

# Desempeño productivo y conducta de novillos a campo natural con suplementación proteica y sombra artificial en verano

Rovira, P.J.; Velazco, J.I.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Ruta 8 km 281, CP 33000, Treinta y Tres, Uruguay.  
Tel (598) 44521047, Fax (598)445 25701. E-mail: provira@tyt.inia.org.uy

## Resumen

**Rovira, P.J.; Velazco, J.I.: *Desempeño productivo y conducta de novillos a campo natural con suplementación proteica y sombra artificial en verano. Rev. vet. 22: 1, 32–37, 2011.***

Condiciones climáticas y nutricionales pueden afectar el desempeño productivo de bovinos en crecimiento durante el verano. El objetivo fue evaluar el efecto del libre acceso a sombra y bloques proteicos en la conducta y performance de novillos sobreano en campo natural durante el periodo estival. Los tratamientos fueron: 1) testigo, 2) sombra (malla artificial), 3) bloques proteicos (28% proteína) y 4) sombra + bloques proteicos. Existieron condiciones ambientales para el desarrollo de estrés calórico leve y severo en los animales durante el 38 y 11% del tiempo, respectivamente. El alto porcentaje de restos secos y el bajo nivel de proteína del campo natural (6,7%) fueron limitantes para el crecimiento de los animales. La ganancia de peso (kg/a/día) fue mayor en los animales con sombra (0,779) o bloques proteicos (0,650) comparados con el grupo testigo (0,537). Cuando se suministró sombra y bloques proteicos en forma conjunta no existió respuesta significativa (0,529 kg/a/día). Comparado con el grupo testigo, el suministro de sombra disminuyó el tiempo de pastoreo en un 20% (114 min) mientras que la suplementación proteica lo incrementó un 8% (47 min). La utilización promedio de la sombra fue de 237 min/día. El consumo de bloques fue de 0,047 y 0,218 kg/a/día en los tratamientos sin y con sombra, respectivamente. El mayor consumo de bloques de los animales con sombra no se reflejó en un mejor desempeño productivo porque dichos animales redujeron significativamente el tiempo de pastoreo. Existió una mayor respuesta productiva al suministro de sombra comparado con el libre acceso a bloques proteicos.

**Palabras clave:** bovino, verano, sombra artificial, suplementación proteica.

## Abstract

**Rovira, P.J.; Velazco, J.I.: *Performance and behavior of steers on natural pastures with proteic supplementation and artificial shade during summer. Rev. vet. 22: 1, 32–37, 2011.***

Climatic and nutritional conditions can affect animal performance during summer. The objective of the study was to evaluate the effect of free access to shade and/or protein blocks on behavior and performance of yearling steers grazing natural pastures. Treatments were 1) control, 2) artificial shade (cloth), 3) protein block supplementation (28% crude protein), and 4) shade + protein blocks. According to the temperature–humidity index there were climatic conditions for mild and severe heat stress during 38 and 11% of the time, respectively. Crude protein of pasture was low (6.7%) and was associated with the high proportion of dry and dead fractions in forage species. Average daily gain (kg/a/day) was greater in animals with access to shade (0.779) or supplemented with protein blocks (0.650) than animals in the control group (0.537). When shade and protein blocks were offered together, daily gain was negatively affected (0.529 kg/a/day). Shade and protein blocks decreased diurnal grazing time in 20% (114 min) and increased 8% (47 min) compared to controls, respectively. Steers spent 237 min/day resting under the shade structure. Average intake of protein blocks was 0.047 and 0.218 kg/a/day in animals without and with shade, respectively. The greater intake of protein blocks of shaded animals did not reflect in greater average daily gain because they significantly reduced the grazing time. Based on these results shade availability was more important than protein block supplementation to increase animal productivity under range-land conditions.

**Key words:** cattle, summer, artificial shade, protein supplementation.

## INTRODUCCIÓN

Las condiciones climáticas durante el verano pueden afectar el desempeño productivo de bovinos en crecimiento en forma directa e indirecta. Las altas temperaturas, la humedad relativa y la radiación solar afectan directamente al animal a través del riesgo de desarrollo de estrés calórico lo que puede afectar el consumo de alimentos y el desempeño productivo<sup>15,18,29</sup>. En forma indirecta, las condiciones del verano pueden determinar una merma en la producción de forraje (asociado al nivel de precipitaciones) y/o un descenso en la calidad de las especies estivales que componen el tapiz todo lo cual compromete la respuesta animal.

Existen estrategias nutricionales y no nutricionales para mejorar el desempeño productivo de los bovinos en pastoreo durante el verano. La suplementación proteica es una estrategia nutricional que permite incrementar la oferta de proteína de la dieta en un momento del año donde la calidad del forraje es limitante<sup>9,13</sup>. Por otro lado, el suministro de sombra es una estrategia no nutricional que permite mejorar el confort de los animales durante las horas de más calor disminuyendo el riesgo de manifestación de estrés calórico y las pérdidas productivas asociadas<sup>17,19</sup>.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto, en forma individual y combinada, del suministro de sombra artificial y bloques proteicos en el crecimiento y conducta de novillos pastoreando campo natural en el verano en una región de clima templado.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló entre el 15 de diciembre de 2010 y el 9 de marzo de 2011 en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en la localidad de Treinta y Tres, región Este del Uruguay (latitud 33° 14' S, longitud: 54° 15' O). El diseño experimental consistió en bloques completamente al azar con cuatro tratamientos sin repeticiones. Treinta y dos novillos de 1½ años cruza Hereford x Aberdeen Angus (peso inicial  $\pm$  DE = 254  $\pm$  24 kg) fueron asignados al azar en cuatro tratamientos (8 novillos/tratamiento): 1) testigo, 2) acceso a sombra, 3) suplementación con bloques proteicos, 4) acceso a sombra + bloques proteicos. La dotación fue de 1,6 novillos/ha en sistema de pastoreo continuo. En los tratamientos con sombra se utilizó una malla artificial de 36 m<sup>2</sup> (4 m<sup>2</sup>/animal) con 80% de intersección de la radiación solar sostenida por 4 postes de madera a una distancia de 3,5 metros de la superficie del suelo. En los tratamientos con suplementación proteica, se utilizaron bloques de origen comercial (28% proteína cruda) administrados *ad-libitum*.

Los registros de temperatura del aire (°C) y humedad relativa ambiente (%) se obtuvieron cada 1 hora a través del uso de sensores externos automáticos (HOBO Pro Series Model) colocados al sol y debajo de la sombra. Se calculó el índice de temperatura y humedad (ITH) para caracterizar el estrés calórico de los

animales utilizando una ecuación clásica<sup>25</sup>:  $(0.8 \times T) + (HR/100) \times (T-14.4) + 46.4$ . La disponibilidad, altura y relación verde/seco del forraje en el campo natural se determinó cada 28 días. Las muestras de materia seca (general) y de las fracciones verde y seca al inicio y fin del experimento se enviaron al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA para determinación de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y cenizas (C).

Los animales se pesaron sin desbaste cada 21 días (0, 21, 42, 63 y 84 d) a primer hora de la mañana. La conducta animal se registró a través de la observación visual de 4 animales por tratamiento cada 15 minutos en 5 días de evaluación durante las horas luz (06.30–20.30 h). Las actividades registradas fueron: pastoreo, posición estática parada al sol o a la sombra, posición estática echada al sol o a la sombra, consumo de suplemento y las actividades de caminar y beber agua. Los bloques proteicos se pesaron semanalmente para obtener una estimación del consumo animal por día.

Las variables fueron sometidas a un análisis de varianza utilizando un diseño completamente al azar sin repeticiones. Se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.12 (SAS Institute, Cary, NC, USA). El forraje disponible (MS kg/ha) y la altura del tapiz (cm) se analizaron en forma independiente en cada fecha de muestreo y promediando sobre el periodo experimental, utilizando el comando PROC GLM. La ganancia diaria de peso individual (kg/a/día) fue estimada a través de la regresión lineal del peso vivo en el tiempo. El modelo estadístico en las variables de conducta animal (minutos) y evolución de peso vivo (kg) fue de medidas repetidas de covarianzas autoregresivas e incluyó los factores fijos del tratamiento y periodo de evaluación, y el efecto aleatorio del animal dentro de cada tratamiento utilizando el comando PROC MIXED. En todos los casos, las medias de los efectos fijos significativos ( $p < 0,05$ ) se separaron mediante el test de Tukey. Los resultados para cada variable se presentan como media aritmética ( $\bar{x}$ )  $\pm$  desvío estándar (DE).

## RESULTADOS

Durante el periodo experimental se registraron 10 días con precipitaciones totalizando 163 mm. La temperatura del aire y humedad relativa verificadas debajo de la sombra no fueron significativamente diferentes a las constatadas al sol ( $p > 0,05$ ) (Tabla 1). El valor medio del índice de temperatura y humedad (ITH) estuvo en el rango de “ausencia de estrés” de acuerdo a la clasificación utilizada para evaluar el riesgo ambiental de estrés calórico (ausencia de estrés  $ITH < 72$ ; estrés leve  $72 \leq ITH \leq 78$ ; estrés severo  $79 \leq ITH \leq 89$ ; estrés muy severo  $90 \leq ITH \leq 98$ ; riesgo de muerte  $ITH > 98$ )<sup>30</sup>. En los 84 días (2.016 horas) que se desarrolló el experimento los animales estuvieron expuestos a condiciones de estrés calórico ausente, leve y severo durante 51, 38 y 11% del tiempo, respectivamente. Las condiciones climáticas para estrés severo se registraron en 37 días en un

**Tabla 1.** Variables climáticas registradas del 15/12/10 al 09/03/11 ( $\bar{x} \pm DE$ ).

	sol	sombra
<b>temperatura del aire, °C</b>		
media	23,3 ± 5,6	23,3 ± 5,7
máxima	30,7 ± 3,0	31,5 ± 3,2
mínima	16,4 ± 3,4	16,5 ± 3,4
<b>humedad relativa, %</b>		
media	76 ± 25	75 ± 31
máxima	100 ± 6	100 ± 6
mínima	41 ± 13	32 ± 16
<b>índice temperatura y humedad</b>		
media	71 ± 7	70 ± 6
máxima	78 ± 3	77 ± 3
mínima	62 ± 6	62 ± 6

promedio de 5,8 horas/día, con un mínimo y máximo de 1 y 10 horas/día, respectivamente.

No existieron diferencias significativas en la disponibilidad de forraje del campo natural entre tratamientos ( $p > 0,05$ ). Medias y DE fueron, durante el periodo experimental, de  $2.424 \pm 967$  kgMS/ha con un mínimo de  $1.972 \pm 911$  y un máximo de  $2.658 \pm 1.132$  kgMS/ha en la primer y última fecha de muestreo, respectivamente. La altura del tapiz fue  $7,5 \pm 2,9$  cm con un máximo en la primera fecha de muestreo ( $8,7 \pm 3,7$  cm) y mínimo al finalizar el periodo experimental ( $5,6 \pm 2,1$  cm) acompañando la tendencia observada en la evolución de la disponibilidad de forraje. El máximo y mínimo aporte del forraje verde a la materia seca total ocurrieron en diciembre (44%) y marzo (27%), respectivamente. El aporte del forraje verde por superficie fue significativamente menor en el tratamiento de sombra + suplementación proteica:  $643 \pm 348$  comparado con  $867 \pm 435$  kgMS/ha para el promedio de los tres tratamientos restantes (Figura 1).

La calidad del forraje del campo natural se mantuvo baja a lo largo de todo el periodo experimental promediando sobre tratamientos (Figura 2). Las estadísticas descriptivas para los parámetros analizados fueron 6,7% (proteína cruda); 45,3% (fibra detergente ácido); 67,2% (fibra detergente neutra); y 11,8% (cenizas). Cuando se analizaron las fracciones verdes y secas por separado, la diferencia en calidad más significativa se registró en la proteína cruda que fue 8,6% y 5,4% en el forraje verde y seco, respectivamente, promediando sobre fecha de muestreo.

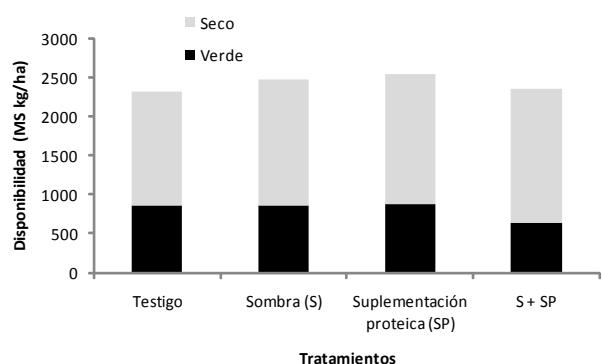
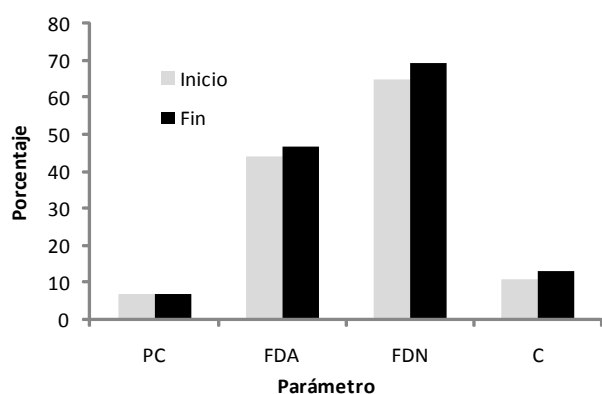
En el tratamiento con disponibilidad de sombra los animales consumieron significativamente más suplemento proteico que los animales sin acceso a sombra ( $218 \pm 105$  y  $47 \pm 18$  g/a/día, respectivamente). El peso vivo final de los animales en el tratamiento con sombra ( $326,7 \pm 23,5$  kg) fue mayor ( $p < 0,05$ ) que el peso vivo de los animales con sombra + suplementación proteica ( $302,0 \pm 19,6$  kg), y tendió a ser mayor ( $p = 0,06$ ) que el peso vivo final de los animales del grupo testigo ( $303,7 \pm 29,5$  kg) (Figura 3). La ganancia diaria de peso vivo

promedio (kg/a/día) fue 0,537 (testigo), 0,779 (sombra), 0,650 (suplementación proteica) y 0,529 (sombra + suplementación proteica).

La ganancia de peso de los animales en el tratamiento con sombra fue mayor ( $p < 0,05$ ) que la ganancia de peso de los animales en los tratamientos testigo y sombra + suplementación proteica.

La Tabla 2 resume los resultados obtenidos en conducta animal. Existió un efecto significativo del tratamiento en el tiempo de pastoreo diurno ( $p < 0,05$ ). Comparado con el grupo testigo, el suministro de sombra disminuyó el tiempo de pastoreo en un 20% (114 min) mientras que la suplementación proteica lo incrementó un 8% (47 min). Cuando se combinó la sombra con la suplementación proteica el tiempo de pastoreo disminuyó un 12% (66 min). Únicamente en el día de observación nublado y con precipitaciones no hubo diferencias significativas en el tiempo de pastoreo entre tratamientos ( $607 \pm 43$  min).

El pastoreo de la mañana fue el más intenso, ocupando un 84% del tiempo entre las 06:45 y 11:00 h promediando sobre tratamientos (Tabla 3). En dicho periodo el tiempo de pastoreo fue significativamente menor en el tratamiento con sombra ya que los animales cesaron más temprano el pastoreo (10:00 h) para ir a descansar a la estructura de sombra. En las horas de

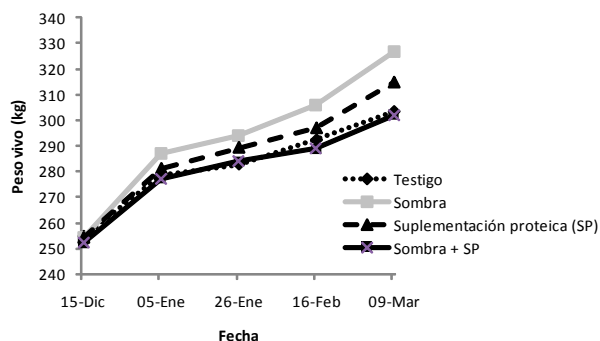
**Figura 1.** Forraje aportado por las fracciones verde y seca.**Figura 2.** Evolución de la proteína cruda (PC), fibras detergente ácido (FDA) y neutra (FDN) y cenizas (C) del campo natural al inicio (diciembre) y fin (marzo) del periodo experimental.

más calor (11:00–16:00 h) el tiempo de pastoreo fue mínimo en el tratamiento con sombra + suplementación proteica y máximo en el tratamiento con suplementación proteica, ocupando un 31 y 60% del tiempo evaluado, respectivamente. El pastoreo más homogéneo se registró a última hora de la tarde (16:00–19:45 h) en donde no se registraron diferencias significativas en el tiempo de pastoreo entre tratamientos.

## DISCUSIÓN

El ITH registrado durante el periodo experimental coincide con el reportado por otros investigadores, quienes realizaron una caracterización del ambiente térmico del verano en distintas regiones del Uruguay<sup>7</sup>. La temperatura del aire, humedad relativa y valor de ITH no fueron afectados por el suministro de sombra siendo el principal efecto de la sombra la reducción de la radiación solar<sup>11, 17, 23</sup>. Las precipitaciones registradas durante el periodo experimental estuvieron un 56% por debajo del promedio de la serie histórica 2000–2010 (376 mm), lo que afectó la producción de forraje del campo natural compuesto básicamente por especies estivales (*Paspalum* spp., *Axonopus* spp., *Cynodon dactylon*)<sup>1, 2</sup>. El bajo valor de proteína cruda del forraje ofrecido estuvo dentro de lo esperado (6–7%) ya que en verano la mayoría de las especies que componen el tapiz han florecido y se encuentran en diferentes grados de madurez<sup>3</sup>.

Ha sido demostrado por numerosos estudios que la suplementación proteica de rumiantes pastoreando forrajes de baja calidad es una estrategia nutricional que mejora el desempeño productivo de los animales<sup>9, 13</sup>. Entre las alternativas de suplementación, el uso de bloques proteicos se está difundiendo cada vez más entre los productores ganaderos ya que permite un consumo moderado del suplemento mejorando la ganancia de peso de los animales<sup>6, 22</sup>. En el presente experimento,



**Figura 3.** Evolución de peso vivo de los animales.

**Tabla 2.** Actividades (minutos,  $\bar{x} \pm DE$ ) registradas durante las horas luz del día (promedio de 5 días de observación).

	tratamiento			
	testigo	sombra	SP	sombra + SP
pastoreo	562 <sup>a</sup> ± 73	448 <sup>b</sup> ± 117	609 <sup>c</sup> ± 77	496 <sup>d</sup> ± 93
utilización sombra	–	238 <sup>a</sup> ± 136	–	235 <sup>a</sup> ± 129
parados	–	61 <sup>a</sup> ± 79	–	59 <sup>a</sup> ± 44
echados	–	178 <sup>a</sup> ± 101	–	176 <sup>a</sup> ± 94
posición estática al sol	233 <sup>a</sup> ± 60	106 <sup>b</sup> ± 102	190 <sup>c</sup> ± 51	54 <sup>d</sup> ± 79
parados	78 <sup>a</sup> ± 70	48 <sup>b</sup> ± 62	37 <sup>b</sup> ± 42	8 <sup>c</sup> ± 11
echados	155 <sup>a</sup> ± 39	58 <sup>b</sup> ± 80	153 <sup>a</sup> ± 53	46 <sup>b</sup> ± 78
camina	16 <sup>a</sup> ± 23	12 <sup>a</sup> ± 12	9 <sup>a</sup> ± 13	16 <sup>a</sup> ± 18
toma agua	7 <sup>a</sup> ± 14	13 <sup>a</sup> ± 15	10 <sup>a</sup> ± 13	10 <sup>a</sup> ± 11
lame bloque	–	–	1,5 <sup>a</sup> ± 5	7,5 <sup>a</sup> ± 10

SP: suplementación proteica. <sup>abcd</sup>Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 3.** Tiempo de pastoreo (minutos,  $\bar{x} \pm DE$ ) registrado en tres periodos del día (promedio de 5 días de observación).

periodo, h	tratamiento			
	testigo	sombra	SP	sombra + SP
06:45–11:00	220 <sup>a</sup> ± 29	163 <sup>b</sup> ± 63	237 <sup>a</sup> ± 23	235 <sup>a</sup> ± 24
11:00–16:00	151 <sup>ab</sup> ± 48	121 <sup>cb</sup> ± 35	181 <sup>a</sup> ± 47	92 <sup>c</sup> ± 35
16:00–19:45	191 <sup>a</sup> ± 39	163 <sup>a</sup> ± 65	191 <sup>a</sup> ± 73	166 <sup>a</sup> ± 63

SP: suplemento proteico. <sup>abc</sup>Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

la respuesta positiva en ganancia de peso a la suplementación con bloques proteicos comparada con el grupo testigo (+21%) debería atribuirse a la mejoría de la actividad microbiana y digestión de la fibra a nivel ruminal que se obtiene al incrementar la oferta de proteína sobre pasturas de baja calidad en donde la deficiencia de amonio en el rumen es la principal limitante<sup>12, 22</sup>.

En una experiencia realizada en Argentina la provisión estratégica de sombra en pastoreo tuvo un impacto similar a la suplementación con granos en la mejoría de la producción animal en verano<sup>10</sup>. De acuerdo a la caracterización del ITH, en el periodo experimental existieron condiciones de estrés calórico severo aunque no ocurrieron en forma continua. Probablemente la incidencia del clima en los animales haya sido mayor debido a las limitantes del ITH como indicador de estrés calórico<sup>8</sup>. Si bien en dichas condiciones se justificaría la inclusión de sombra en los sistemas de producción animal, existe la creencia a nivel de productores que el ganado con disponibilidad de sombra prefiere descansar debajo de la misma en lugar de pastorear, lo que afectaría negativamente el desempeño productivo.

En efecto, en el presente experimento el tiempo de pastoreo fue mínimo en el tratamiento con sombra debido a que los animales prefirieron protegerse de la radiación solar durante las horas de más calor. Es una estrategia para disminuir el riesgo de estrés calórico en forma directa, a través de la reducción de la radiación incidente, e indirecta a través de la menor producción de calor metabólico asociado al consumo y digestión

de alimentos. A pesar del menor tiempo de pastoreo en el tratamiento con sombra, dichos animales registraron la ganancia de peso más alta durante el periodo experimental debido a la reducción de los requerimientos de mantenimiento para mantener la temperatura corporal estable. En un trabajo previo realizado en el mismo ambiente<sup>23</sup>, novillos sin acceso a sombra redujeron significativamente la tasa respiratoria como mecanismo de disipación del calor lo que implica mayor gasto de energía para el mantenimiento de la homeostasis<sup>28</sup>. Adicionalmente, es conocido que la disminución en el consumo durante las horas de más calor puede ser compensada por un mayor pastoreo nocturno<sup>14, 16</sup>, variable que no fue registrada en el presente experimento, pero que también puede explicar la superioridad productiva de los animales en el tratamiento con sombra.

El tiempo total de permanencia en la sombra durante las horas luz (236 min, 20% del tiempo total) estuvo por encima del reportado en otros experimentos en similares condiciones de pastoreo<sup>26</sup> y fue dependiente de las condiciones climáticas<sup>27</sup>. En el día nublado y más fresco en el cual se observó a los animales (temperatura máxima 22,6°C) no se registró en ningún momento la utilización de la sombra. Debajo de la sombra los animales prefirieron estar echados a diferencia de lo observado en otros ensayos<sup>16, 26</sup> donde los animales estuvieron más tiempo parados, estando la postura asociada al incremento de la superficie del cuerpo en contacto con el aire para regular la temperatura corporal<sup>16, 24</sup>.

Con respecto a las otras actividades observadas, el tiempo dedicado a caminar, beber agua y/o consumir el suplemento proteico, deben tomarse con precaución debido a que a que son actividades que insumen poco tiempo y el intervalo fijado de observación de los animales (15 min) puede tender a subestimar su incidencia real<sup>20</sup>.

Analizados en forma individual, el efecto de la sombra fue más significativo que el efecto de la suplementación proteica medido en la ganancia de peso vivo de los animales comparados con los testigos. Una hipótesis es que el incremento del consumo de fibra asociado a la suplementación proteica sobre forrajes de baja calidad<sup>5, 21</sup>, y que fue demostrado en el presente experimento a través de un mayor tiempo de pastoreo en el tratamiento con bloques proteicos, haya producido un incremento del calor metabólico y de los requerimientos de mantenimiento<sup>10</sup>. Cuando ambos factores, la sombra y la suplementación proteica, se evaluaron en forma conjunta en un mismo tratamiento existió una interacción negativa que afectó la ganancia de peso y la conducta de los animales.

El consumo de bloques fue mayor en los animales con acceso a sombra comparado con aquellos sin sombra debido a que el forraje presentó una menor disponibilidad de la fracción verde en el tratamiento sombra + suplementación, lo que puede haber estimulado el consumo de bloques con el objetivo de incrementar el consumo de proteína. Los factores relacionados con la disponibilidad y calidad del forraje fueron señalados

como modificadores del consumo de bloques proteicos, aseverándose que el consumo de los mismos aumenta a medida que disminuye la calidad del forraje<sup>4</sup>. Sin embargo, el mayor consumo de bloques en el tratamiento con sombra + suplementación no se reflejó en una mayor ganancia de peso comparado con el tratamiento de sólo suplementación debido a la disminución del tiempo de pastoreo y la menor disponibilidad de forraje verde en dicho tratamiento.

En conclusión, bajo las condiciones que se realizó el presente experimento, el suministro de sombra fue la estrategia que redundó en un mejor desempeño productivo de los animales durante el verano. Es necesario generar mayor información científica relacionada a la interacción entre el consumo de bloques proteicos y factores nutricionales (cantidad y calidad de pasturas) y no-nutricionales (disponibilidad de sombra) en condiciones pastoriles durante el verano.

## REFERENCIAS

1. **Ayala W, Carriquiry E, Carámbula M.** 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la Región Este. En: Campo natural; estrategia invernal, manejo y suplementación. *Boletín Serie Técnica INIA (Treinta y Tres, Uruguay)*, p.1–28.
2. **Ayala W, Bermúdez R, Carámbula M, Riso D, Terra J.** 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de lomadas del Este. En: Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. *Bolet Divulg INIA (Tacuarembó, Uruguay)* 76: 69–108.
3. **Berreta E.** 1996. Campo natural: valor nutritivo y manejo. En: Producción y manejo de pasturas. *Serie Técnica 80, INIA Tacuarembó (Uruguay)*, p.113–127.
4. **Birbe B, Herrera P, Colmenares O, Martínez N.** 2006. El consumo como variable en el uso de bloques multinutricionales. *Anales X Semin Pastos & Forrajes*, Univ Zulia (Maracaibo, Venezuela), p. 43–61.
5. **Bohnert DW, Del Curto T, Clark AA, Merrill ML, Falck SJ, Harmon DL.** 2007. Protein supplementation of ruminants consuming low-quality cool-or warm-season forage: differences in intake and digestibility. *Proceed West Section Am Soc Anim Sci* 58: 217–220.
6. **Cabrera A, Elorza P, Rentaría I.** 2005. Efecto de tres suplementos proteicos sobre la ganancia de peso en becerros cebú/suizo que pastan en Zacate Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). *Rev Científ UDO Agríc (Venezuela)* 5: 103–106.
7. **Cruz G, Saravia C.** 2008. Un índice de temperatura y humedad del aire para regionalizar la producción lechera en Uruguay. *Agrociencia* 12: 56–60.
8. **Davis S, Mader T.** 2003. Adjustments for wind speed and solar radiation to the temperature-humidity index. *Nebraska Beef Cattle Rep* 80–A: 49–51.
9. **Del Curto T, Cochran RC, Corah LR, Beharka AA, Vanzant ES, Johnson DE.** 1990. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: II. Performance and forage utilization characteristics in grazing beef cattle receiving

- supplements of different protein concentrations. *J Anim Sci* 68: 532–542.
10. **Gallardo MR, Valtorta SE.** 2007. Manejo nutricional y ambiental para el verano. *Rev Idia XXI* (Argentina) 9: 47–51.
  11. **Gaughan JB, Tait LA, Eigenberg R, Bryden WL.** 2004. Effect of shade on respiration rate and rectal temperature of Angus heifers. *Proceed 25<sup>th</sup> Biennial Conf Austr Soc Anim Prod* (Victoria, Australia), p. 69–72.
  12. **Hennessy DW, Williamson PJ.** 1988. A comparison of cottonseed and formaldehyde-treated sunflower meal on the production of *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle on a subtropical pasture hay. *Asian–Australasian J Anim Sci* 1: 107–114.
  13. **Hersom MJ.** 2008. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in forage-fed ruminants. *J Anim Sci* 86: E306–E317.
  14. **Igono MO, Johnson HD, Steevens BJ, Krause G, Shanklin MD.** 1987. Physiological, productive and economic benefits of shade, spray, and fan system versus shade for Holstein cows during summer heat. *J Dairy Sci* 70: 1069–1079.
  15. **Jahn E, Arredondo S, Bonilla W, Del Pozo A.** 2002. Efecto de la temperatura y la suplementación energética sobre la producción de leche en vacas lecheras a pastoreo. *Agricultura Técnica* (Chile) 62: 245–254.
  16. **Kendall PE, Nielsen PP, Webster JR, Verkerk GA, Littlejohn RP, Matthews LR.** 2006. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Sci* 103: 148–157.
  17. **Mader TL, Dahlquist JM, Hahn GL, Gaughan JB.** 1999. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *J Anim Sci* 77: 2065–2072.
  18. **Mader TL, Holt SM, Hahn GL, Davis MS, Spiers DE.** 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. *J Anim Sci* 80: 2373–2382.
  19. **Mitlöhner FM, Morrow JL, Dailey JW, Wilson SC, Galyean ML, Miller MF, McGlone JJ.** 2001. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *J Anim Sci* 79: 2327–2335.
  20. **Mitlöhner FM, Morrow JL, Wilson SC, Dailey JW, Galyean ML, McGlone JJ.** 2001. Behavioral sampling techniques for feedlot cattle. *J Anim Sci* 79: 1189–1193.
  21. **McCollum ET, Galyean ML.** 1985. Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. *J Anim Sci* 60: 570.
  22. **Phillips WA, Horn GW.** 1998. Supplement intake and performance of steers fed compressed blocks or liquid protein supplements on Bermuda grass pastures. *The Professional Animal Scientist* 14: 36–43.
  23. **Rovira P, Velazco J.** 2010. The effect of artificial or natural shade on respiration rate, behaviour and performance of grazing steers. *New Zeal J Agric Res* 53: 347–353.
  24. **Schütz KE, Rogers AR, Cox NR, Tucker CB.** 2009. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behaviour, and body temperature. *Appl Anim Behav Sci* 116: 28–34.
  25. **Thorn EC.** 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12: 57–59.
  26. **Tucker CB, Rogers AR, Schütz KE.** 2008. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Appl Anim Behav Sci* 109: 141–154.
  27. **Vandenheede M, Nicks B, Shehi R, Canart B, Dufrasne I, Biston R, Lecomte P.** 1995. Use of shelter by grazing fattening bulls: effect of climatic factors. *Anim Sci* 60: 81–85.
  28. **West JW.** 1994. Interactions of energy and bovine somatotropine with heat stress. *J Dairy Sci* 77: 2091–2102.
  29. **West JW.** 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci* 86: 2131–2144.
  30. **Wiersama F.** 2005. Appendix I: temperature–humidity index. In: *Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics* (Moran J Ed.), Landlinks Press, Collingwood (Australia), 275 p.