

Recibido 26 de diciembre de 2017 // Aceptado 28 de mayo de 2019 // Publicado online 13 de noviembre de 2019

Suplementación proteica posinvernal en sistemas bovinos extensivos de Tierra del Fuego

ORMAECHEA, S.¹; ESCRIBANO, C.²; PIGHIN, D.³; PERI, P.⁴

RESUMEN

La producción bovina de la zona central de Tierra del Fuego se desarrolla principalmente sobre pastizales naturales de vegas y bosques nativos. La estacionalidad de la producción forrajera y las inclemencias climáticas propias de la región implican desafíos para un manejo adecuado de los rodeos que garanticen una producción rentable. En ese contexto, las alternativas de manejo que minimicen los riesgos climáticos y los gastos en mano de obra redundarán en mejoras para el sector productivo. Es por ello que el objetivo del presente estudio fue comparar durante 2 años un manejo que incorpore la suplementación proteica posinvernal con un rodeo que represente el manejo tradicional. La suplementación consistió en la entrega diaria de 500 g/animal de balanceado (30% proteína) a bovinos en pastoreo extensivo a la salida del invierno. Sobre ambos tratamientos se midió la ganancia/pérdida de peso vivo, la mansedumbre (tiempos de arreo, frecuencia cardíaca y niveles sanguíneos de cortisol, lactato y glucemia, y actividad enzimática creatinquinasa) y la carga parasitaria de los bovinos. Además, se determinó la calidad y cantidad del pastizal disponible, así como la calidad del agua para consumo de los animales. Por una parte, los resultados productivos dependieron de la rigurosidad climática del año, resultando conveniente la suplementación solo cuando los animales estaban perdiendo peso. Por otra parte, la mejora de la mansedumbre del ganado fue evidente bajo el manejo suplementado en ambas temporadas a partir de un menor tiempo de arreo, que no se expresó en los indicadores fisiológicos de mansedumbre analizados.

Palabras clave: producción animal, bienestar animal, mansedumbre, carga parasitaria.

ABSTRACT

Livestock production in the central zone of Tierra del Fuego province is mainly carried out based on meadows and understory forage. Both, the forage production seasonality and harsh climate, entail challenges for an adequate cattle management that guarantee a profitable production. In this context, management options that minimize climate risks and reduce labor costs are needed to sustain productivity. Therefore, the objective of the present study was to compare over 2 years a management that incorporate late winter protein supplementation against a control treatment that represents the traditional management. Supplementation consisted of a 500 g/animal daily delivery of nutritional supplement (30% protein) at the end of the winter. On both

¹Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Manfredi, Área de Producción Animal, Grupo de Producción Ganadera, Ruta Nacional N.º 9 km 636 (5988), Manfredi, Córdoba. Correo electrónico: ormaechea.sebastian@inta.gov.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro Regional Patagonia Sur (CR), Agencia de Extensión Rural (AER) Río Grande, El Cano N.º 658 (9429) Río Grande, Tierra del Fuego. Correo electrónico: escribanocecilias@gmail.com

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA), Centro de Investigaciones de Agroindustria (CIA), Instituto Tecnología de Alimentos (ITA) De la Tradición s/n, Hurlingham, Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Universidad de Morón.

⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Santa Cruz, Mahatma Gandhi 1322 (Z9400), Río Gallegos, Santa Cruz. Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Correo electrónico: peri.pablo@inta.gov.ar

treatments, were measured live weight gain/loss, docility (roundup time, heart rate and blood levels of cortisol, lactate and glycemia, and creatine kinase enzyme activity) and parasite load. Quantity and quality of available forage, and quality of water for animal consumption were also assessed. The productive results depended on the climatic rigor of the year, with supplementation being convenient only when the animals were losing live weight. On the other hand, the tameness of cattle was evident under the supplemented handling in both seasons given the reduction of roundup times without effect on physiological tameness indicators.

Keywords: livestock production, animal welfare, tameness, parasite load.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos de la isla grande de Tierra del Fuego son mayormente manejados en forma extensiva, con un 64% de los productores que realiza actividades de cría, un 26% que realiza cría e invernada conjuntamente, y solo un 10% que se dedica predominantemente a invernada (Secretaría de Agroindustria, 2017). La superficie promedio de los establecimientos es de aproximadamente 14.000 ha (INDEC, 2008) con escasas subdivisiones, lo cual dificulta la utilización óptima de los cuadros de pastoreo. El stock bovino provincial alcanza las 43.983 cabezas (Secretaría de Agroindustria, 2017) cuya alimentación se realiza casi con exclusividad a través de praderas naturales, las que cuentan con calidad (proteína bruta y digestibilidad) y cantidad (disponibilidad de materia seca) aceptables en la época primavero-estival, reduciéndose sustancialmente la calidad en la época otoño-invernal (Bahamonde *et al.*, 2012; Peri y Bahamonde, 2012). Esta disminución también se encuentra muy influenciada por las variaciones climáticas anuales (temperatura, régimen de lluvias, velocidad del viento), lo que lleva también a una fluctuación en los pesos observados de los animales que son entregados a faena en el mes de abril. En este sentido, es común observar disminuciones de peso de hasta 60 kg de peso vivo en el período comprendido entre mayo y noviembre de cada año (Livraghi, 2001; Ormaechea *et al.*, 2018).

Los establecimientos aplican sistemas de ciclo completo, es decir, poseen los reproductores y se producen terneros que son llevados a un peso objetivo de faena y comercializados a nivel local y regional en marzo-abril (INTA, 2015). La producción llega apenas a cubrir el 25% del consumo de carne vacuna de la provincia (Moreno *et al.*, 2011), lo cual señala la potencialidad para el desarrollo de esta actividad en la provincia.

En la zona predominan los ambientes de bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*), vegas y turberas en un paisaje de cerros de baja altura, surcado por ríos y cauces estacionales. Todo esto configura un terreno de difícil acceso y circulación para los arreos de bovinos; los cuales comúnmente manifiestan un comportamiento reticente a la presencia del hombre. Mientras que las turberas casi no poseen producción forrajera, las vegas y el sotobosque producen abundante forraje, el cual, a la salida del invierno presenta elevada disponibilidad, pero baja digestibilidad y contenido

de proteína (Bahamonde *et al.*, 2012; Peri y Bahamonde, 2012; Peri *et al.*, 2016). Las precipitaciones suelen ser uniformes a lo largo del año y la temperatura media anual es de 5 °C con mínimas promedio de 0,9 °C en el mes de julio (Kreps *et al.*, 2012). Por todo esto, se presentan dos situaciones problemáticas con respecto a las condiciones climáticas y una con respecto al manejo, a tener en cuenta: 1) prolongación de los inviernos por temperaturas muy bajas hasta mediados de primavera. Este hecho retrasa el rebrote verde del pastizal y prolonga los requerimientos de regulación térmica para el bovino (Livraghi, 2001; Chayer y Gianfrancesco, 2007; Arias *et al.*, 2008). 2) Inviernos y primaveras secas, lo que retrasa fundamentalmente el rebrote del pastizal en el momento crítico del año en el cual los animales necesitan recuperar peso luego del invierno (Livraghi, 2001). 3) Dificultad para la junta y arreo del ganado. El escaso contacto humano dado por los sistemas bajo manejo extensivo resulta en animales ariscos por lo cual dificulta el manejo (B. Roberts, 2011, com. pers.).

Con base en estos aspectos, resulta importante poder contar con información acerca de herramientas de manejo que permitan minimizar los riesgos que surgen a partir de las condiciones climáticas, lograr una terminación temprana de las categorías de venta con un mayor peso, y facilitar el trabajo con la hacienda. En este sentido, la suplementación con concentrados proteicos a la salida del invierno podría representar una herramienta útil con el fin de poder aprovechar el forraje de baja calidad disponible en dicha época. Esto tendría principalmente dos beneficios: 1) adelantar la recuperación de peso de los animales luego de la época invernal. Se espera que la adición de proteína en la dieta estimule los procesos de fermentación y crecimiento microbiano, aumente la velocidad de degradación del forraje e incremente su consumo (Soto y Reinoso, 2007). 2) Lograr un cierto grado de amansamiento de la hacienda. El manejo de los bovinos bajo suplementación aumenta considerablemente la frecuencia de contacto con el hombre, lo cual puede incrementar notablemente la docilidad de la hacienda (Boivin *et al.*, 1992a,b) facilitando las tareas de junta y arreo, etapas críticas que inciden fuertemente en la demanda de mano de obra del establecimiento (Ormaechea *et al.*, 2012).

Por lo expuesto anteriormente, los objetivos del presente trabajo fueron: 1) evaluar la ganancia/pérdida de peso de un tratamiento suplementado con base proteica, con el fin de aprovechar la elevada disponibilidad forrajera de baja

calidad, en comparación con un sistema testigo sin suplementar. 2) Evaluar variables prácticas y fisiológicas sobre los animales ensayados, a fin de comparar el posible grado de amansamiento o docilidad generado con el tratamiento de suplementación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Estancia San Pablo (54°16'LS, 66°60'LO) ubicada en el centro-este de la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Allí predominan ambientes de vegas, turberas y bosques de diferente cobertura sobre los cuales se realizó una identificación de las especies vegetales predominantes. En las turberas predomina el musgo *Sphagnum magellanicum* y prácticamente no poseen vegetación forrajera. Las vegas, por su parte, poseen principalmente las siguientes especies: *Agrostis capillaris*, *Trifolium repens*, *Acaena magellanica* y *Taraxacum officinale*. A su vez, el pastizal de sotobosque presenta, principalmente, *Taraxacum officinale*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus* y *Blechnum penna marina*, entre otros.

El establecimiento se dedica a la cría y engorde de vacunos Hereford bajo sistema extensivo en una superficie total de 13765 ha. Las pariciones ocurren durante el mes de noviembre; los terneros son destetados en el mes de mayo, con aproximadamente 200-270 kg de peso vivo (PV). Normalmente, los animales pierden entre 40-60 kg PV en el período comprendido entre mayo a noviembre, a partir de cuando comienzan a recuperar peso debido al rebrote del pastizal. El presente ensayo consideró dos tratamientos: uno con suplementación proteica y otro con el manejo tradicional, considerado como testigo. Las mediciones se realizaron durante dos años consecutivos, en las temporadas 2013 y 2014. Se utilizaron dos lotes de terneras de 11 meses de edad. La categoría seleccionada corresponde a la de mayor interés comercial en el planteo de ventas del establecimiento, cuyo objetivo es la venta en marzo-abril con un peso de 340-380 kg PV. Se asignaron 72 animales al tratamiento testigo en un cuadro de 346 ha, y 20 animales al tratamiento con suministro de suplemento en un cuadro de 56 ha. No obstante, todas las mediciones se realizaron sobre 20 animales identificados individualmente en cada tratamiento. El peso promedio inicial de los 40 animales bajo medición fue de 242 kg (\pm 36 DE). Ambos lotes de animales estuvieron juntos previo al período de suplementación y volvieron a estar juntos una vez terminado dicho período, momento en que fueron llevados a un cuadro de 1085 ha hasta su venta en el mes de abril.

El concentrado proteico utilizado se ofrecía a razón de 500 g/animal/día y contenía 30% de proteína bruta (PB), 0,9 a 1,1% de fósforo, 2,3 a 2,5% de calcio y 2400 kcal/kg MS de energía metabolizable.

En ambas temporadas, la suplementación se realizó en la época posinvernal, variando el período de administración, dado que tanto inicio como final suelen depender de factores climáticos y ecológicos. En el primer año, el comienzo

fue el 14 de agosto, cuando el pastizal se encontraba despejado de nieve y hielo. Finalizó el 17 de octubre (65 días de duración), cuando comenzó el rebrote del pastizal. En el segundo año, el comienzo se retrasó hasta el 3 de septiembre, debido a lluvias que impidieron el normal traslado de los animales a través del campo, y finalizó el 10 de octubre (37 días de duración) por aparición del rebrote del pastizal.

Con el objetivo de lograr la adaptación al nuevo alimento, los animales fueron asignados diariamente a un corral de 400 m² donde por la mañana se suministraba el suplemento. Por la tarde se los trasladaba a un cuadro contiguo (1 ha) con buena disponibilidad de forraje de baja calidad. Progresivamente, los animales incrementaron el consumo diario desde 300 g hasta llegar a los 500 g/animal/día, objetivo de consumo propuesto en el presente trabajo. Una vez que los animales alcanzaron el nivel de consumo objetivo, se los trasladaron al cuadro definitivo, donde el suplemento se continuó suministrando durante la mañana. Con base en la experiencia obtenida en el primer año, en el segundo año se utilizó una vaca ya habituada al consumo del suplemento para que los terneros imiten su comportamiento y así acelerar este período de adaptación. El lote testigo se manejó como lo hace habitualmente el establecimiento con esta categoría, es decir, bajo pastoreo libre en el cuadro asignado. Finalmente, la adaptación de los animales al manejo con suplementación tuvo una duración de 11 (\pm 5,7 DE) días donde se alcanzaron los 500 g dieta/día.

Previo al ingreso de los animales a los cuadros, se realizó una evaluación de pastizales por corte directo en marco de 0,1 m² con una intensidad promedio de 6,3 ha/muestra (\pm 4,6 DE). Se muestrearon ambientes por separado de bosque abierto, bosque cerrado y vegas. Luego, para obtener el dato de disponibilidad total, se ponderó la participación de cada ambiente en la superficie total. También se realizó un muestreo de cantidad y calidad del pastizal en el cuadro utilizado posteriormente al ensayo, con el objetivo de poder asociar esas variables con la ganancia diaria de PV hasta el momento de venta.

Los cortes de disponibilidad forrajera fueron enviados para su análisis de calidad como muestras frescas en bolsas de nylon extrayendo todo el aire del interior. Se evaluó fibra detergente ácido (FDA) y neutro (FDN) mediante método de Van Soest (Goering y Van Soest, 1970). También se determinó el contenido de PB mediante método de Kjeldhal (FAO, 1986), el contenido de calcio por método titrimétrico (AOAC, 1984) y de fósforo por colorimetría (AOAC, 2012).

Durante ambas temporadas se recolectaron datos climáticos mediante una estación meteorológica marca Davis modelo Vantage (Estados Unidos), de donde se relevaron los datos mensuales de temperatura mínima y máxima, precipitación acumulada y cantidad de días con precipitaciones nivales.

Ambos tratamientos dispusieron de agua suficiente proveniente de arroyos. Durante el ensayo se realizaron análisis de calidad fisicoquímica y bacteriológica. El muestreo y la conservación de las muestras de agua se efectuaron según el protocolo elaborado por Basán-Nickisch *et al.* (2009). Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de

la Dirección General de Obras Sanitarias dependiente del Municipio de Río Grande, Tierra del Fuego; respetando el lapso máximo de tiempo aceptado (12 h) entre la toma de muestras y la recepción en laboratorio.

En ambos tratamientos se pesaron los animales con desbaste, al destete (mayo), al inicio y final del período de suplementación, y finalmente al momento de venta (abril); con báscula para vacunos (precisión ± 1 kg). Paralelamente, al inicio y al final del período de suplementación se tomaron cinco indicadores fisiológicos de mansedumbre o docilidad sobre los animales de cada tratamiento a fin de detectar posibles diferencias generadas por el tipo de manejo. Por un lado, se tomaron muestras de sangre de la vena coccígea con el animal encepado, con el fin de analizar los niveles de cortisol, glucosa, lactato y actividad de la enzima creatinquinasa. Estas muestras fueron fraccionadas con y sin anticoagulante. Una vez separados el plasma y el suero, respectivamente, fueron congelados y remitidos al laboratorio del Instituto Tecnología de Alimentos del Centro de Investigación de Agroindustria de INTA Castelar. Además, se midió la frecuencia cardíaca con un estetoscopio, bajo las mismas condiciones. Es de destacar que la colocación de bovinos en un brete o cepo produce un elevado estrés dado por el aislamiento del animal respecto de sus congéneres (Grandin, 1993), y por lo tanto es de esperar que dadas las condiciones de muestreo se superen los valores de referencia, ya que los indicadores para evaluar responden rápidamente ante estrés físico agudo y estrés emocional (Romero *et al.*, 2011). Sin embargo, bajo la hipótesis de que los animales suplementados pudieran presentar una mansedumbre mayor, comportándose más calmados al momento del encepado dicha condición podría expresarse en diferencias significativas entre tratamientos.

Para contar con un dato práctico sobre la mansedumbre obtenida luego de la suplementación se tomó el tiempo que llevó el arreo de los animales a los corrales luego de finalizar el período de ensayo. Para ello, se contabilizó el tiempo desde la salida del personal hasta el encierro de los animales en corral. Aunque la topografía de los cuadros es similar, la distancia desde los cuadros a los corrales y el número de

animales no eran iguales entre tratamientos, por lo que se estandarizaron los resultados a una distancia de arreo de 2500 m y a un grupo de 20 animales por tratamiento.

Por último, se tomaron muestras de heces del recto a fin de realizar análisis coprológicos; recuento de huevos de parásitos gastrointestinales en heces (H.P.G.) bajo cámara McMaster e identificación de géneros mediante cultivos de larvas fecales. Las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Diagnóstico Dr. Raúl Chifflet, de la ciudad de Río Grande. Cabe señalar que, anualmente previo al destete, se realiza una aplicación de antiparasitario (Fenbendazol) vía oral a todos los terneros.

Análisis de los datos

Para comparar entre tratamientos las ganancias/pérdidas de PV, contaminación con parásitos e indicadores fisiológicos de mansedumbre, se utilizaron las diferencias entre lo observado al inicio y al final del ensayo para cada animal experimental. Los datos de los tratamientos fueron analizados estadísticamente mediante software Infostat. Se realizaron ANOVA y test LSD de Fisher, con un 0,05% de confianza, con la limitación de extrapolación ya que cada animal representa una pseudoréplica (Hurlbert, 1984).

RESULTADOS

En el período agosto-octubre, el tratamiento tradicional y suplementado tuvieron una disponibilidad de 2.214 (± 2.541) y 2.122 (± 1.043) kg MS/ha, respectivamente. Por su parte, el cuadro usado en el período posensayo (noviembre-abril) tuvo una disponibilidad de 1.608 (± 136) kg MS/ha. La calidad del pastizal durante agosto-octubre fue similar entre tratamientos, con bajos niveles de PB y valores altos de FDA y FDN, valores que aumentaron en el período posensayo (noviembre-abril), (tabla 1). Al comparar la calidad entre el ambiente de Vega y Bosque se observa una alta paridad, con una mínima diferencia de PB en el período posensayo a favor del bosque.

	Período de ensayo (Agosto - Octubre)				Período posensayo (Noviembre- Abril)	
	Testigo		Suplementado		Mixto	
	Vega	Bosque	Vega	Bosque	Vega	Bosque
FDA	41,3 (0,9)	43,8 (0,8)	44,8 (2,1)	45,3 (1,9)	34,8 (1,3)	37,6 (2,0)
FDN	74,7 (4,5)	72,4 (4,4)	77,4 (3,8)	76,9 (4)	64,5 (1,7)	62,0 (5,4)
PB	7,0 (0,3)	7,3 (1,5)	4,7 (0,6)	4,6 (1,8)	10,1 (0,6)	12,8 (2,4)
Ca	0,42 (0,22)	0,70 (0,43)	0,46 (0,2)	0,44 (0,19)	0,25 (0,07)	0,39 (0,14)
P	0,28 (0,2)	0,37 (0,24)	0,15 (0,01)	0,15 (0,02)	0,14 (0,01)	0,24 (0,03)

Tabla 1. Valores medios de la calidad del pastizal en ambos tratamientos (Testigo y Suplementado) para dos temporadas de medición (2013-2015) y para diferentes ambientes presentes en los cuadros bajo estudio. Estancia San Pablo, Tierra del Fuego.

FDA: Porcentaje de fibra detergente ácido; FDN: Porcentaje de fibra detergente neutro; PB: Porcentaje de proteína bruta; Ca: Porcentaje de calcio; P: Porcentaje de fósforo. Desvíos estándares en base a diferentes años se señalan entre paréntesis.

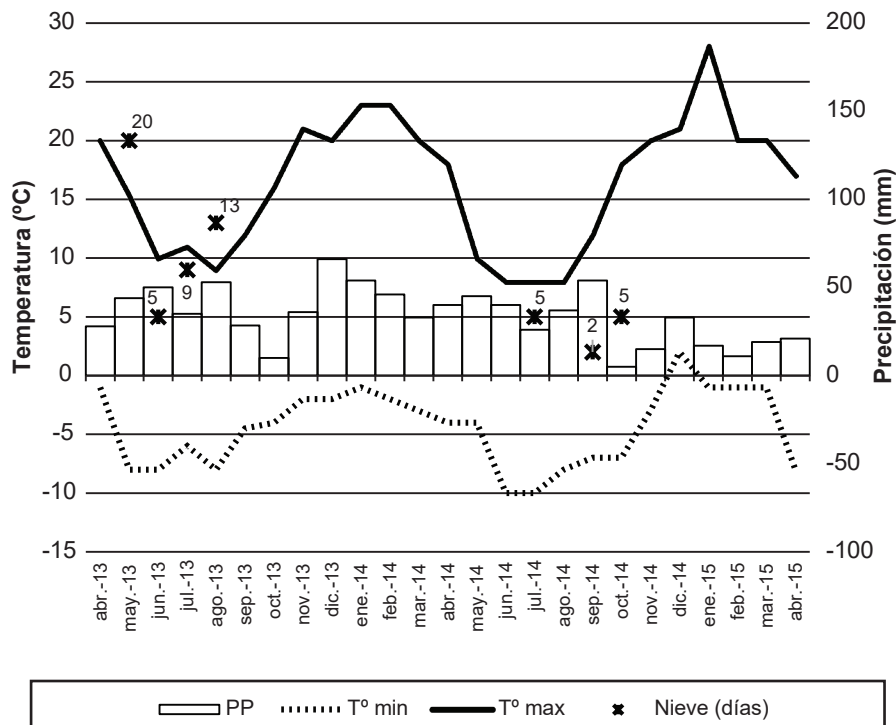


Figura 1. Datos climáticos de estancia San Pablo, Tierra del Fuego, durante los dos años de estudio.

		Suplementado	Testigo	Valores de referencia
Análisis fisicoquímico	PH	7,4	7,3	6-7,5 ¹
	Turbiedad (UNT)	6,79	5,14	
	Color aparente (UPC)	120	140	
	Color real (UPC)	50	70	
	Dureza total en CO ₃ Ca (mg/l)	74	48	100 ¹
	Dureza de Ca en CO ₃ Ca (mg/l)	67	36	
	Dureza de Mg en CO ₃ Ca (mg/l)	7	12	
	Alcalinidad total (mg/l)	64	36	
	Cloruros (mg/l)	42	23	7000 ²
	Sulfatos (mg/l)	1	2	1000 ²
	Nitritos (mg/l)	0,007	0,01	10 ²
	Nitratos (mg/l)	0,2	0,5	100 ²
	Sólidos suspendidos (mg/l)	25	12	1000 ²
Análisis bacteriológico	N.º de colonias a 37 °C por ml	>100 bacterias/ml	>100 bacterias/ml	
	NMP Bacterias coliformes	10	33	
	NMP de coliformes fecal	10	33	0 ¹
	Enterococos fecales	Ausencia	Ausencia	
	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia	

Tabla 2. Parámetros de calidad de agua de consumo animal en ambos tratamientos (Suplementado y Testigo) en Estancia San Pablo, Tierra Del Fuego.

¹Bavera, 2011.

²Luque, 2018.

		Mayo - Jul	Ago - Oct ¹	Nov - Abr
Año 1	Suplementado	-328 (230)	-19 (103) a	931 (59)
	Testigo	-310 (202)	-356 (80) b	981 (97)
	Valor <i>p</i>	0,801	<0,001	0,098
Año 2	Suplementado	-132 (171)	303 (216) a	918 (117) a
	Testigo	-139 (171)	-14 (179) b	1044 (97) b
	Valor <i>p</i>	0,908	<0,001	<0,001

Tabla 3. Ganancia media diaria de peso (g/día) en los diferentes años (Año 1: 2013-2014, Año 2: 2014-2015), tratamientos (Suplementado y Testigo) y períodos de estudio.

¹Período correspondiente a la suplementación. Se presentan valores medios (desvío estándar). Medias con letras diferentes en una misma columna difieren ($p < 0,05$).

		Año 1			Año 2			Valores de referencia
		Testigo	Suplementado	Valor <i>p</i>	Testigo	Suplementado	Valor <i>p</i>	
Lactato (mmol/l)	I	9,63 (3,82)	8,67 (2,88)		8,25 (3,31)	7,33 (2,89)		0,6- 2,2 ¹
	F	6,01 (2,39)	6,47 (2,19)		6,9 (2,37)	6,9 (2,39)		
	Dif	-3,62 (1,44)	-2,19 (2,49)	0,093	-1,35 (2,65)	-0,43 (1,68)	0,291	
Glucosa (mmol/l)	I	3,56 (0,78)	3,14 (0,8)		3,27 (1,45)	3,09 (1,43)		3-4,4 ²
	F	3,14 (0,56)	3,77 (0,68)		2,46 (0,84)	2,02 (0,73)		
	Dif	-0,42 (0,5)a	0,62 (0,54)b	<0,001	-0,82 (1,26)	-1,07 (1,56)	0,637	
Creatina quinasa (U/l)	I	93,3 (55,8)	135 (87,9)		74,9 (40,9)	60,9 (28,0)		35-280 ³
	F	206 (152)	86,5 (88,7)		64,8 (16,5)	96,6 (91,1)		
	Dif	113 (177)a	-48,1 (127)b	0,031	-10,2 (45,6)	35,7 (87,4)	0,101	
Cortisol (µg/dl)	I	24,8 (6,76)	21,6 (9,9)		31,4 (19,9)	33,7 (13,2)		0-2 ⁴
	F	39,9 (12,2)	35,0 (14,3)		47,9 (15,7)	49,2 (17,0)		
	Dif	15,1 (9,0)	13,4 (8,4)	0,662	16,6 (16,9)	15,5 (16,2)	0,865	
Frecuencia cardíaca (lpm)	I	143 (36,9)	155 (52,1)		154 (46,6)	154 (42,2)		90-105 ⁵
	F	105 (28,2)	137 (27,5)		137 (24,0)	127 (20,5)		
	Dif	-37,7 (28,1)	-18,4 (46,8)	0,129	-17,1 (39,3)	-27,4 (37,1)	0,419	

Tabla 4. Comparación entre tratamientos (Testigo y Suplementado) de indicadores fisiológicos de estrés en bovinos para los dos años evaluados (2013-2015) en Estancia San Pablo, Tierra del Fuego.

¹Romero *et al.*, 2011

²Knowles *et al.*, 2007

³Radostits *et al.*, 2002

⁴Mormède *et al.*, 2007

⁵Lay *et al.*, 1992

Se presentan valores medios (desvío estándar) al inicio (I), final (F) y diferencia (Dif) del período ensayado. Medias con letras diferentes en una misma fila difieren a $p < 0,05$.

	Año 1			Año 2			
	Testigo	Suplementado	Valor p	Testigo	Suplementado	Valor p	
	I	183 (245)	88,8 (98,7)	166 (99,6)	165 (77,5)		
H.P.G.	F	80,0 (72,4)	198 (200)	111 (110)	93,2 (78,6)		
	Dif	-103 (220) a	110 (209) b	0,044	-55,0 (132)	-72,3 (121)	0,752

Tabla 5. Comparación entre tratamientos (Testigo y Suplementado) de huevos de nematodos gastrointestinales diferenciados por gramo de heces (H.P.G.).

Se presentan valores medios (desvío estándar) al inicio (I), final (F) y diferencia (Dif) del período ensayado. Medias con letras diferentes en una misma fila difieren a $p < 0,05$.

Los datos climáticos recolectados (figura 1) señalan inviernos con temperaturas mínimas por debajo de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en ambos años de estudio. Se destaca en el primer año el mayor número de días con precipitaciones nivales respecto del segundo año (47 vs. 12 días). Las precipitaciones totales alcanzaron los 445 mm en el año 2013 y los 428 mm en 2014. La distribución de las precipitaciones fue pareja a lo largo de ambos años con una leve predominancia en otoño durante 2013 y en verano para 2014.

Los datos de la calidad del agua disponible para los bovinos (tabla 2) muestran niveles por debajo de los umbrales de referencia de toxicidad en todas las variables físico-químicas. No obstante, el análisis bacteriológico mostró altos niveles de contaminación, hecho que determina que el agua sea considerada no potable para el consumo humano, según los estándares del Código Alimentario Argentino.

Los animales bajo estudio superaron ampliamente el peso objetivo para su comercialización (380 kg) en el mes de abril para ambos años de estudio y tratamientos (Suplementado: 427 ± 6 DE; Testigo: 429 ± 24 DE).

La ganancia diaria de peso calculada difirió entre tratamientos en el período de suplementación (agosto-octubre) para ambas temporadas de estudio (tabla 3). La suplementación mejoró significativamente la respuesta productiva en ambos años. En el primer año evitó la pérdida de PV (grupo testigo perdieron 356 g/día) y en el segundo año el grupo suplementado ganó 303 g/día mientras el tratamiento testigo mantuvo su PV. Es de destacar también que, en el segundo año, hubo efecto de tratamiento a favor de los animales testigo durante el período posterior a la suplementación, con ganancias diarias casi un 14% mayor al grupo suplementado (tabla 3).

Con respecto a los aspectos de mansedumbre, al finalizar el ensayo los animales suplementados pudieron ser reunidos y arreados en un período 2 h (± 30 min) por una sola persona; mientras que los animales pertenecientes al tratamiento testigo continuaron manifestando un comportamiento temeroso y arisco, hecho que hizo que el arreo requiriera de 4 días (± 1) y fuera llevado a cabo por parte de dos personas en sucesivas salidas. Por su parte, los indicadores fisiológicos evaluados en sangre y la frecuencia

cardíaca, en general no mostraron diferencias en ninguno de los dos años de estudio, aunque en el primer año la variable glucosa fue mayor y disminuyó la creatinquinasa en el tratamiento suplementado (tabla 4).

Los resultados sobre carga parasitaria mostraron la presencia de varios géneros de nematodos (*Ostertagia spp.*, *Tichostrongylus spp.*, *Nematodirus spp.*, *Cooperia spp.* y *Oesophagostomum spp.*). Al comparar los resultados entre tratamientos, se observó un aumento en los niveles de H.P.G en el tratamiento suplementado comparado con el testigo solamente en el primer año (tabla 5).

DISCUSIÓN

Ganancia de peso

El tratamiento bajo suplementación proteica tuvo una performance superior que los animales testigo en ambas temporadas. Esta respuesta coincide con lo esperado para estos esquemas de producción, aun considerando que los niveles de concentración proteica y cantidades ofrecidas del suplemento utilizado fueron menores o similares a lo observado en otros trabajos (Godoy de León y Chicco, 1991; Schauer *et al.*, 2005; Soto y Reinoso, 2007). En estos estudios, la deficiencia proteica del pastizal también fue suplida con alimentos proteicos (concentración de proteína bruta mayor al 30%) de alta degradabilidad ruminal. Así, fue posible corregir el déficit de nitrógeno, aumentar la velocidad de degradación y el consumo de forraje, lográndose un mayor aumento de peso de los animales. Por ello, los resultados obtenidos en el presente ensayo representan un importante avance de conocimiento, ya que permiten considerar la aplicación de esta herramienta de manejo bajo las particularidades de un sistema ganadero extensivo de la zona sur de Patagonia.

La PB del forraje a la salida del invierno fue muy baja, tanto en los pastizales del bosque de ñire como en las vegas (tabla 1), pero con una alta disponibilidad forrajera (> 800 kg MS/ha). Bajo estas condiciones, es posible que el suministro de un suplemento proteico haya favorecido el desarrollo de la flora celulolítica ruminal del vacuno y, como consecuencia, se mejoró la digestión del forraje dis-

ponible de baja calidad y la velocidad de pasaje, permitiendo un mayor consumo y aprovechamiento del forraje diferido (Judkins *et al.*, 1987). Por una parte, al comparar entre años, puede observarse que fue notable la mejora en la respuesta de ganancia/pérdida de peso durante el segundo año de estudio, aun a pesar de las menores temperaturas invernales registradas. Es posible que la mejor performance de ambos tratamientos en este segundo año sea debido a una menor frecuencia de precipitaciones nivales (47 vs. 12 días, figura 1). Es importante recordar que la nieve es un importante factor de estrés climático para el ganado, pudiendo llegar a afectar su producción (Mader, 2003). Así, el estrés puede provocarse como consecuencia de que la nieve acumulada cubre el forraje, volviéndolo prácticamente inaccesible (Mishra *et al.*, 2003). Asimismo, la nieve también limita la capacidad de desplazamiento del animal (Begzsuren *et al.*, 2004), generando en ambos casos dificultades para alimentarse.

Por otra parte, en ambos años pudo observarse que en el período posterior a la suplementación (noviembre-abril), sendos tratamientos mostraron elevadas ganancias diarias de peso (promedio de 968 g, tabla 3). Se postula que este hecho fue consecuencia fundamentalmente del incremento en la calidad del pastizal en dicha época (tabla 1), resultando en un crecimiento compensatorio dado por el período de restricción alimentaria (Molina *et al.*, 2007). Sin embargo, es de destacar que en el segundo año se observó una ganancia de peso diaria mayor por parte de los animales testigo (1044 vs. 918 g/día), hecho que podría señalar la importancia de la severidad, duración y peso inicial del animal en el período de restricción sobre la respuesta posterior del animal (Munita *et al.*, 1994). Dados estos resultados, solo es posible recomendar la suplementación proteica posinvernal, en aquellos inviernos donde los animales se encuentren perdiendo peso; tal como en el primer año del presente estudio.

Calidad de agua y carga parasitaria

Por una parte, los niveles de contaminación bacteriológica en el agua coinciden con otros muestreos en diferentes sitios de Patagonia Sur (Bahamonde y Peri, 2012) y muestran valores excesivos considerando los estándares del Código Alimentario Argentino. Aunque esto denota alguna importancia de monitorear este aspecto para los sistemas de pastoreo en bosques de ñire, es conocido que los rumiantes pueden ser tolerantes a elevados niveles de contaminación bacteriológica; lo que a su vez determina la necesidad de evaluar límites específicos de la especie. Actualmente, en el país no se cuenta con normativas que puntualicen umbrales sobre este tipo de contaminación en bovinos. A modo orientativo, la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE. UU. recomienda que el agua para consumo animal debe contener menos de 5.000 coliformes totales por 100 ml, mientras que el recuento de coliformes fecales deben ser cercano a cero (Bavera, 2011). Por otra parte, es importante señalar que no hubo diferencias relevantes entre los cursos de agua disponibles para cada

tratamiento que supongan un impacto en la performance de los animales.

En cuanto a la carga parasitaria, los valores encontrados coinciden con lo encontrado por Peri *et al.* (2012) bajo un sistema silvopastoril intensificado con separación de ambientes y cuadros de pastoreo más pequeños. En el presente estudio, los valores medios no superaron el umbral de 200 H.P.G, a partir del cual se postula que se inician los efectos de la patología parasitaria en la categoría terneros (Cubillán *et al.*, 2010), por lo cual el impacto no se consideró relevante para la comparación entre ambos tratamientos. No obstante, las diferencias entre tratamientos en el primer año pudieron estar asociadas al mayor tiempo que requirió la adaptación (15 días), donde los 20 animales del tratamiento Suplementado permanecieron gran parte del día en un pequeño corral de 400 m², favoreciendo las condiciones ambientales (haci-namiento y humedad) para la infestación con parásitos.

Mansedumbre

El acostumbramiento de los animales a la rutina de entrega del alimento, generó un evidente amansamiento que facilitó las tareas de junta y arreo. Esta tarea, que normalmente requiere 2 personas durante 4 días de trabajo, pudo llevarse a cabo por una persona en menos de 3 h gracias al reflejo condicionado que supuso el sonido asociado a la entrega de alimento (Condicionamiento operante-Skinner, 1938), y a que los animales disminuyeron su reactividad ante la presencia del hombre. Las interacciones hombre-animal tienen considerables implicancias en el bienestar animal, dado que el miedo ante la presencia del hombre puede conducir, por ejemplo, a heridas por comportamiento de evitación o a un estrés crónico que puede derivar en inmunosupresión, llegando a afectar la morbilidad y mortalidad de los animales (Hemsworth y Barnett, 2000). Teniendo en cuenta estos aspectos, es posible predecir que el logro de animales mansos redundaría en un incremento del grado de bienestar animal, generando, a su vez, una mejor performance productiva y un ahorro de mano de obra relacionada (Rushen *et al.*, 1999). Sin embargo, los indicadores fisiológicos medidos en sangre, como así también la frecuencia cardíaca monitoreada, no llegaron a reflejar el contraste de mansedumbre esperado entre tratamientos. Pese a que algunos indicadores mostraron efecto de tratamiento, este comportamiento no se vio repetido. Por ende, los resultados obtenidos permiten suponer que la docilidad lograda en el grupo Suplementado, observada en el manejo asociado a la junta y arreo de los animales, no implica una pérdida considerable de miedo ante otros factores de estrés en el corral, tales como la sujeción en el brete. Sobre la base de estos resultados se desprende que estudios futuros deberán explorar otros indicadores de estrés –bioquímicos y comportamentales–, como así también evaluar diferentes alternativas de muestreo (ej. orina, saliva, materia fecal, etc.) con el fin de cuantificar diferencias de mansedumbre asociadas al manejo.

Por una parte, la suplementación proteica posinvernal ha tenido un claro impacto sobre la performance de los ani-

males durante los períodos bajo uso del balanceado proteico. Sin embargo, las diferentes condiciones climáticas provocaron efectos disímiles que requieren la realización de nuevos estudios para aumentar el conocimiento de esta herramienta de manejo animal en estos sitios de alta rigurosidad ambiental. Por otra parte, contar con la disponibilidad de balanceados proteicos en épocas críticas (últimos meses de invierno) puede significar un resguardo muy importante para evitar las fuertes caídas de peso en los bovinos y facilitar el manejo de la hacienda por la mansedumbre lograda. No obstante, habrá que desarrollar estrategias asociativas entre los productores a fin de minimizar los costos asociados al traslado del balanceado a estos sitios tan distantes de los centros de producción.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran la existencia de una alternativa de mejora de la producción bovina para el productor evaluada en su misma escala de trabajo. Estos resultados son de importancia para el sector productivo, especialmente considerando que los sistemas ganaderos extensivos de la Patagonia pocas veces cuentan con estudios que abarquen la escala espacial real de producción. No obstante, resulta necesario profundizar el estudio de los diferentes aspectos asociados, la mansedumbre del ganado y a la forma en que incide la suplementación invernal y las condiciones climáticas sobre el crecimiento compensatorio de los bovinos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Alimentos Balanceados Crecer S.A. por su colaboración con el alimento balanceado; y a la Ing. Cecilia Inchausti por el asesoramiento brindado. También expresan su gratitud a Benjamín Roberts y Juan Apollinaire por todas las facilidades brindadas en la Estancia San Pablo. Asimismo, agradecen al Vet. Ezequiel Ceccaldi, al Ing. Enrique Frers y a la Vet. Vilma N. Disalvo por su colaboración en las mediciones de campo y la interpretación de los resultados. Al Ing. Sebastián Cunzolo y el Tec. Químico Fernando J. Rodríguez por las actividades de laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 14th edition. Washington, DC.

AOAC. 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th edition, volume II. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland, EUA.

ARIAS, R.A.; MADER, T.L.; ESCOBAR, P.C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Archivos de medicina veterinaria 40:7-22.

BAHAMONDE, H.; PERI, P. 2012. Calidad de agua en ríos asociados a uso silvopastoril de ñire en Patagonia Sur, Argentina. Actas del Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, 383-387 pp.

BAHAMONDE, H.; PERI, P.L.; ALVAREZ, R.; BARNEIX, A. 2012. Producción y calidad de gramíneas en un gradiente de calidades de sitio y coberturas en bosques de *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst. En Patagonia. Ecología Austral 22:62-73.

BASÁN-NICKISCH, M.; GALLO-MENDOZA, L.; ROSAS, D.; ZAMAR, S.; OSTINELLI, M.; CARREIRA, D.; TUCHNEIDER, O.; PARÍAS, M.; PÉREZ, M.; D'ELÍA, M. 2009. Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples (consumo humano, abrevado animal, riego). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.

BAVERA, G.A. 2011. Manual de Aguas y Aguadas para el ganado. 4.ª edición. Editorial del Autor, Córdoba, Argentina.

BEGZSUREN, S.; ELLIS, J.E.; OJIMA, D.S.; COUGHENOUR, M.B.; CHULUUN, T. 2004. Livestock responses to droughts and severe winter weather in the Gobi Three Beauty National Park, Mongolia. Journal of Arid Environments 59:785-796.

BOIVIN, X.; LE NEINDRE, P.; CHUPIN, J.M. 1992a. Establishment of cattle-human relationships. Applied Animal Behaviour Science 32: 325-335.

BOIVIN, X.; LE NEINDRE, P.; CHUPIN, J.M.; GAREL, J.P.; TRILLAT, G. 1992b. Influence of breed and early management on ease of handling and open-field behaviour of cattle. Applied Animal Behaviour Science 32: 313-323.

CHAYER, R.; GIANFRANCESCO, A. 2007. Relevamiento de la Producción Bovina de Carne en la Provincia de Tierra del Fuego. Informe Técnico Consultores Pampeanos Asociados (CONPAS), Buenos Aires, 24.

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 nematodos gastrointestinales en terneras doble propósito. Revista Científica, FCV-LUZ 6:595-599.

FAO, Food and nutrition paper 14/7. 1986. Manuals of food quality controls. Roma. (Disponible: <http://www.fao.org/docrep/014/AM808E/AM808E.pdf> verificado: 23 de abril de 2019).

GODOY DE LEÓN, S.; CHICCO, C.F. 1991. Suplementación de bovinos alimentados con forraje de pobre calidad con fuentes de proteínas de diferentes tasas de degradación ruminal. Zootecnia Tropical 9:131-144.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Agricultural Handbook N.º 379.

GRANDIN, T. 1993. Behavioral agitation during handling of cattle is persistent over time. Applied Animal Behaviour Science 36:1-9.

HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, J.L. 2000. Human-animal interactions and animal stress. En: MOBERG, G.P.; MENCH, J.A. (Eds.). The Biology of Animal Stress, 309-315 pp.

HURLBERT, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological monographs 54:187-211.

INDEC. 2008. Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (Disponible: http://www.indec.gov.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=3&id_tema_2=8&id_tema_3=87 verificado: 23 de abril de 2019).

INTA. 2015. Situación actual y perspectiva de la ganadería en Patagonia Sur. Centro Regional Patagonia Sur. (Disponible: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_situacion_actual_perspectivas_ganaderia_patagonia_sur.pdf verificado: 26 de noviembre de 2017).

JUDKINS, M.B.; WALLACE, J.D.; GALYEAN, M.L.; KRYSL, L.J.; PARKER, E.E. 1987. Passage Rates, Rumen Fermentation, and Weight Change in Protein Supplemented Grazing Cattle. Journal of Range Management 40:100-105.

- KNOWLES, T.G.; WARRISS, P. 2007. Stress physiology of animals during transport. En: GRANDIN, T. (Ed.) *Livestock handling and transport*. CABI Publishing, Wallingford, Reino Unido.
- KREPS, G.; MARTINEZ PASTUR, G.; PERI, P. 2012. Cambio climático en Patagonia Sur. Ediciones INTA. EEA INTA Santa Cruz-CONICET.
- LAY, D.C.; FRIEND, T.H.; GRISSOM, K.K.; HALE, R.L.; BOWERS, C.L. 1992. Novel breeding box has variable effects on heart rate and cortisol response of cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 35:1-10.
- LIVRAGHI, E.C. 2001. Los ovejeros del fin del mundo y su relación con la tecnología: percepciones acerca de las reservas forrajeras para uso estratégico invernal. Ushuaia, Argentina. MS Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Buenos Aires, Argentina.
- LUQUE, J.L. 2018. Calidad de agua para bebida de animales. Recopilación de trabajos sobre la calidad de agua para bebida de los animales. (Disponible: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_guia_calidad_agua_bebida_animales.pdf verificado: 23 de mayo de 2019).
- MADER, T.L. 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *Journal of Animal Science* 81:E110-E119.
- MISHRA, H.; PRINS, H.H.T.; VAN WIEREN, S.E. 2003. Diversity, Risk Mediation, and Change in a Trans-Himalayan Agropastoral System *Human Ecology*, Vol. 31, N.º 4.
- MOLINA, F.; CARMONA, D.; OJEDA, A. 2007. Evaluación del crecimiento compensatorio como estrategia de manejo en vacunos de carne a pastoreo. *Zootecnia Tropical* 25:149-155.
- MORENO, J.; FONT, P.; OLMEDO, E. 2011. Cadena de valor de la carne bovina en la provincia de Tierra del Fuego. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires, Argentina. 72 pp. (Disponible: http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2016/04/item-d_tdf.pdf verificado: 23 de abril de 2019).
- MORMÈDE, P.; ANDANSON, S.; AUPÉRIN, B.; BEERDA, B.; GUÉMÉNÉ, D.; MALMKVIST, J. 2007. Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiological Behavior* 92:317-339.
- MUNITA, F.; AGUILAR, C.; CAÑAS, R. 1994. Crecimiento compensatorio en bovinos de carne: I. Estudio del efecto de la severidad y duración de la restricción mediante un modelo de simulación. *Ciencia e Investigación Agraria* 21:17-36.
- ORMAECHEA, S.G.; PERI, P.L.; CECCALDI, E. 2012. Uso espacial de vacunos bajo dos tipos de manejo ganadero en establecimiento con bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*). Actas del Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, 94-99 pp.
- ORMAECHEA, S.; GARGAGLIONE, V.; BAHAMONDE, H.A.; ESCRIBANO, C.; CECCALDI, E.; PERI, P.L. 2018. Producción bovina bajo manejo silvopastoril intensivo a escala de establecimiento y ciclo completo en Tierra del Fuego, Argentina. *Livestock Research for Rural Development*, Vol: 30. Ed: 2. Art: 33.
- PERI, P.L.; BAHAMONDE, H. 2012. Digestibilidad de gramíneas creciendo en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) bajo uso silvopastoril. Actas Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Ediciones INTA. Santiago del Estero, Argentina, 264-269 pp.
- PERI, P.L.; ORMAECHEA, S.; CECCALDI, E.; BAHAMONDE, H.; GARGAGLIONE, V. 2012. Una cuestión de escala: Manejo vacuno a nivel de establecimiento con bosque de ñire en Tierra del Fuego. Actas Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, 45-51 pp.
- PERI, P.L.; HANSEN, N.E.; BAHAMONDE, H.A.; LENCINAS, M.V.; VON MÜLLER, A.R.; ORMAECHEA, S.; GARGAGLIONE, V.; SOLER, R.; TEJERA, L.E.; LLOYD, C.E.; MARTÍNEZ PASTUR, G. 2016. Silvopastoral Systems Under Native Forest in Patagonia Argentina. En: PERI, P.L.; DUBE, F.; VARELLA, A. (Eds.) *Silvopastoral Systems in Southern South America*, 117-168 pp.
- RADOSTITS, O.M.; HOUSTON, D.M.; MAYHEW, I.G. 2002. Examen y diagnóstico clínico en veterinaria. 1.ª ed. Philadelphia. Elsevier.
- ROMERO, M.H.; URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; SÁNCHEZ, J.A. 2011. Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en ganado de carne. *Biosalud* 10:71-87.
- RUSHEN, J.; TAYLOR, A.A.; PAEILLE, A.M. 1999. Domestic animals fear of humans and its effect on their welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 65:285-303.
- SCHAUER, C.S.; BOHNERT, D.W.; GANSKOPP, D.C.; RICHARDS, C.J.; FALCK, S.J. 2005. Influence of protein supplementation frequency on cows consuming low-quality forage: Performance, grazing behavior, and variation in supplement intake. *Journal of Animal Science* 83:1715-1725.
- SECRETARÍA DE AGROINDUSTRIA. 2017. Caracterización de la producción bovina argentina para carne. Análisis por provincia. (Disponible: https://agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes/_archivos//000003=Caracterizaci%C3%B3n%20y%20movimientos%20de%20hacienda/000007=2017/002017_Caracterizaci%C3%B3n%20de%200la%20Ganader%C3%ADa%20Bovina,%20An%C3%A1lisis%20por%20provincia%202017.pdf verificado: 17 de mayo de 2019).
- SKINNER, B.F. 1938. *The behavior of organisms*. New York, NY: Apleton-CenturyCrofts. 457 p.
- SOTO, C.; REINOSO, V. 2007. Suplementación proteica en ganado de carne. *Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay* 42:27-34.