

Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos

Beretta Virginia¹, Simeone Álvaro¹, Bentancur Oscar¹

¹Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Ruta 3, km 363, 60000, Paysandú, Uruguay. Correo electrónico: beretta@fagro.edu.uy

Recibido: 13/4/12 Aceptado: 12/12/12

Resumen

Se evaluó el efecto de la sombra asociado a la restricción en el tiempo de acceso al pastoreo sobre la performance animal y conducta en pastoreo durante el período estival. Treinta y dos novillos Hereford ($313,2 \pm 36,2$ kg) fueron asignados al azar a dos manejos de pastoreo sobre praderas, en dos veranos consecutivos: pastoreo restringido (PR, entre las 10:00 y las 17:00 h los animales eran retirados de la pastura para un corral con sombra); o pastoreo libre (PL, los animales permanecían en la parcela, sin acceso a sombra). Parcelas independientes por tratamiento fueron pastoreadas en franjas diarias con una oferta de forraje de 6 kg MS/ 100 kg peso vivo (PV). El manejo PR mejoró la ganancia de PV (0,875 vs. 0,998 kg/día; $P=0,0197$) sin afectar el consumo ni la selectividad ($P>0,10$). La actividad de pastoreo fue mayor en PR ($P<0,001$) en perjuicio de las actividades de rumia y descanso ($P<0,01$), pero sin diferencias en la tasa de bocado ($P>0,10$) con relación a PL. Esta respuesta habría contribuido a mantener el consumo estable a pesar del menor tiempo de acceso a la pastura. Una reducción estimada de 27,3% en las exigencias de EMM, explicaría la mejora en el balance energético en PR con relación al PL.

Palabras clave: restricción del pastoreo, consumo, estrés térmico

Summary

Shade Management Associated to Grazing Restriction: Effect on Cattle Behaviour and Summer Performance

This study assessed the effect of shade and restriction of time of access to grazing on animal performance and grazing behaviour during summer. Thirty two Hereford steers (313.2 ± 36.2 kg) were randomly allocated to two grazing managements on grass and legume mixed pastures during two consecutive summers: restricted grazing (RG, between 10:00 am and 5:00 pm animals were moved out from the pasture paddock to a shaded area); or free grazing (FG, animals remained all day long in the grazing paddock, without shade). Cattle strip-grazed independent paddocks per treatment with a forage DM allowance of 6 kg DM/ 100 liveweight (LW). RG improved LW gain (0.875 vs. 0.998 kg/day; SE 0.037, $P=0.0197$) without affecting intake (FG: 3.04 vs. RG: 2.88 kg/100 kg LW; SE 0.141, $P>0.10$) or selectivity ($P>0.10$). Grazing activity was higher in RG (0.55 vs. 0.75, $P<0.001$), while rumination and idling were both reduced ($P<0.01$) without differences in bite rate ($P>0.10$) with respect to FG. This response probably contributed to keep consumption stable in spite of reduced time of access to pasture. An estimated reduction in MEm requirements (27.3%) would explain the observed improvement of the energy balance in RG compared to FG.

Key words: restricted grazing, intake, heat stress

Introducción

En el Uruguay, los sistemas de cría y engorde de vacunos sobre pasturas sembradas registran durante el período estival un marcado descenso de la producción de carne con relación al desempeño logrado en primavera (Simeone, 2000). Una menor tasa de crecimiento y pérdida de valor nutritivo de las pasturas, sumado a condiciones climáticas que incrementarían el riesgo de estrés térmico por calor, explicarían este descenso.

Factores ambientales tales como mayor radiación solar, con temperaturas por encima de la zona de confort térmico para el ganado en crecimiento (15 a 25 °C; NRC, 1981) combinados con alta humedad relativa, generan un incremento de la carga calórica para el animal que resulta en una reducción de su performance (St-Pierre *et al.*, 2003, Gaughan *et al.*, 2008). Esta respuesta estaría mediada por una reducción del consumo voluntario y un incremento del costo energético para mantenimiento asociado a la termorregulación (NRC, 2000; SCA, 2007), afectando negativamente el balance energético del animal.

Diferentes estrategias han sido propuestas para mitigar los efectos negativos del ambiente sobre el animal (Mader, 2003). Entre ellas, el acceso a sombra ha demostrado disminuir el estrés térmico por calor, mejorando la performance del ganado manejado tanto a corral (Mader *et al.*, 1999; Gaughan *et al.*, 2010; Sullivan *et al.*, 2011; Beretta *et al.*, 2010) como en pastoreo (Simeone *et al.*, 2010). Sin embargo, bajo sistemas de pastoreo rotativo, no siempre es posible, del punto de vista práctico, ofrecer al animal un área con sombra en la parcela de pastoreo. Para estos casos, la posibilidad de retirar al animal de la pastura durante las horas del día de mayor radiación solar y temperatura hacia un área sombreada, sería una alternativa que permitiría mejorar su confort térmico. Sin embargo, podría afectarse negativamente el consumo de nutrientes, al reducirse el tiempo de acceso al alimento.

El efecto de la restricción en el tiempo de acceso a la pastura ha sido evaluado tanto en ganado lechero (Chilibroste *et al.*, 2007) como en vacunos para carne (Gregorini *et al.*, 2007a; Soca *et al.*, 2002; Patterson *et al.*, 1998), reportándose cambios en el comportamiento ingestivo del animal tendientes a compensar el menor tiempo de acceso a la pastura. La mayoría de estos trabajos han sido realizados sobre pasturas monoespecíficas, de alta calidad en invierno-primavera. Durante el período estival, el potencial efecto del estrés por calor sobre el consumo de MS (NRC, 2000), el uso de pasturas de menor calidad, y cambios en

la selectividad asociados al uso de pastura heterogéneas (Chilibroste *et al.*, 2005), podrían modificar la respuesta animal esperada ante restricciones en el tiempo de acceso al pastoreo.

El presente trabajo evaluó el efecto de dos manejos del pastoreo durante el período estival, difiriendo en el tiempo de acceso a la pastura y el acceso a sombra, sobre la ganancia de peso vivo y comportamiento de vacunos en crecimiento manejados sobre praderas mixtas de gramíneas y leguminosas templadas, con oferta de forraje no limitante. Se plantea como hipótesis que los animales retirados de la pastura a un área restringida con acceso a sombra durante el período de mayor radiación solar, modifican su comportamiento ingestivo logrando mantener el consumo diario de forraje, y mejorando su performance a través de una reducción del costo energético para mantenimiento.

Materiales y métodos

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental M. A Cassinoni (32° 23' S, 58° 02' O), Uruguay, durante dos veranos consecutivos, sobre una superficie de 14,5 ha de pradera compuesta por festuca (*Festuca arundinacea*), lotus (*Lotus corniculatus*), y trébol blanco, (*Trifolium repens* cv. El Zapicán). En cada año, el período experimental tuvo una duración de 57 días, comenzando el 14/1/2005 y 17/1/2006, respectivamente.

Animales, tratamientos y manejo

Treinta y dos novillos Hereford (n= 16/ año; 313,2 ± 36,2 kg), provenientes del rodeo experimental fueron asignados al azar, previa estratificación por peso vivo (PV), a uno de dos manejos del pastoreo: pastoreo restringido con acceso a sombra (PR), o pastoreo libre sin acceso a sombra (PL). En el tratamiento PL, los animales permanecían en la parcela de pastoreo durante todo el día, en tanto en PR eran retirados de la pastura entre las 10:00 y 17:00 h (período de mayor radiación solar y temperatura), y trasladados a un área restringida con acceso a sombra. El área con sombra estuvo delimitada por cerca eléctrica, contando con sombra natural complementada por sombra artificial (malla 80% intercepción, 2,75 m de altura), ofreciéndose en promedio una área sombreada de 3,5 m² por animal (Sullivan *et al.*, 2011).

A inicio del período experimental, los animales fueron tratados contra parásitos internos y externos. Cada tratamiento fue manejado en parcelas independientes, pasto-

reando en franjas diarias con una oferta de forraje (OF) de 6 kg de materia seca (MS)/ 100 kg de PV (Beretta *et al.*, 2006), ajustada semanalmente variando el área de pastura ofrecida de acuerdo con la biomasa de MS disponible y el PV promedio del tratamiento, en base al último registro. En PR el ingreso a la nueva franja coincidió con la salida del encierro diurno. En ambos tratamientos, a las 10:00 y 17:00 h, los animales eran conducidos a la fuente de agua, próxima a las parcelas.

Registros y mediciones

Los animales fueron pesados cada 14 días, por la mañana, previo ayuno de 12 horas. La biomasa de forraje disponible (FD) fue determinada semanalmente mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975) y el marcado de una escala de tres puntos con dos repeticiones, evaluándose la pastura en 100 puntos al azar/parcela. La altura de la pastura fue medida con regla en cinco puntos de la diagonal de cada cuadro de la escala, registrando el punto de contacto con la hoja viva más alta sin extender. La misma técnica fue utilizada, cada 14 días, durante tres días consecutivos, para la estimación del forraje residual (FR) por parcela (kg MS/ha), calculándose la utilización del forraje (UF) como $UF(\%) = [(FD - FR) / FD] * 100$. El consumo de MS de forraje (CMSF) fue estimado a partir del forraje desaparecido en la parcela de pastoreo (Macon *et al.*, 2003) y expresado cada 100 kg PV como el producto entre la OF y la UF.

Cada 14 días, durante dos días consecutivos, en cuatro novillos por tratamiento elegidos al azar, se caracterizó la actividad de pastoreo, rumia y descanso, registrando cada 10 minutos durante el periodo de horas luz (7:00 a 20:00 h) la actividad realizada por el animal (Forbes, 1988). Cada tres horas se registró la tasa de bocado contabilizando el número de bocados en un minuto (Gregorini *et al.*, 2007a, 2009). El patrón diario de pastoreo fue caracterizado agrupando las observaciones en periodos discretos de 3 horas.

Muestras de FD y FR se tomaron cada 14 días, en cinco puntos al azar por parcela, cortando al ras del suelo la biomasa comprendida en un cuadro de 0,3 x 0,3 m. La composición botánica fue determinada sobre las muestras frescas mediante separación manual de las fracciones gramineas, leguminosas, malezas y restos secos, secando posteriormente en estufa de aire forzado (60 °C hasta peso constante) para la determinación de peso seco y la contribución relativa de cada fracción. Muestras compuestas por tratamiento fueron analizadas para la determinación del contenido de materia orgánica (MO), fibra detergente neutro

(FDN), fibra detergente ácido (FDA) (Goering y Van Soest, 1970), y proteína cruda (PC). La PC fue estimada como el N total*6,25 (determinado por el método de Kjeldahl, AOAC, 1984), y la energía metabolizable (EM) a partir de contenido de FDA, según ecuación de reportada por Acosta (2004) para pasturas mezclas. La composición botánica y química del forraje desaparecido fue estimada a partir de la diferencia entre la cantidad correspondiente a cada fracción presente en la biomasa disponible y residual (kg/ha).

Registros diarios de temperatura ambiente (T, medias, máximas, mínimas) y humedad relativa (HR) durante el período experimental fueron tomados de la estación meteorológica de la estación experimental, estimándose a partir de los mismo el índice de temperatura y humedad: $ITH = 0,8 * T + [(HR, \%/100) * (T - 14,4)] + 46,4$ (Mader *et al.*, 2006).

Estimación de exigencias energéticas

El efecto de la sombra y restricción de acceso a la pastura sobre las exigencias energéticas fue cuantificado a partir de la diferencia entre tratamientos en los requerimientos de EM para mantenimiento (EMm). Los requerimientos EMm fueron calculados como la diferencia entre el consumo diario de EM y la demanda de EM para ganancia de PV (EMg, predicha según AFRC 1993). Como insumos para la aplicación de estas ecuaciones, se consideraron los resultados observados de PV promedio, ganancia media diaria de peso (GP), CMSF y la concentración energética de la dieta.

Análisis estadístico

El experimento fue analizado ajustando un modelo lineal de dos vías considerando el efecto año como repetición, y tomando como unidad experimental al conjunto de animales por parcela de pastoreo en cada año. La GP fue analizada según un modelo lineal mixto de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo, de la forma general:

$$PV_{ijk} = \beta_0 + \tau_i + \epsilon_{ij} + \beta_1 \text{Dia}_{ijk} + (\beta_1 - \beta_1) \tau_i \text{Dia}_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

siendo: τ_i el efecto del i-ésimo tratamiento, ϵ_{ij} el error experimental (entre animales), y ϵ_{ijk} el error de la medida repetida (dentro de animales).

La autocorrelación entre medidas repetidas se modeló según un esquema autoregresivo de orden 1. Las pendientes (β_1), representando la GP fueron comparadas utilizando contrastes simples. Se utilizó la corrección de Kenward-Rogers para la prueba de los efectos fijos (Kenward y Rogers, 1997). Las variables asociadas al comportamiento

fueron analizadas mediante un modelo lineal generalizado asumiendo una distribución binomial, usando el Procedimiento GLIMMIX de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC):

$$\ln(p_{ijkl}/(1-p_{ijkl})) = \mu + T_i + S_j + (T \times S)_{ij} + dia_k(S_j)$$

donde:

$\ln(p/1-p)$ es la función logit de la probabilidad de hallar un animal realizando una actividad en particular,

T es el efecto de tratamiento y

S la semana de muestreo.

Cuando la interacción TxS no fue significativa, fue removida del modelo. La tasa de bocado y los registros tomados sobre la pastura fueron analizados mediante un modelo lineal generalizado para medidas repetidas en el tiempo incluyendo los efectos descriptos previamente. En el caso de las variables asociadas a la pastura, se estudió la correlación espacial y se efectuó la corrección Kenward-Rogers, utilizándose como repetición la franja diaria de pastoreo.

Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los registros promedios de T, HR e ITH para el periodo experimental. El ITH promedio fue 71,3 y 72,3 en los años 2005 y 2006, respectivamente, encontrándose el 42% de los días por encima de 72. Considerando las T máximas (T_{max}), el 55% y 61% de los días

experimentales en 2005 y 2006, respectivamente, registraron valores de ITH_{max} en el rango de riesgo moderado ($80 < ITH < 89$).

La biomasa promedio y altura del FD no difirieron entre tratamientos ($3541 \pm 189,9$ kg MS/ha; $19,4 \pm 0,86$ cm; respectivamente, $P > 0,10$), variando sólo con la semana de muestreo ($P < 0,01$). La disponibilidad media de forraje verde fue de 2416 kg MS/ha, correspondiendo 62,5% a especies gramíneas, 30,5% a leguminosas y 7,0% a malezas, habiendo un 31,2% de restos secos, sin diferencias entre tratamientos ($P > 0,10$). En promedio el contenido de MO, PC, FDN y FDA de la pastura fue 87,4%, 12,0%, 52,5% y 32,0% MS, respectivamente.

La biomasa de FR no difirió entre tratamientos (PL: 1717 vs. PR: $1664 \pm 113,6$ kg MS/ha; $P > 0,10$) ni su altura (PL: 9,8 vs. PR: $8,7 \pm 0,8$; $P > 0,10$), registrándose valores de UF de 50,6% y 48,0% ($P > 0,10$), en PL y PR, respectivamente. Tampoco se observaron diferencias ($P > 0,10$) en la proporción aportada por las diferentes fracciones botánicas a la biomasa residual, lo cual se tradujo en una composición de similar del forraje desaparecido entre tratamientos ($P > 0,10$) (Cuadro 2). Tanto en PL como en PR se observó una menor proporción de restos secos en el forraje desaparecido con relación al ofrecido (5,0% vs 33,4%) y un aumento de 23,3 unidades porcentuales de las leguminosas, constituyéndose en la fracción más importante de la dieta (66% en promedio para ambos tratamientos) (Cuadro 2). La com-

Cuadro 1. Temperatura del aire, humedad relativa e Índice de Temperatura y Humedad (ITH) durante el periodo experimental y promedios históricos (1969-1990).

	Año 2005	Año 2006	Promedio histórico*
Temperatura media (°C)	23,2	24,2	23,4
Temperatura máxima, (°C)	29,6	30,5	29,7
Temperatura mínima (°C)	17,0	17,9	17,2
Humedad relativa (%)	71,2	66,5	68,7
ITH promedio ^A	71,2	72,3	72,5
Días con ITH promedio ≥ 72 (% del total)	42,1	42,5	--
ITH máximo	81,0	81,6	80,7
Distribución del ITH máximo (% días) ^B			
<72	5	2	---
72 a 79	25	33	---
80 a 89	55	61	---
>89	15	4	---

*Fuente: Dirección Nacional de Meteorología, 2012.

^AITH= $0,8 * T + [(\%HR/100) * (T-14,4)] + 46,4$ (Mader *et al.*, 2006). Indicador del riesgo de estrés térmico: «leve»: $72 < ITH < 79$; «moderado» $80 < ITH < 89$; «severo» $ITH > 89$ (University of Oklahoma, 2012).

^BPorcentaje de los días del periodo experimental en que se registraron valores de ITH máximo dentro de los rangos establecidos.

Cuadro 2. Composición botánica y química de la biomasa de pastura disponible pre-pastoreo y del forraje desaparecido bajo pastoreo libre o restringido. Valores promedio para el periodo experimental enero-marzo.

Forraje evaluado Tratamientos ^A	Biomasa disponible		Dieta seleccionada	
	PL	PR	PL	PR
Composición botánica (% MS)				
Leguminosas	43,6	41,7	67,0	64,9
Gramíneas	20,7	21,0	23,4	19,2
Malezas	3,6	6,0	6,3	9,6
Restos secos	32,2	31,4	3,5	6,4
Composición química (% MS)				
Materia orgánica	88,3	86,5	95,3	86,6
Proteína cruda	13,0	11,4	16,4	13,2
Fibra detergente neutro	52,1	53,0	47,8	47,2
Fibra detergente ácido	31,5	32,4	29,6	27,2
Energía metabolizable (Mcal /kg)	1,99	1,95	2,07	2,17

^A PL: pastoreo libre sin acceso a sombra; PR: pastoreo restringido con acceso a sombra. Los animales son retirados de la pastura entre las 10:00 y 17:00 h y trasladados a un área restringida con sombra.

posición química del forraje desaparecido reflejó estos cambios, registrándose un incremento en el contenido de PC y una disminución en el contenido de cenizas, FDN y FDA (Cuadro 2).

El PV aumentó linealmente con el tiempo ($P < 0,01$), estando afectado por el PV al inicio del experimento ($P < 0,01$) y el tratamiento ($P = 0,0197$). La restricción del tiempo en pastoreo combinado con el acceso a sombra representó un incremento de la GP de los novillos de $0,123 \pm 0,052$ kg/día con relación a la performance en PL, sin afectarse el CMSF ($P > 0,10$) (Cuadro 3).

El comportamiento en pastoreo, evaluado a través de la probabilidad de hallar animales pastoreando, rumiando o en descanso durante el periodo de observación, fue afectado por el manejo ($P < 0,01$) y por la semana experimental ($P < 0,01$), pero no se observó interacción significativa entre ambos efectos ($P > 0,10$). La actividad de pastoreo fue ma-

yor en PR con relación a PL ($P < 0,01$) ocurriendo esto a expensas de un menor tiempo de rumia ($P < 0,01$) y de descanso ($P < 0,001$), sin diferencias en la tasa de bocado promedio ($P > 0,10$) (Cuadro 4).

La distribución de la actividad de pastoreo diurno varió dependiendo del manejo. Durante las primeras tres horas luego de ingresar a una nueva franja, la actividad de pastoreo en PR fue mayor con relación a PL ($P < 0,001$), pero sin diferencias en la tasa de bocado ($P > 0,10$) (Cuadro 4). La mayor actividad de pastoreo en PR se mantuvo entre las 7:00 y 10:00 h del día siguiente ($0,14$ vs. $0,33 \pm 0,02$; $P < 0,01$), sin diferencias en la tasa de bocado ($P > 0,05$). Entre las 10:00 y 17:00 h, mientras los novillos de PR eran retirados de la pastura, los novillos en PL concentraron el 44% de su actividad de pastoreo.

En el Cuadro 5 se presenta el balance energético para cada tratamiento. El manejo PR redujo los requerimientos

Cuadro 3. Efecto de la sombra y la restricción en el tiempo de acceso a la pastura sobre la ganancia de peso vivo y consumo diario de forraje de novillos Hereford pastoreando praderas mezcla de gramíneas y leguminosas en verano.

	Tratamientos ^A			
	Pastoreo libre	Pastoreo restringido	ES	Prob >F
Peso vivo inicio (kg)	313	309	6,7	
Ganancia de peso vivo (kg/ día)	0,875	0,998	0,037	0,0197
Consumo de forraje (kg MS/ 100 kg peso vivo)	3,04	2,88	0,141	0,4186

^A Pastoreo libre sin acceso a sombra; pastoreo restringido con acceso a sombra: los animales eran retirados de la pastura entre las 10:00 y 17:00 h y trasladados a un área restringida con sombra. ES: error estándar.

Cuadro 4. Efecto de la sombra y la restricción en el tiempo de acceso a la pastura sobre el comportamiento diurno de novillos Hereford pastoreando praderas mezcla de gramíneas y leguminosas en verano.

	Tratamientos ^A		
	Pastoreo libre	Pastoreo restringido	Prob >F
Comportamiento ^B			
Actividad de pastoreo	0,55	0,75	<0,001
Actividad de rumia	0,15	0,08	0,0016
Actividad de descanso	0,28	0,16	<0,001
Actividad de pastoreo 0 a 3 h ^C	0,42	0,65	<0,003
Tasa de bocado promedio (boc/min)	34,6	35,7	0,3813
Tasa de bocado Tiempo=0 (boc/min)	39,7	36,3	0,2970
Tasa de bocado Tiempo=3 (boc/min)	35,5	34,7	0,7486

^APastoreo libre sin acceso a sombra; pastoreo restringido con acceso a sombra: los animales eran retirados de la pastura entre las 10:00 y 17:00 h y trasladados a un área restringida con sombra.

^BProbabilidad de hallar un animal pastoreando, rumiando o descansando durante el tiempo de acceso a la pastura (horario de observación entre las 7:00 a 20:00 h).

^CProbabilidad de hallar un animal pastoreando durante las tres primeras horas luego del ingreso a una nueva parcela de pastoreo.

Cuadro 5. Balance energético en novillos Hereford pastoreando praderas mezcla de gramíneas y leguminosas en verano bajo dos manejos: pastoreo libre sin acceso a sombra o pastoreo restringido con acceso a sombra.

		Tratamientos ^A	
		Pastoreo libre	Pastoreo restringido
Peso vivo promedio	kg	338,0	337,4
Ganancia de peso vivo (GP)	kg/ día	0,875	0,998
Consumo de materia seca	kg/ día	10,3	9,7
Energía metabolizable (EM) de la dieta	Mcal /kg MS	2,12	2,12
Consumo de EM	Mcal/ día	21,8	20,6
Valor energético de la GP ^B	Mcal/ kg	3,92	4,0
Eficiencia de uso de la EM para GP (kg) ^B		0,38	0,38
Requerimientos de EM para GP ^B	Mcal/ día	9,0	10,5
Requerimientos de EM para mantenimiento ^C	Mcal/ día	12,8	10,1

^APastoreo libre sin acceso a sombra; pastoreo restringido con acceso a sombra: los animales eran retirados de la pastura entre las 10:00 y 17:00 h y trasladados a un área restringida con sombra.

^BEstimado según AFRC (1993).

^CEstimado como la diferencia entre el consumo total de EM y los requerimientos EM para ganancia de peso, en cada tratamiento.

estimados de EM_m, en 23,7% con relación a PL; mientras en PR el 48,9% de la EM consumida fue destinada a mantenimiento, en PL se destinó el 58,7%. Como consecuencia de ello la EM consumida por kilo de peso vivo retenido fue mayor en PL (24,9 vs. 20,6 Mcal EM/ kg).

Discusión

Condiciones ambientales y riesgo de estrés térmico

Los valores T, T_{max} y HR promedio para el periodo experimental fueron similares a los valores históricos (Dirección Nacional de Meteorología, 2012), de forma que ambos

veranos podrían ser tipificados como años «normales». Si bien las T medias observadas (Cuadro 1) se ubicaron dentro de la zona de termoconfort para ganado de carne en crecimiento (15 a 25 °C, NRC, 1981), las T_{\max} medias (29 – 30 °C, Cuadro 1) se ubicaron dentro del rango para el cual ya se reportan reducciones en el consumo de MS de 3 a 10% (25 a 35 °C, NRC, 1981).

El ITH promedio, se ubicó en torno al nivel crítico de ITH que indica riesgo de estrés por calor para ganado de carne en crecimiento (ITH= 72; St-Pierre *et al.*, 2003). Este valor medio de ITH, sin embargo, no refleja la severidad y duración del estrés registrado entre días o dentro de un mismo día, asociados a la amplitud térmica diaria y variaciones en HR. El 42% de los días experimentales se registró un valor medio de ITH > 72, situación similar a la reportada para el norte de Uruguay por Cruz y Saravia (2008). En el presente trabajo, el ITH_{\max} promedio para el período se ubicó en 80,5, límite inferior del rango «peligro» o riesgo moderado de ocurrencia de estrés por calor (80 < ITH < 89; University of Oklahoma, 2012), registrándose una frecuencia acumulada de ocurrencia de valores de ITH_{\max} > 80 de 0,7 y 0,65, en 2005 y 2006, respectivamente. En función de esta combinación de variables, se infiere que, durante la mayor parte del período experimental, al menos durante parte del día, las condiciones ambientales habrían sido predisponentes al estrés térmico.

Performance animal

La restricción del tiempo en pastoreo junto al acceso a sombra representó una mejora de 14% en la GP de los novillos, confirmando la hipótesis planteada originalmente. Este manejo no afectó el CMSF ni la selectividad por las fracciones más nutritivas de la pastura, por lo que la mayor GP observada en PR podría ser explicada por la reducción en el gasto energético de mantenimiento, posiblemente producto del efecto combinado del acceso a la sombra en un período durante el cual las condiciones atmosféricas habrían contribuido al estrés térmico de los animales, y eventualmente, a un menor gasto de actividad asociado a la restricción en el tiempo de acceso a la pastura. Diversos trabajos, evaluando el efecto exclusivamente de la sombra bajo condiciones de estrés térmico, también reportan una mejora en la GP y/o eficiencia de conversión del alimento en ganado de carne en terminación alimentado a corral (Mader *et al.*, 1999; Gaughan *et al.*, 2010; Sullivan *et al.*, 2011). En condiciones de pastoreo, a nivel nacional, también se reporta una respuesta positiva en GP en vacunos con acceso voluntario a sombra disponible en el mismo

potrero (Simeone *et al.*, 2010; Rovira y Velazco, 2007). En la zona este del país, Rovira y Velazco (2007) reportan un incremento de 14% en la GP debida a la sombra en novillos pastoreando Sudangras; en tanto Simeone *et al.* (2010), reportan una respuesta de mayor magnitud (0,514 vs. 0,772 ± 0,022 kg/día, $P < 0,01$) en vaquillonas Hereford y cruza pastoreando campo natural asociado a áreas forestadas en el litoral oeste del país. En el presente trabajo, la respuesta a la sombra aparece confundida con el efecto de la restricción de acceso a la pastura. Si bien por un lado ello podría contribuir en forma positiva a través de una reducción de la actividad diaria de pastoreo reduciendo los requerimientos de EMm (SCA, 2007), también podría afectar negativamente el CMSF.

Consumo y comportamiento animal

Tanto la oferta de MS de forraje como la biomasa de MS verde disponible y altura de la pastura, no habrían sido restrictivas del punto de vista del consumo para el animal (Poppi *et al.*, 1987). La restricción en el tiempo de acceso al pastoreo no afectó el CMSF ni la selectividad con relación a los animales en PL. Estos resultados están en concordancia con lo reportado por Gregorini *et al.* (2007a, 2009). Si bien el CMSF en PL pudo haber estado disminuido como consecuencia del estrés térmico (Hahn, 1997; SCA, 2007), la ausencia de diferencias entre tratamientos podría, en parte, ser explicada por la modificación observada en la conducta de pastoreo de los animales en PR en respuesta al menor tiempo de acceso a la pastura. Según Soca (2006), cambios en la asignación de los recursos generan modificaciones en la conducta y estrategia de pastoreo de los animales tendientes a igualar el CMSF y la selectividad. Diversos trabajos en ganado lechero y para carne indican que tras un período de ayuno, la actividad de pastoreo durante la primera sesión de pastoreo es más intensa, como resultado de un mayor tiempo de pastoreo (Chilibroste *et al.*, 2007; Soca *et al.*, 2002), de una mayor tasa de bocado (Gregorini *et al.*, 2007a; Soca *et al.*, 2002; Dougherty *et al.*, 1989) o masa de bocado (Patterson *et al.*, 1998, Gregorini *et al.*, 2007b). En concordancia con estos antecedentes, los novillos en PR, sometidos a un ayuno de siete horas durante el tiempo de permanencia a la sombra, mostraron mayor actividad de pastoreo con relación a PL, tanto en la primera sesión de pastoreo luego del encierro, como durante el total del período diurno de pastoreo, sin embargo, la tasa de bocado no se modificó. Diferentes largos de ayunos y llenado ruminal (Gregorini *et al.* 2009), así como diferencias en la estructura de la pastura utilizada en el presente

trabajo (mezcla de gramíneas y leguminosas sumado a la presencia de restos secos durante el período estival), podrían determinar variaciones en las dimensiones del bocado y tasa de consumo con relación a pasturas homogéneas (Galli y Cangiano, 1998).

A la luz de estos resultados, se infiere que la ausencia de diferencias en el CMSF entre PR y PL habría sido resultado de una combinación de cambios en la conducta y patrón de pastoreo de los primeros: i) una mayor actividad diurna de pastoreo (en perjuicio de la actividad de rumia y descanso); ii) probablemente, una mayor actividad nocturna de pastoreo, dado la época del año y potenciales condiciones de estrés térmico (Stobbs, 1970; Valtorta *et al.*, 2003); y/o iii) un incremento en la tasa de consumo de forraje (g/min) (Allden y Whittaker, 1970), esto último asociado a una mayor masa de bocado, en tanto no se registraron modificaciones en la tasa de bocado.

Balance energético

El manejo PR representó una reducción estimada de los requerimientos de EM_m de 27,3% con respecto a PL. Si bien no es posible discriminar la contribución relativa del gasto energético metabólico y por actividad de pastoreo para explicar el cambio observado en la EM_m , es probable que el manejo impuesto en PR haya modificado ambas variables.

El estrés térmico es descripto como el resultado de un balance negativo entre la energía disipada y el calor producido por el animal (St-Pierre *et al.*, 2003). En respuesta a ello, el vacuno reduce su consumo de MS y destina energía al restablecimiento de la homeotermia a través de un aumento de la tasa metabólica (SCA, 2007). Fox *et al.* (1988) reportan una reducción de 10% en el consumo de MS cuando la T ambiente varía entre 25-30 °C y un incremento de 7 a 18% en la ENm dependiendo de la severidad del estrés por calor, consecuentemente afectando negativamente el balance energético del animal. Este rango de incremento es inferior al estimado en el presente trabajo, lo que contribuye a fortalecer la hipótesis de un efecto combinado de la sombra y la adaptación de la conducta animal sobre el balance energético del animal.

El acceso a la sombra, junto con la restricción del pastoreo durante las horas de mayor calor, podrían haber signi-

ficado una reducción simultánea de la carga calórica metabólica y la derivada del ambiente. Blackshaw y Blackshaw (1994) reportan una reducción de la carga calórica del animal del orden del 30% debida a la intercepción física de la radiación solar incidente a través de la sombra, ya sea natural o artificial. Por otra parte, se observó que en PR, como consecuencia del manejo aplicado, el patrón de pastoreo se concentró en las horas más frescas del día, lo cual podría haber favorecido una disipación más eficiente del calor producido asociado al consumo y digestión del alimento (Brosh *et al.*, 1998). Asimismo, las modificaciones observadas en la conducta animal en pastoreo en PR podrían haber promovido una cosecha del forraje energéticamente más eficiente. Según Gregorini *et al.* (2007b) a menor llenado ruminal (situación posiblemente asimilable a la de PR al ingreso a la pastura) más eficiente sería la cosecha de cada bocado, lo cual redundaría en un mejor balance energético durante la ingestión. Di Marco y Aello (2001) reportan incrementos en el gasto energético asociado a la cosecha del forraje ($kcal/hora/PV^{0.75}$) variando entre 16% y 52%, dependiendo de la condición de la pastura. En tal sentido, cambios generados en la conducta animal de PR que afectaran esta variable podrían estar contribuyendo significativamente a una reducción del gasto energético con relación a PL.

En suma, durante el período estival, el retiro de los novillos que pastorean en franjas diarias praderas mezcla de gramíneas y leguminosas hacia a un área restringida con sombra, entre las 10:00 y 17:00 h, contribuye a mejorar la ganancia diaria de peso vivo. Menores requerimientos diarios de EM_m sumado a la capacidad adaptativa del animal a través de su comportamiento, para mantener el consumo diario de forraje sin afectar la selectividad, determinarían una mayor cantidad de EM disponible para la retención de tejidos.

Estos resultados sugieren que la adopción de este tipo de manejo, de fácil implementación y bajo costo, podría afectar de forma positiva el resultado físico y económico de sistemas de cría y engorde en el norte del país. Cambios en el tipo racial y potencial productivo, así como en las características de la pastura, manejo del pastoreo, tiempo de restricción del pastoreo o la inclusión de suplementos, podrían afectar la respuesta esperada. Experimentos futuros podrán contribuir a cuantificar estos efectos.

Bibliografía

- Acosta Y. 2004. Estimadores de valor nutritivo para producción de leche. En: Mieres J. [Ed.]. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo: INIA. (Serie Técnica; 142). pp. 66-78.
- AFRC. 1993. Energy and Protein requirements of ruminants. Cambridge: CAB International. 159p.
- Alden WG, Whittaker IA. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*, 21: 755-766.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists. 114p.
- Beretta V, Simeone A, Cortazzo D, Viera G. 2010. Efecto de la sombra en corrales de engorde durante el verano sobre la performance de vacunos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 30(1): 550-551.
- Beretta V, Simeone A, Elizalde JC, Baldi F. 2006. Performance of growing cattle grazing moderate quality legume-grass temperate pastures when offered varying forage allowance with or without grain supplementation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46: 793-797.
- Blackshaw JK, Blackshaw AW. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34(2): 285-295.
- Brosh A, Aharoni Y, Degen AA, Wright V, Young BA. 1998. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. *Journal of Animal Science*, 76: 2671-2677.
- Chilibroste P, Soca P, Mattiauda D, Bentancur O, Robinson PH. 2007. Short term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47: 1075-1084.
- Chilibroste P, Gibb M, Tamminga S. 2005. Pasture characteristics and animal performance. En: Dijkstra J, Forbes JM, France J. [Eds]. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. 2nd ed. Wallingford: CABI Publishing. pp. 683-706.
- Cruz G, Saravia C. 2008. Un índice de temperatura y humedad del aire para regionalizar la producción lechera en Uruguay. *Agrociencia*, 12: 56-60.
- Di Marco ON, Aello MS. 2001. Energy expenditure due to forage intake and walking of grazing cattle [En línea]. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 53: 105-110. Consultado setiembre 2012. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352001000100017.
- Dirección Nacional de Meteorología. 2012. Estadísticas climatológicas [En línea]. Consultado mayo 2012. Disponible: <http://www.meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticas-climaticas>.
- Dougherty CT, Bradley NW, Cornelius PL, Lauriault LM. 1989. Short-term fasts and the ingestive behaviour of grazing cattle. *Grass and Forage Science*, 44: 295-302.
- Forbes TDA. 1988. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. *Journal of Animal Science*, 66: 2369-2379.
- Fox DG, Sniffen CJ, O'Connor JD. 1988. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *Journal of Animal Science*, 66: 1475-1495.
- Galli JR, Cangiano CA. 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 18: 247-261.
- Gaughan JB, Bonner S, Loxton I, Mader TL, Lisle I, Lawrence L. 2010. Effect of shade on body temperature and performance of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 88: 4056-4067.
- Gaughan JB, Mader TL, Holt SM, Lisle A. 2008. A new heat load index for feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 86: 226-234.
- Goering HK, Van Soest PJ. 1970. Forage fibre analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington: U.S. Agricultural Research Service. 20p. (Agriculture handbook; 379).
- Gregorini P, Soder KJ, Kensing RS. 2009. The effects of rumen fill on short-term ingestive behavior and circulating concentrations of ghrelin, insulin and glucose of dairy cows foraging vegetative micro-swards. *Journal of Dairy Science*, 92: 2095-2105.
- Gregorini P, Eirin M, Wade MH, Refi R, Ursino M, Ansin OE., Masino C, Agnelli L, Wakita K, Gunter SA. 2007a. The effects of a morning fasting on the evening grazing behavior and performance of strip-grazed beef heifers. *The Professional Animal Scientist*, 23: 642-648.
- Gregorini P, Gunter SA, Masino CA, Beck PA. 2007b. Effect of ruminal fill on short-term intake rate and grazing dynamics. *Grass and Forage Science*, 62: 346-354.
- Hahn GL. 1997. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science*, 77: 10-20.
- Haydock KP, Shaw NH. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15: 663-670.
- Kenward MG, Roger JH. 1997. Small sample inference for fixed effects from restricted maximum likelihood. *Biometrics*, 53: 983-997.
- Macon BL, Sollenberger E, Moore JE, Staples CR, Fike JH, Portier M. 2003. Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. *Journal of Animal Science*, 81: 2357-2366.
- Mader TL. 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *Journal of Animal Science*, 81: E110-E119.
- Mader TL, Davis MS, Brown-Brandl T. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84: 712-719.
- Mader TL, Dahlquist JM, Hahn GL, Gaughan JB. 1999. Shade and wind barrier: Effects on summertime feedlot cattle performance. *Journal of Animal Science*, 77: 2065-2072.
- NRC. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. ed. Washington: National Academy Press. 232p.
- NRC. 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Washington: National Academy Press. 152p.
- Patterson DM, McGilloway DA, Cushnahan A, Mayne CS, Laidlaw AS. 1998. Effect of duration of fasting period on short-term intake rates of lactating dairy cows. *Animal Science*, 66: 299-305.
- Poppi DP, Hughes TP, L'Huillier PJ. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. En: Nicol AM [Ed.]. Livestock feeding on pasture. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production. (Occasional publication 10). pp. 55-64.
- Rovira P, Velazco J. 2007. Sombra: buena para el ganado, mejor para el productor. *Revista INIA*, 13: 2-5.
- SCA. 2007. Feeding standards for Australian livestock. ruminants. Melbourne: CSIRO Publishing. 296p.
- Simeone A. 2000. Producción Intensiva de Carne (II). *Revista Fucrea*, 205: 16-19.
- Simeone A, Beretta V, Caorsi CJ. 2010. Efecto de la sombra natural sobre la performance estival de vaquillonas pastoreando campo natural de áreas forestadas. *Agrociencia*, 14: 137.

- Soca P.** 2006. Estrategia de rumiantes a pastoreo como respuesta a la intervención en el patrón diario de conducta. En: Ferriani Branco A. [Ed.]. Sustentabilidade em sistemas pecuarios: Workshop Internacional. Maringa : Massoin. pp. 110-132.
- Soca P, Beretta V, Heinzen M, Bentancur O.** 2002. Effect of pasture height and control of grazing time on grazing behavior and defoliation dynamic of growing beef cattle [En línea]. En: Responding to the increasing global demand for animal products. Consultado enero 2012. Disponible en: <http://bsas.org.uk/downloads/mexico/061.pdf>.
- St-Pierre N, Cobanov RB, Schnitkey G.** 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 86: E52 – E77.
- Stobbs TH.** 1970. Automatic measurement of grazing time by dairy cows on tropical grass and legume pastures. *Tropical Grassland*, 4: 237-244.
- Sullivan ML, Cawdell-Smith AJ, Mader TL and Gaughan JB.** 2011. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 89: 2911-2925.
- University of Oklahoma.** 2012. Norman Farm Monitor. [En línea]. Oklahoma: University of Oklahoma. Consultado 14 mayo 2012. Disponible en: <http://agweather.mesonet.org/index.php/data/section/livestock>.
- Valtorta SE, Comerón EA, Romero LA, Migliore C, Estrada M de, Aronna MS, Quaino OA.** 2003. Comportamiento de vacas Holando, Jersey sus cruza durante la época estival: 2, Efecto de las variables meteorológicas y el tiempo de pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 23: 293-294.