03
			Continuo	Primavera-Verano	174	1,08
Peri et al 2006	Suroeste de Santa Cruz. Ea Nibepo Aike	Vaquillonas (264 kg)	Parcelas en bosque nativo	Primavera	-	0,91
Chayer y Gianfrancesco 2007	Diferentes estancias de Tierra del Fuego	Terneros, vaquillonas y novillos	Recría y engorde sobre pastizal natural	Primavera-Verano	-	1,25
Berger y Luchetti 2007	Ea Don Luis. Oeste de Chubut	Novillitos	Rotativo sobre pasturas	Verano	371	1,32
Felice et al 2010	Ea La Lucha	Vaquillonas (120-250 kg)	Engorde a corral	Invierno-Primavera	-	0,77

La distancia caminada y el área explorada por los animales en los diferentes cuadros fueron similares a lo observado en diversos antecedentes de la bibliografía (Black Rubio et al 2008; Bailey et al 2010; de Faria et al 2016). En el presente trabajo, las diferencias entre los cuadros manejados en forma rotativa y extensiva se corresponden con el trabajo de Walker et al (1989) donde justifican que las mayores distancias caminadas bajo cuadros rotativos estarían asociadas a movimientos para evitar conflictos sociales y mantener el espacio individual, en lugar de invertir un mayor tiempo a la búsqueda de alimento. Sin embargo, otros trabajos señalan una respuesta contrapuesta donde los animales se desplazan mayores distancias en cuadros más grandes bajo manejo continuo y/o donde las aguadas se encuentran más distantes (Hepworth et al 1991; Hart et al 1993). Las diferencias fisiológicas de los cuadros del presente estudio y su distinta época de utilización determinaron una respuesta compleja que imposibilita su comparación estricta; pero que indican una mayor actividad de los animales bajo cargas instantáneas más altas en estos sistemas.

Al analizar los indicadores de mansedumbre del ganado, se evidenció un efecto de tratamiento en la concentración de glucosa en sangre (2,78 en MSI vs 3,52 mmol/l en uso tradicional). En este sentido, los animales tratados con alto estrés presentan niveles glucémicos mayores a los animales tratados con bajo estrés, debido a la liberación de adrenalina y noradrenalina, además del incremento en la frecuencia cardíaca y la presión sanguínea. Este proceso estimula la gluconeogénesis hepática, lo cual incrementa la disponibilidad de glucosa plasmática (Romero Peñuela et al 2011). Lo expuesto anteriormente permite suponer que el contacto más frecuente con el hombre, bajo este tipo de intensificación del sistema, ha determinado menores niveles de estrés en los animales. Esto es particularmente importante para estos sistemas ganaderos, donde la ausencia de miedo o una menor reactividad de los animales ante la presencia del hombre, pueden garantizar mayores niveles de productividad y bienestar animal (Hemsworth y Barnett 2000); además de facilitar su arreo y encierre para diferentes tareas rutinarias.

Los resultados parasitológicos mostraron valores menores al umbral de 200 HPG a partir del cual se inician los efectos de la patología parasitaria para la categoría terneros y la contaminación del medio ambiente (Cubillán et al 2010). Esto es importante considerando que las condiciones de la zona bajo ensayo son propicias para el desarrollo de parasitosis y que esta afección es reconocida por los productores como el problema sanitario más relevante en los rodeos de la zona (Chayer y Gianfrancesco 2007). Si bien el ganado evita comer en la cercanía de deposiciones fecales, el riesgo de infecciones transmitidas en los animales bajo pastoreo rotativo intensivo con cargas instantáneas superiores a 4 animales/ha puede aumentar, por lo que son convenientes los tratamientos antiparasitarios de nemátodos y el manejo adecuado de las superficies de pastoreo.

Cambios en la vegetación y aspectos físicos del suelo

Los valores de cobertura vegetal encontrados con el presente estudio son concordantes con los informados por Peri y Ormaechea (2013) para el 25% de los bosques de ñire en la provincia de Santa Cruz y con Quinteros et al (2010) quienes informaron coberturas vegetales de entre el 30 y 90% dependiendo del tipo de bosque (alto, bajo abierto o denso). Por su parte, Peri et al (2016) comparando bosques de ñire primarios y bosques bajo uso silvopastoril, informaron valores de cobertura vegetal de entre 70-80% para bosques primarios y 55-60% para bosques bajo uso silvopastoril, respectivamente. Numerosos factores son los que influyen en la cobertura vegetal de estos sistemas, entre ellos la cobertura del dosel arbóreo, la temperatura y el régimen hídrico interactuando con la sombra (Peri et al 2016). Con respecto a la diversidad del sotobosque, los valores de índice de diversidad de Shannon y riqueza encontrados en este estudio son concordantes con los presentados por Gargaglione et al (2012) para ñirantales en Tierra del Fuego previos a ser raleados, mientras que Peri et al (2016) reportaron valores de riqueza levemente inferiores para ñirantales sin intervención. Un aspecto importante evidenciado en este estudio es que tras el uso del ñirantal con pastoreo rotativo, se comenzaron a visualizar pequeñas proporciones de suelo desnudo, con lo cual este es un aspecto a tener en cuenta y monitorear a más largo plazo a fin de no degradar el ecosistema. Por otra parte, se observó una leve disminución de la proporción de gramíneas en favor del aumento de las dicotiledóneas. Esto puede estar relacionado con la preferencia animal del pastoreo, ya que el análisis de dieta determinó que en todos los ambientes *Poa* sp. fue la especie más consumida.

El mallín del presente estudio es similar a muchos de los descritos para la zona de Tierra del Fuego, con una vegetación hidrófila y dos zonas bien diferenciadas: una zona húmeda situada en el centro o próximo a él, y otra zona xérica, ubicada más hacia los bordes (Collantes y Faggi 1999). La composición botánica encontrada en este estudio es concordante con la descrita por Moore (1983) para humedales de Tierra del Fuego. Con respecto a la respuesta del mallín al manejo propuesto es importante destacar que, tanto en la porción seca como en la húmeda del mallín, se observaron incrementos en la riqueza y diversidad de especies en favor de aquellas especies altamente forrajeras y adaptadas al pastoreo, como por ejemplo *Poa pratensis*, en detrimento de las ciperáceas. Otro factor importante observado en este estudio fue el aumento de la cobertura de especies subarbuscivas y arbustivas tras dos años de implementado el manejo. En este sentido, es importante el monitoreo de la cobertura de estas especies ya que pueden ser indicadoras de un proceso de degradación del ambiente, o procesos de "arbuscización" que ya han sido descritos en otros pastizales de Patagonia vinculados a altas cargas animales o sobrepastoreo (Aguar y Sala 1998).

En el esquema actual de uso ganadero analizado en este estudio se puede decir que las cargas animales utilizadas no generaron compactación del suelo, de acuerdo a los indicadores evaluados. Tanto los valores de resistencia a la penetración como los de densidad aparente del suelo, estuvieron dentro de los rangos reportados previamente para los ambientes estudiados (Bahamonde et al 2012).

Dieta del ganado

En cuanto a la dieta de los bovinos, se destacó la diferencia entre los cuadros pequeños de un solo ambiente y el cuadro de ambiente mixto de mayor tamaño. En los primeros se encontró que los animales consumieron una menor proporción de gramíneas y una mayor proporción de herbáceas en comparación al cuadro de ambiente mixto. Esto es llamativo considerando que los bovinos, en este tipo de ecosistemas, muestran preferencia por las gramíneas y aversión relativa por las herbáceas (Soler Esteban et al 2012). Es posible que la alta carga animal instantánea en los cuadros más pequeños, haya condicionado el comportamiento dietario de los animales, disminuyendo su capacidad de selección a pesar de la alta cobertura de gramíneas (Taylor et al 1980; Kothmann 2009).

Conclusiones

- Los resultados del presente trabajo mostraron la viabilidad de la intensificación de los sistemas ganaderos del centro de la provincia de Tierra del Fuego, al mismo tiempo que advierten sobre la necesidad de monitorear variables relacionadas a la degradación del ecosistema.
- El potencial de producción por unidad de superficie que tienen estos sistemas debe ser un punto fundamental a considerar en la planificación y evaluación de resultados de cada establecimiento ganadero.
- Es necesario el desarrollo de tecnologías que permitan atenuar los efectos de la escasez de forraje de calidad y las inclemencias climáticas en la época invernal.
- Rescatar que la obtención de datos productivos y de manejo a escala predial y ciclo completo sobre el aprovechamiento de estos ecosistemas permitirá mejorar las posibilidades de acceso al crédito bancario o a subsidios estatales como los concernientes a Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental del Bosque Nativo (n° 26331).

Agradecimientos

A Benjamín Roberts y Juan Carlos Apolinaire de Ea San Pablo por la disponibilidad de sus instalaciones, pero fundamentalmente por sus aportes a la discusión de las problemáticas del sector.

Bibliografía

- Aguiar M R y Sala O E 1998 Interactions among grasses, shrubs, and herbivores in Patagonian grass-shrub steppes. *Ecología Austral*, 8(2). <http://sala.lab.asu.edu/wp-content/uploads/075-Aguiar.pdf>
- Bahamonde H A, Peri P L, Gargaglione V, Ormaechea S y Ceccaldi E 2012 Pisoteo animal en un bosque de ñire bajo uso silvopastoril en Tierra del Fuego, Argentina. 2º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, p 177
- Bahamonde H y Peri P L 2013 Receptividad ganadera en bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) bajo uso silvopastoril en Patagonia Sur basado en los requerimientos energéticos de los animales. En: 4to Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Iguazú, Argentina, 11 pp. https://www.researchgate.net/profile/Hector_Bahamonde/publication/257307374_RECEPTIVIDAD_GANADERA_EN_BOSQUES_DE_Nothofagus_antarctica_nire_BAJO_USO_SILVOPASTORIL_EN_PATAGONIA_SUR_F
- Bailey D W, Dumont B y Wallis De Vries M F 1998 Utilization of heterogeneous grasslands by domestic herbivores: theory to management. *Annales de Zootechnie* 47:321-333. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00889734/document>
- Bailey D W, Thomas M G, Walker J W, Witmore B K and Tolleson D 2010 Effect of previous experience on grazing patterns and diet selection of Brangus cows in the Chihuahuan Desert. *Rangeland Ecology & Management*, 63:223-232. <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/download/20020/19637>
- Barahona A M 1998 Red de Ensayos de Pastoreo de Cambio Rural. Informe Técnico N° 14. Convenio INTA-CAP-UNPA. EEA INTA Santa Cruz, Río Gallegos, Argentina
- Barnes M K, Norton B E, Maeno M and Malechek J C 2008 Paddock Size and Stocking Density Affect Spatial Heterogeneity of Grazing. *Rangeland Ecology and Management* 61:380-388. https://www.researchgate.net/publication/43281464_Paddock_Size_and_Stocking_Density_Affect_Spatial_Heterogeneity_of_Grazing
- Berger H y Luchetti D 2007 Producción de carne en mallines cordilleranos. Carpeta Técnica, Ganadería N° 24. EEA INTA Esquel Producción de carne en mallines cordilleranos. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ganaderia24_produccion_bovina.pdf
- Black Rubio C M, Cibils A F, Endecott R L, Petersen M K and Boykin K G 2008 Piñon-Juniper Woodland Use by Cattle in Relation to Weather and Animal Reproductive State. *Rangeland Ecology and Management* 61:394-404. https://www.researchgate.net/profile/Kenneth_Boykin/publication/228649402_Pinon-Juniper_Woodland_Use_by_Cattle_in_Relation_to_Weather_and_Animal_Reproductive_State/links/0c96052319e0e9b098000000.pdf
- Borrelli P y Oliva G 2001 Evaluación de pastizales. En: Borrelli P y Oliva G (eds) Ganadería Ovina Extensiva Sustentable en la Patagonia Austral. Ediciones EEA INTA Santa Cruz, Argentina, pp 163-184. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-capitulotme_6.pdf
- Borrelli P, Williams M, Sama S, Milicevic F y Milicevic C 1999 Experiencias de pastoreo de vegas en el sur de Santa Cruz. Informe Técnico Red de ensayos de campo. Programa Cambio Rural. EEA INTA Santa Cruz
- Buono G 2005 Sistema de Pastoreo Ovinov-Bovino en mallines. IDIA 21:41-44. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_sistema_pastoreo_ovino_bovino.pdf
- Carpenter S 1996 Microcosm Experiments have Limited Relevance for Community and Ecosystem Ecology. *Ecology* 77:677-680. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/2265490/pdf>
- Cayssials R 1977 Desarrollo de terneros destetados en tres zonas distintas del sur de la provincia de Santa Cruz. Informe Programas, Planes de Trabajo y Labores Complementarias. Parte IV. E.E.R.A. INTA Bariloche
- Cerezani R, Frers E J, Vater G y Olmedo E 2011 Diagnóstico del Sector Ganadero, Agrícola, Modelos Productivos Actuales y Recomendaciones de Líneas de acción. Informe Técnico CFI, Tierra del Fuego, p. 290
- Chayer R y Gianfrancesco A 2007 Relevamiento de la Producción Bovina de Carne en la Provincia de Tierra del Fuego. <http://conpas.com.ar/wp-content/uploads/2015/12/Relevamiento-de-la-produccion-de-carne-bovina-en-Tierra-del-Fuego.pdf>
- Collantes, M B y Faggi A M 1999 Los humedales del sur de Sudamérica. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica, 15-25. <http://www.unesco.org/uy/mab/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/2.pdf>
- Cubillán, F A, Parra Nuñez A, Urdaneta A, Urdaneta Fernández M, Chacín E, Ramírez Barrios R 2010 Efecto de diferentes estrategias de control antihelmíntico sobre nemátodos gastrointestinales en terneras doble propósito. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 6:595-599. <http://www.cientificonline.com/index.php/CIENTIFICA/article/download/407/407>
- de Faria B M, Genro T C M, Rosseto J, Prates Ê R, Sisti R N and Laca E A 2016 Feeding Behavior of Steers on Natural Grasslands of Southern Brazil. 10th International Rangeland Congress, pp 241-242. https://www.researchgate.net/profile/Heidi_Hawkins/publication/314238422_Does_Holistic_Planned_Grazing_work_in_rangelands_A_global_meta-analysis/links/58bd04d392851c471d563f34/Does-Holistic-Planned-Grazing-work-in-rangelands-A-global-meta-analysis.pdf#page=264
- Felice M, Cabana J, Seguí F y Schorr A 2010 Experiencia de engorde a corral realizado por Ea La Lucha por la Sociedad Reichert-Poklepovick. Informe técnico. EEA INTA Santa Cruz
- Fertig M 2006 Producción de carne bajo distintos sistemas de pastoreo en ñirantales del Noroeste del Chubut. Ganadería 93-96. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ganaderia21_produccion_bovina.pdf
- Fertig M y Luchetti D 2005 Bovinos: Manejo Reproductivo Eficiente de un Rodeo de Cría. Carpeta Técnica INTA Esquel, Ganadería 14:55-60. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ganaderia14_reproduccion_bovina.pdf
- Gargaglione V, Peri P L, Monelos LH, Ormaechea S, Ceccaldi E, Lencinas M V y Martínez Pastur G 2012 Respuesta de la vegetación herbácea a raleos en bosque de ñire en Patagonia. Actas del 2º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Santiago del Estero, Argentina, pp 40-45. https://www.academia.edu/15685750/Respuesta_de_la_vegetacion_de_herbacea_a_raleos_en_bosques_de_nire_en_Patagonia
- Golluscio R A, Deregibus V A y Paruelo J M 1998 Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8:265-284. <https://www.agro.uba.ar/users/staiano/jose%20paruelo/Publicaciones/1998>

[/Golluscio%20R.A.,%20Deregibus%20V.A.%20and%20Paruelo%20J.M.%201998.%20Sustainability%20and%20range%20management%20in%20the%20Patagonian%20steppes.%20Ecology%202007%2017%20177-187.pdf](#)

Guitart Fité E 2008 Caracterización de la ganadería bovina en Patagonia Sur. EEA INTA Esquel, Carpeta Técnica, Economía N° 9. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_v_estadisticas_de_la_ganaderia/103-Patagonia_Sur.pdf

Hart R H, Bissio J, Samuel M J and Waggoner Jr J W 1993 Grazing systems, pasture size, and cattle grazing behavior, distribution and gains. Journal of Range Management, 81-87. <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/30180000/Hart/17.%20Hart%20et%20al.%201993%20grazing%20systems.pdf>

Hemsworth P H and Barnett J L 2000 Human–animal interactions and animal stress. En: Moberg G P y Mench J A (eds) The Biology of Animal Stress. CABI Publishing, pp 309-315.

Hepworth K W, Test P S, Hart R H, Waggoner Jr J W and Smith M A 1991 Grazing systems, stocking rates, and cattle behavior in southeastern Wyoming. Journal of Range Management, 259-262. <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/30180000/Hart/13.%20Hepworth%20et%20al.%201991.pdf>

Hewitt J E, Thrush S F, Dayton P K and Bonsdorff E 2007 The effect of spatial and temporal heterogeneity on the design and analysis of empirical studies of scale-dependent systems. American Naturalist, 169:398-408. http://izt.ciens.ucv.ve/ecologia/Archivos/ECO_POB%202007/ECOPO2_2007/Hewitt%20et%20al%202007.pdf

Holechek J L, Pieper R D and Herbel C H 2010 Range management: principles and practices. 6th edn. Nueva Jersey, Estados Unidos

Hurlbert S H 1984 Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological monographs 54:187-211. <http://people.stat.sfu.ca/~cschwarz/Stat-650/Notes/Handouts/readings/Hurlbert-1984-pseudorep.pdf>

Iglesias R, Schorr A, Villa M, yVozzi A 2015 Situación actual y perspectiva de la ganadería en Patagonia Sur. INTA Centro Regional Patagonia Sur. Informe Técnico, 24 pp. http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_situacion_actual_perspectivas_ganaderia_patagonia_sur.pdf

Kothmann M 2009 Grazing methods: a viewpoint. Rangelands, 31:5-10.

Lange R T 1985 Spatial distributions of stocking intensity produced by sheep-flocks grazing Australian chenopod shrublands. Transactions of the Royal Society of South Australia 109:167-74

Levy E G y Madden E A 1933 The point method of pasture analyses. New Zealand Journal of Agriculture 46:267-379

Moore D M 1983 Flora of Tierra del Fuego. Anthony Nelson-Missouri Botanical Garden, Saint Louis. Moore, D. M., Goodall, R. P. N. (1974). Further additions to the native vascular flora of Tierra del Fuego. Botanical Notiser 127, 38-43. http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1983/2/Moore_1983.pdf

Nakamatsu V, Lagarrigue M, Locatelli M, Sendin M y Elissalde N 1998 Disponibilidad de forraje estimada a través del valor pastoral en zonas áridas del Chubut (Patagonia). Revista Argentina de Producción Animal 8(1)

Ormaechea S, Peri PL, Molina R, Mayo JP 2009 Situación y manejo actual del sector ganadero en establecimientos con bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia sur. En: Actas 1er Congreso nacional de sistemas silvopastoriles. Ediciones INTAs, pp 385–393

Ormaechea S, Peri P L y Ceccaldi E 2012 Uso espacial de vacunos bajo dos tipos de manejo ganadero en establecimiento con bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) En: 2° Congreso Nacional de sistemas silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, pp 94-99

Ormaechea S, Peri P, Anchorena J y Cipriotti P 2014 Pastoreo estratégico de ambientes para mejorar la producción ovina en campos del ecotono bosque-estepa en Patagonia Sur. Revista Argentina de Producción Animal, 34:9-21. <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/viewFile/7632/6843>

Ormaechea S y Peri P L 2015 Landscape heterogeneity influences on sheep habits under extensive grazing management in Southern Patagonia. Livestock Research for Rural Development. Vol 27. <http://www.lrrd.org/lrrd27/6/orma27105.html>

Ormaechea S y Peri P L 2016 Protección de renovales de ñire (*Nothofagus antarctica*) al ramoneo en el marco de un uso silvopastoril. En: Actas III Congreso Internacional Agroforestal Patagónico – I Congreso Internacional Forestal Patagónico. Puerto Natales, Chile. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmplibro_actas_silvopastoriles_-_agroforestales.pdf

Peri P L 2009 Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. 1° Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles, Posadas, Argentina, pp 14-16. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-evaluacion_de_pastizales_nire.pdf

Peri PL 2012 Implementación, manejo y producción en Sistemas Silvopastoriles: Enfoque de escalas en la aplicación del conocimiento aplicado. 2° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, pp 8-21

Peri P L y Collado L 2009 Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Tierra del Fuego (Argentina) como herramienta para el manejo sustentable. Editor Pablo Luis Peri. Editorial INTA.

Peri P L, Sturzenbaum M V, Rivera E H y Milicevic F 2006 Respuesta de bovinos en sistemas silvopastoriles de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia sur, Argentina. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible, Varadero, Cuba. https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Peri/publication/228372046_Respuesta_de_bovinos_en_sistemas_silvopastoriles_de_nire_Nothofagus_antarctica_en_Patagonia_Sur_Argentina/links/02e7e524ee91ad42e8000000.pdf

Peri P L y 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. ISBN: 978-987-679-219-6. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-libro_relevamiento_nire_santa_cruz_2013.pdf

Peri P L, Hansen N, Rusch V, Tejera L, Monelos L, Fertig M, Bahamonde H y Sarasola M 2009a Pautas de manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de. 1° Congreso Nacional Silvopastoril. Posadas, Argentina, pp 151-155. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-pautas_de_manejos_nire.pdf

Peri P L, Ormaechea S y Huertas L 2009b Protección de renovales de ñire. Cartilla Técnica EEA INTA Santa Cruz pp 15-16

Peri P L, Ormaechea S, Ceccaldi E, Bahamonde H y Gargaglione V 2012 Una cuestión de escala: Manejo vacuno a nivel de establecimiento con bosque de ñire en Tierra del Fuego Matter of scale: Cattle management at ranch level with ñire forest, Tierra del Fuego Introducción Materiales y Métodos. 2° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, pp 1-6

Peri P L, Bahamonde H A, Lencinas M V, Gargaglione V, Soler R, Ormaechea S and Pastur G M 2016 A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. Agrofor Syst 1-28. https://www.academia.edu/29419710/A_review_of_silvopastoral_systems_in_native_forests_of_Nothofagus_antarctica_in_southern_Patagonia_Argentina

Quinteros P, Hanzen N y Kutschker A 2010 Composición y diversidad del sotobosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) en función de la estructura del bosque. Ecología austral, 20:225-234

Romero Peñuela M H, Uribe-Velásquez L F y Sánchez Valencia J A 2011 Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en ganado de carne. *Biosalud*, 10:71-87. <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v10n1/v10n1a07.pdf>

Schindler DW 1998 Replication versus Realism: The Need for Ecosystem-Scale Experiments. *Ecosystems* 1:323-334

Seiler R y Brizuela M A 2011 El cambio climático y la variabilidad climática en la producción forrajera de la Región Pampeana. En: Cangiano CA y Brizuela MA (eds) *Producción Animal en Pastoreo*. Ediciones INTA, Buenos Aires, pp 87-119

Soler Esteban R S, Pastur G M, Lencinas M V and Borrelli L 2012 Differential forage use between large native and domestic herbivores in Southern Patagonian Nothofagus forests. *Agroforestry Systems*, 85:397-409. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10457-011-9430-3.pdf>

Southwood T R E 1966. *Ecological methods*. Methuen, London, United Kingdom.

Suárez D 2007 Evaluación de mallines mediante el método Botanal ajustado a vegas de Patagonia Sur. *Cartilla de Información Técnica*. EEA INTA Santa Cruz. *Producción Animal*, pp 27-32

Taylor C A, Kothmann M M, Merrill L B and Elledge D 1980 Diet selection by cattle under high-intensity low-frequency, short duration, and Merrill grazing systems. *Journal of Range Management*, 428-434

Vallentine J F 2001 *Grazing management*. Second Edition. Academic Press

Walker J W, Heitschmidt R K and Dowhower S L 1989 Some effects of a rotational grazing treatment on cattle preference for plant communities. *Journal of Range Management*, pp 143-148. <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/viewFile/12854/12131#page=62>

Received 25 September 2017; Accepted 26 January 2018; Published 1 February 2018