

EFECTO DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN DE UNA MEZCLA DE GRANO HÚMEDO DE SORGO Y NÚCLEO PROTEICO EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE TERNEROS SOBRE CAMPO NATURAL

P. Rovira¹
J. Echeverría²

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del nivel de suplementación de una mezcla de grano húmedo de sorgo (GHS) y un núcleo proteico (NP, 60,9% proteína) en el desempeño productivo de terneros sobre campo natural. Los tratamientos fueron: **T1**) Testigo, **T2**) suplementación al 1% del peso vivo (PV) con GHS, **T3**) suplementación al 1% del PV con GHS + NP, **T4**) suplementación al 1,5% del PV con GHS + NP. La mezcla GHS + NP fue 86,5% y 13,5%, respectivamente, correspondiendo a una concentración de proteína de 15% en la mezcla ofrecida diariamente. La disponibilidad de forraje (media \pm d.e.) fue 1735 \pm 184 kg MS/ha (58% restos secos) con una altura del tapiz de 5,3 \pm 0,7 cm y una concentración de proteína de 9%. Los animales suplementados con GHS+NP al 1,5% del peso vivo (T4) registraron un peso vivo final (241 kg) significativamente mayor ($P < 0,05$) que aquellos animales en los grupos testigo y sólo sorgo (179 kg). Los animales del tratamiento T3 presentaron un peso vivo final intermedio (220 kg). La misma tendencia se registró en la ganancia media de peso durante los 84 días del experimento, correspondiendo valores de -0,093 (T1); 0,066 (T2); 0,354 (T3) y 0,632 (T4) kg/a/día. La adición del núcleo proteico mejoró la eficiencia de conversión del suplemento (kg de suplemento necesarios para ganar 1 kg de peso vivo adicional con respecto al grupo testigo, expresado en base seca), la cual pasó de 10,7:1 kg (T2) a 4,3:1 kg (T3) y 4,1:1 kg (T4). El incremento del nivel de suplementación no afectó la salud de los animales (ej. acidosis) medido a través de la consistencia de la bosta. La suplementación al 1,5% del peso vivo de una mezcla de sorgo grano húmedo y núcleo proteico suministrado una vez al día mejoró significativamente el desempeño productivo de terneros sobre campo natural comparado con un nivel de suplementación al 1% del peso vivo.

Palabras claves: terneros, suplementación, sorgo, proteína, campo natural

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of the level of supplementation of a mixture composed by high moisture sorghum grain (HMSG) and a protein supplement (PS, 60.9% protein) on performance of weaning calves grazing low-quality native pastures during winter. There was one control group of animals without supplement (**T1**) and then 3 groups of animals daily supplemented with either 100% HMSG at a level of 1.0% of the body weight (BW) (**T2**); 86.5% HMSG + 13.5% PS at 1% of BW (**T3**); or 86.5% HMSG + 13.5% PS at 1.5% of BW (**T4**). Sward height and average pasture allowance was 5.3 \pm 0.7 cm and 1735 \pm 184 kg DM/ha, respectively, being 58% of that value supplied by dead and dry forage. Average crude protein (CP) of forage was 9.0% while the different combinations of supplements had a CP concentration of % 7.7 (T2); 14.6% (T3); 15.1% (T4). At the end of the 84 d of the experiment calves supplemented at the higher level of supplementation with the mixture HMSG + PS (T4) had a greater ($P < 0.05$) body weight (241 kg) than animals in T1 and T2 (179 kg). Animals in T3 showed an intermediate final BW (220 kg). The same tendency was registered for average daily gain corresponding values of -0.093 (T1); 0.066 (T2); 0.354 (T3) and 0.632 (T4) kg/a/day. Feed efficiency, expressed as the kg of supplement required to gain 1 kg additional compared with the

¹INIA Treinta y Tres.

²INIA Treinta y Tres.

performance of the control group (T1), improved in animals supplemented with higher levels of protein (4.3 and 4.1 for T3 and T4, respectively) compared with animals in T2 (10.7:1). The increase in the level of daily supplementation did not affect animal health (i.e. acidosis) measured by the type and consistency of feces. Daily supplementation with a mixture of HMSG and PS at 1.5% of body weight improved performance and feed efficiency of calves grazing low quality pastures compared with lower levels of supplementation (1% BW).

Key words: steers, supplementation, sorghum, urea

INTRODUCCIÓN

La cantidad y calidad del forraje de campo natural durante el invierno determina que las categorías de recría vacuna pierdan peso en dicha estación del año. Trabajos en esta misma publicación demuestran que el agregado de fuentes proteicas al grano húmedo de sorgo a un nivel de suplementación de 1% del peso vivo permite evitar la pérdida de peso vivo y lograr ganancias de peso moderadas (0,300-0,400 kg/a/d). Para lograr tasas de crecimiento superiores una alternativa es incrementar el nivel de suplementación. Sin embargo, niveles de suplementación con granos energéticos superior al 1% del peso vivo (en un único suministro diario) pueden afectar la respuesta a la suplementación debido a un descenso del consumo y digestibilidad del forraje (Horn y McCollum, 1987; Pordomingo *et al.*, 1991; Lomas *et al.*, 2009), además de incrementar el riesgo de acidosis ruminal. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta productiva de terneros al agregado de una fuente de proteína al grano húmedo de sorgo a distintos niveles de suplementación (1 vs 1,5% PV) en un único suministro diario sobre campo natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo sobre 20 ha de campo natural de la Unidad Alférez pertenecientes al Módulo de Invernada de Bovinos para Carne en la «Unidad Experimental Palo a Pique» (UEPP) de INIA Treinta y Tres. La etapa de aplicación de los tratamientos de suplementación se extendió del 10 de julio al 2 de octubre de 2013 (84 días). Luego, entre octubre y diciembre de 2013 los animales se manejaron en forma conjunta en pastoreo para evaluar efectos residuales de los tratamientos.

Se utilizaron 40 terneros de 9 meses de edad cruce Hereford x Aberdeen Angus provenientes del Módulo de Cría de la UEPP distribuidos al azar en 4 tratamientos (10 terneros/tratamiento) en un diseño completamente al azar con 2 repeticiones (5 terneros/repetición). Cada grupo de animales dispuso de acceso *ad-libitum* a bebederos para consumo de agua. Los tratamientos se observan en el Cuadro 1.

La suplementación se realizó de lunes a sábado a primera hora de la mañana. Se utilizó sorgo grano húmedo (34% humedad) cosechado y embolsado en condiciones de anaerobiosis hasta el inicio de la suplementación. Al inicio del experimento los anima-

Cuadro 1. Tratamientos experimentales

Suplemento	Abreviación	Nivel de suplementación (% PV, base seca)
Ninguno (Testigo)	T	-
Sorgo	S1%	1,0
85% sorgo + 15% núcleo proteico	SN1%	1,0
85% sorgo + 15% núcleo proteico	SN1,5%	1,5

Cuadro 2. Análisis (media \pm desvío estándar) de los suplementos (Laboratorio Nutrición Animal – INIA La Estanzuela)

	Parámetro					
	MS (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	C (%)	EM (Mcal/kg)
Sorgo	65,7 \pm 0,3	7,7 \pm 0,2	8,1 \pm 0,2	10,4 \pm 0,3	2,2 \pm 0,1	2,81 \pm 0,00
Núcleo proteico	83,8 \pm 0,1	60,9 \pm 0,3	18,5 \pm 1,2	27,2 \pm 0,8	25,4 \pm 0,1	2,61 \pm 0,02

MS: Madera Seca; PC: Proteína Cruda; FDA: Fibra Detergente Ácido; FDN: Fibra Detergente Neutro; C: Cenizas; EM: Energía Metabolizable.

les ya sabían comer sorgo (periodo de acostumbramiento no incluido en el periodo experimental). Al inicio del experimento se realizó un periodo de 14 días de acostumbramiento al núcleo proteico el cual contenía 10% de urea en su composición. El agregado del núcleo se realizaba el día del suministro a los animales en el comedero. La composición nutricional de los suplementos se observa en el Cuadro 2.

Los animales se dosificaron (Ricovert) previo al comienzo del periodo experimental en función de análisis coprológico. A la mitad del periodo experimental se muestreó el 50% de los animales en cada tratamiento y se determinó redosificar según resultado de análisis coprológico.

Se registró la disponibilidad, altura y relación verde/seco del campo natural al inicio, mitad y fin del experimento (0, 42 y 84 días). El valor nutritivo del forraje se determinó al inicio y fin del experimento incluyendo los parámetros proteína cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutra (FDN). El peso vivo lleno de los animales se registró cada 21 días (0, 21, 42, 63

y 84 días) estimando la ganancia de peso diaria en el periodo a través de la ecuación de regresión de peso vivo en el tiempo.

Para evaluar la posible manifestación de acidosis o disturbios ruminales en tres momentos durante el desarrollo de trabajo se observó la frecuencia del tipo y consistencia de la bosta fresca seleccionando 10 deyecciones por tratamiento en cada fecha (Cuadro 3). Adicionalmente, se cuantificó la presencia de grano en la bosta de forma subjetiva en las categorías «nada», «poco» y «mucho».

Las variables de pasturas y producción animal fueron sometidas a análisis de varianza considerando el efecto principal del tratamiento utilizando el comando PROC GLM del paquete estadístico SAS versión 9.12 (SAS Institute, Cary, NC, USA). La unidad experimental fue el grupo de cinco animales en cada repetición. Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante el test de Tukey cuando el valor de *F* fue significativo ($P < 0,05$). La frecuencia del tipo de bosta se analizó mediante la técnica de Chi-cuadrado.

Cuadro 3. Clasificación visual de las bostas según forma y consistencia

Consistencia	Descripción
Dura	Se deponen en forma piramidal, muy secas, sin olor intenso, se observan partículas de fibra gruesa.
Firme	Deposiciones redondeadas en sus bordes, con una leve depresión en el centro.
Blanda	Acuosas y de olor intenso. Forma aplanada y expandida en una unidad, al deponerse «salpica» bastante.
Líquida	Totalmente planas y acuosas, diarreicas («chorros»), se visualiza entrecortada en el suelo en secciones muy extendidas.
Líquida - Acidosis	Similar a la anterior pero de color más claro y brillante, grisácea, con presencia de burbujas (gases) y/o rastros de sangre o mucus intestinal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pasturas

Debido a que no existieron diferencias significativas ($P>0,05$) en las características de la base forrajera (disponibilidad de forraje total, disponibilidad de forraje verde y altura del tapiz) la información se presenta promediada sobre los tratamientos. La disponibilidad de forraje total promedio (\pm desvío estándar) a lo largo del periodo experimental fue 1735 ± 184 kg MS/ha correspondiendo un 42% a forraje verde y el restante 58% a restos secos. La altura promedio del tapiz fue $5,3\pm 0,7$ cm, la cual tendió a disminuir de 5,9 cm (inicio) a 4,8 cm (final) (Figura 1). En el mismo periodo la disponibilidad de forraje total se mantuvo en el rango de 1500 a 1900 kg MS/ha siendo la proporción de forraje verde 50, 30 y 48%, al inicio, mitad y fin del experimento, respectivamente. Esto indica que la mayor disponibilidad de forraje que se observó en la mitad del experimento (Figura 1) fue debido a un incremento de la proporción de restos secos con un mayor porcentaje de materia seca comparado con la fracción verde.

La información de la calidad del forraje se presenta promediada sobre tratamientos ya que no hubo diferencias significativas

($P>0,05$) (Figura 2). El parámetro que más varió del inicio al fin del experimento fue la proteína cruda que se incrementó un 28% en términos relativos (de 7,9% a 10,1%). Si bien la proporción de forraje verde al inicio y fin del experimento fue prácticamente la misma (50 y 48%, respectivamente), la concentración de proteína en el forraje verde varió de 9,8% (inicio) a 13,4% (final) lo que explicó el incremento de proteína en el forraje hacia el fin del periodo experimental. Dicha variación probablemente estuvo explicada por una mayor proporción de forraje más tierno hacia fines de setiembre, asociado al rebrote primaveral del campo, con mayores niveles de proteína comparado con el forraje verde al inicio del trabajo, que básicamente estaba compuesto por especies que se mantenían verdes pero en estado avanzado de madurez (Figura 3).

Suplementación y respuesta animal

El aporte del núcleo proteico en la mezcla con el grano de sorgo fue entre 13 y 14% expresado en base seca (Cuadro 4). En función de dicha proporción, y de acuerdo al valor nutritivo de los suplementos observado en el Cuadro 1, el nivel de proteína en el suplemento entregado diariamente fue 7,7% (S);

72

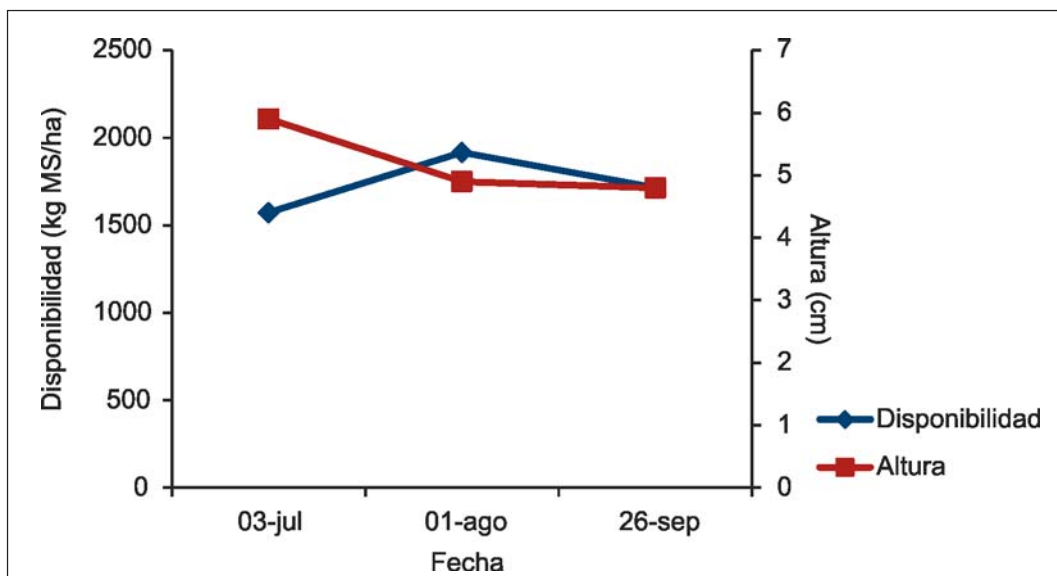


Figura 1. Evolución del forraje disponible y la altura del tapiz.

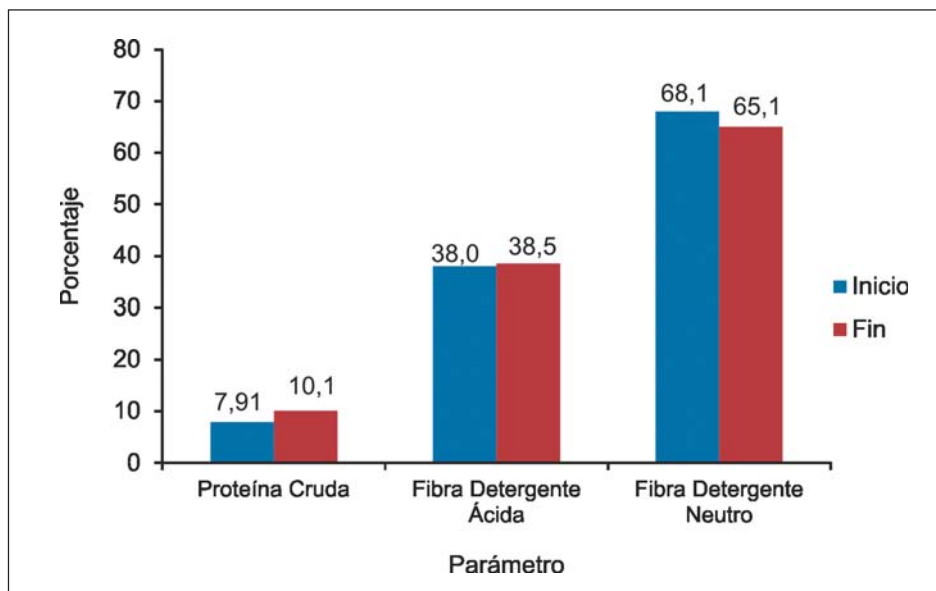


Figura 2. Evolución de la calidad del forraje del campo natural.

Figura 3. Observación del rebrote del campo natural (verde) hacia finales del mes de agosto.



Cuadro 4. Composición (kg MS/a/día) del suplemento ofrecido a los animales (entre paréntesis aporte porcentual de cada suplemento)

Suplemento	Tratamiento			
	T	S1%	SN1%	SN1,5%
Sorgo	-	1,70 (100)	1,95 (87)	2,97 (86)
Núcleo proteico	-	-	0,29 (13)	0,49 (14)
Total	-	1,70 (100)	2,24 (100)	3,46 (100)

T: Testigo; S1%: Sorgo; SN1%: Sorgo + Núcleo proteico al 1% del peso vivo; SN1,5%: Sorgo + Núcleo proteico al 1,5% del peso vivo.

14,6% (SN1%) y 15,1% (SN1,5%). La inclusión del núcleo proteico prácticamente duplicó la concentración de proteína original en el grano húmedo de sorgo mejorando no sólo la oferta total de proteína del suplemento sino también la relación energía-proteína.

Los animales suplementados con grano húmedo de sorgo + núcleo proteico al 1,5% del peso vivo registraron un peso vivo final

(241 kg) significativamente mayor ($P < 0,05$) que aquellos animales en los grupos testigo y sólo sorgo (178,8 kg) (Figura 4). Los animales del tratamiento SN1% presentaron un peso vivo final intermedio (220 kg). La misma tendencia se registró en la ganancia media de peso durante los 84 días del experimento, correspondiendo valores de -0,093 (T); 0,066 (S); 0,354 (SN1%) y 0,632 (SN1,5%) kg/a/día (Figura 5). Existieron dos

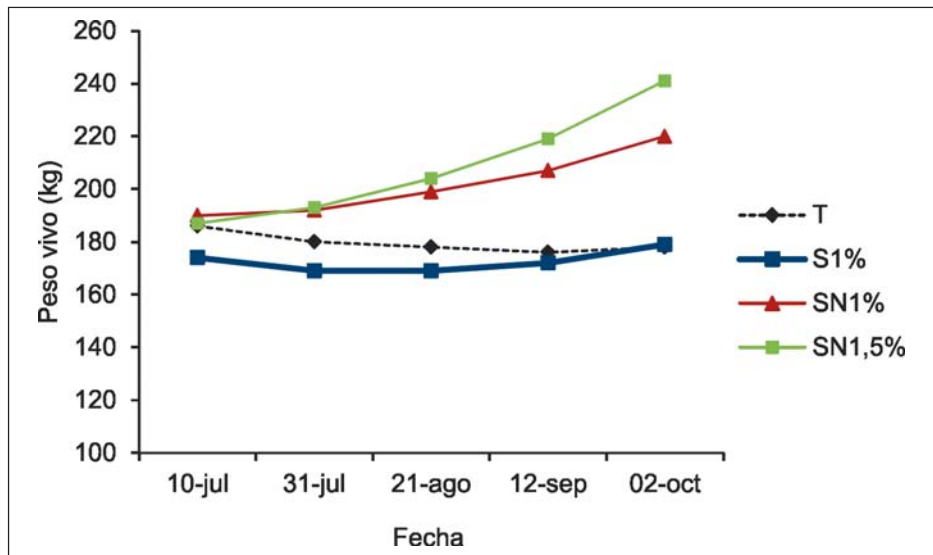


Figura 4. Evolución de peso vivo de los animales. T: Testigo; S1%: Sorgo; SN1%: Sorgo + Núcleo proteico al 1% del peso vivo; SN1,5%: Sorgo + Núcleo proteico al 1,5% del peso vivo.

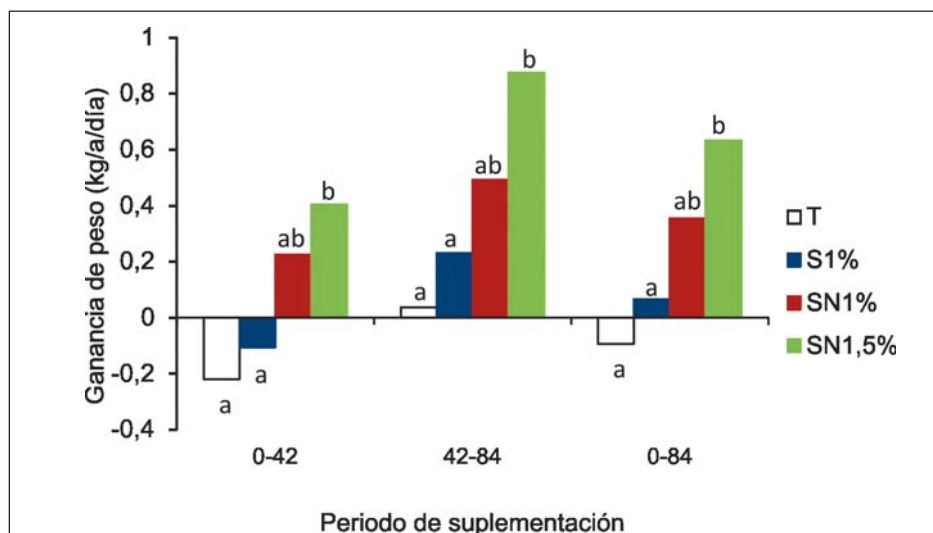


Figura 5. Ganancia de peso según periodo de suplementación: 10 de julio – 21 de agosto (0-42 d); 21 de agosto – 2 de octubre (42-84 d) y 10 de julio – 2 de octubre (0-84 d). T: Testigo; S: Sorgo; SN1%: Sorgo + Núcleo proteico al 1% del peso vivo; SN1,5%: Sorgo + Núcleo proteico al 1,5% del peso vivo.

periodos bien diferenciados, en donde en la primera mitad del experimento (0-42 d) los animales en los grupos testigo y suplementados sólo con sorgo perdieron peso.

La baja respuesta a la suplementación únicamente con sorgo coincide con otros trabajos que demuestran que el consumo de forraje y la digestibilidad disminuyen cuando se utiliza un grano con alto contenido de almidón y bajo nivel de proteína (ej. maíz, sorgo) como suplemento a bovinos pastoreando forrajes de mala calidad deficientes en proteína (Horn y McCollum, 1987; Bowman y Sanson, 1996; Caton y Dhuyvetter, 1997). Dicho descenso en el consumo y digestibilidad del forraje trae como consecuencia un consumo de energía por debajo de lo esperado al implementar la suplementación (Chase y Hibberd, 1987). Otra tendencia registrada, y que coincide con otros trabajos en esta misma publicación, es que durante los primeros dos tercios del periodo de suplementación los terneros suplementados con sorgo prácticamente mantienen peso. Recién en el último tercio de la suplementación se registraron leves ganancias de peso.

Cuando se suplementa con granos como el maíz o sorgo, ha sido demostrado que la adición de proteína mejora la utilización de

pasturas de baja calidad e incrementa el consumo global de energía de la dieta (Olson *et al.*, 1999; Bodine *et al.*, 2000; 2001). La suplementación proteica no sólo puede mejorar la utilización de nutrientes sino también incrementar el consumo de forraje y la digestibilidad (Caton *et al.*, 1988; DelCurto, 1990; Sanson *et al.*, 1990).

La adición del núcleo proteico mejoró sensiblemente la eficiencia de conversión del sorgo (kg de suplemento necesarios para ganar 1 kg de peso vivo adicional con respecto al grupo testigo, expresado en base seca), la cual pasó de 10,7:1 kg (S) a 4,3:1 kg (SN1%) y 4,1:1 kg (SN1,5%). Eficiencias de conversión cercanas a 3:1 generalmente son sintomáticas de deficiencias de nitrógeno (McCollum y Horn, 1990) e indican una respuesta asociativa positiva (energía – proteína). En el otro extremo, eficiencias de conversión superiores a 8:1 son típicas en casos de suplementación energética cuando ocurre sustitución o una utilización ineficiente de los nutrientes del suplemento pudiendo ocurrir una interacción asociativa negativa (Bodine y Purvis, 2003). En el presente experimento, la respuesta en ganancia diaria de peso y eficiencia de conversión son indicativas de una situación de deficien-



La suplementación al 1,5% del peso vivo en un único suministro diario de una mezcla grano húmedo de sorgo + núcleo proteico mejoró el desempeño de terneros sobre campo natural sin ocasionar disturbios ruminales.

cia en los animales tanto en proteína como en energía, ocurriendo la mejor respuesta biológica cuando ambos nutrientes fueron ajustados en el suplemento.

Consistencia de heces

Existió un efecto significativo ($P < 0,05$) de los tratamientos en la consistencia y contenido de grano en las bostas (Figura 6). La inclusión del núcleo proteico incrementó la proporción de bostas con consistencia «firme» y también produjo un incremento del nivel de grano observado en la bosta. En ningún caso se observaron bostas con consistencia blanda o líquida que pueden ser un indicador de acidosis o ineficiente utilización de la proteína. El incremento del nivel de suplementación de 1 al 1,5% del peso vivo no produjo cambios significativos en la bosta. Consistencias blandas o líquidas pueden ser atribuidas a un consumo excesivo de proteína y/o a altos niveles de proteína degradable en el rumen debido a un incremento del consumo de agua para eliminar el exceso de nitrógeno a través de la orina. Adicionalmente, un incremento de la fermentación de carbohidratos en el tracto gastrointestinal con el consecuente incremento de la producción de ácidos puede causar diarrea en los animales (Mgbeahuruike, 2007).

La ausencia de síntomas clínicos de acidosis a niveles de suplementación de 1,5% del peso vivo, y la buena respuesta animal y eficiencia de conversión en este tratamiento, permiten concluir que es posible sumi-

nistrar dicho nivel de suplemento una sola vez al día (ej. en la mañana) sin comprometer la productividad del animal. Aunque pasa a ser más importante el control de los aspectos prácticos de la suplementación a nivel grupal, como que todos los animales efectivamente coman suplemento y lo hagan al mismo tiempo, evitando casos de dominancia. Las características del almidón del grano de sorgo, de menor velocidad de digestión y con menor degradabilidad a nivel ruminal comparado con otros granos, pueden haber ayudado a que no se manifestaran síntomas clínicos de acidosis.

Resultado económico

Desde el punto de vista del análisis económico de la suplementación, y tomando como referencia precios reales del ternero y de los suplementos durante la realización del experimento, los tratamientos que incluyeron el núcleo proteico fueron los que obtuvieron márgenes positivos (Cuadro 5). Si bien la adición del núcleo proteico incrementó el costo de la suplementación debido a su elevado precio (650 U\$/ton), dicho incremento se compensó con una mejora significativa del desempeño productivo de los terneros y por lo tanto de una mayor valorización de los kg producidos. El nivel de suplementación 1,5% del peso vivo fue el tratamiento de mejor margen bruto, incluso si se asumiera un precio del kg de ternero sensiblemente inferior comparado con el tratamiento de 1% (debido a una desvalorización del kg de ternero al incrementar el peso vivo).

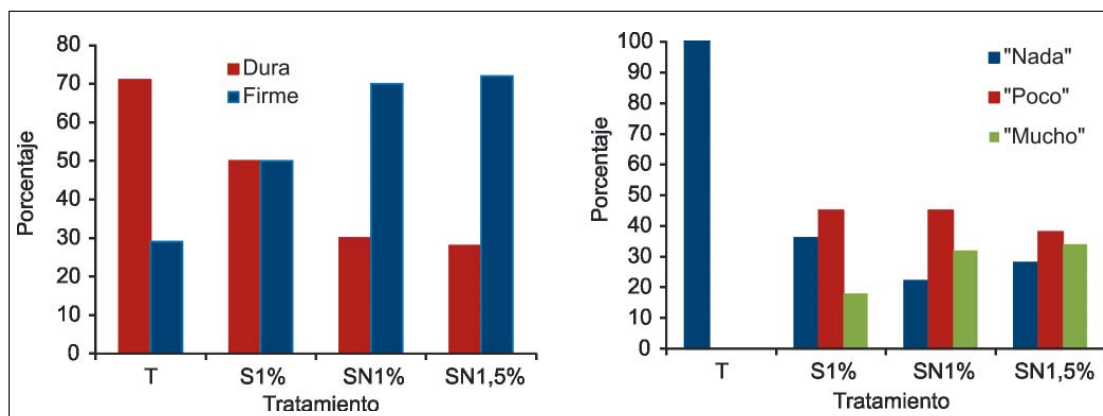


Figura 6. Clasificación del tipo de bosta según consistencia y contenido visual de grano.

Cuadro 5. Análisis económico de la suplementación (Precios de referencia setiembre 2013)

	Tratamiento ¹			
	T	S1%	SN1%	SN1,5%
Precio del suplemento ² (U\$S/ton)	-	180	246	246
Costo diario suplementación ³ (U\$S/a)	-	0,31	0,55	0,85
Costo suplementación en 84 días (U\$S/a)	-	26	46	71
Peso vivo agregado en 84 días ⁴ (kg/a)	-8	13	38	62
Valorización kg producidos (U\$S/a) ⁵	-18	30	87	142
Margen Bruto (U\$S/a) ⁶	-18	4	41	71

¹T: Testigo; S1%: Sorgo; SN1%: Sorgo + Núcleo proteico al 1% del peso vivo; SN1,5%: Sorgo + Núcleo proteico al 1,5% del peso vivo.

²Sorgo: 180 U\$S/ton; Núcleo proteico 650 U\$S/ton. Mezcla 86% sorgo + 14% núcleo proteico.

³Según cantidades realmente suministradas (Cuadro 4).

⁴Según desempeño productivo real (Figuras 4).

⁵Valor de referencia Asociación Consignatarios de Ganado (22/09/2013): 2,29 U\$S/kg.

⁶Valorización kg producidos-costos de la suplementación en 84 días.

La baja respuesta productiva a la suplementación únicamente con grano húmedo de sorgo determinó un resultado económico apenas positivo de la suplementación en dicho tratamiento, aunque fue suficiente para evitar la pérdida económica comparado con la situación de no suplementar (tratamiento Testigo).

Etapa post-suplementación

Desde el fin del periodo de suplementación (2 de octubre) hasta el 18 de diciembre de 2013 (78 días) todos los animales se manejaron en forma conjunta sobre pasturas mejoradas y campo natural. El objetivo fue evaluar si la estrategia de suplementación invernal tenía o no efecto en el desempeño productivo de los animales durante la primavera siguiente (efecto residual del tratamiento invernal).

De acuerdo a la información generada, aquellos animales más pesados a la salida

del invierno (tratamientos con inclusión de núcleo proteico) continuaron siendo más pesados a la salida de la primavera ya que no se registraron diferencias significativas en la ganancia de peso entre octubre y diciembre de 2013, cuando todos los animales se manejaron en forma conjunta (Cuadro 6).

La ausencia de crecimiento compensatorio pudo deberse a que el periodo de evaluación no fue lo suficientemente prolongado, y/o a que la oferta de forraje no fue lo suficientemente abundante para permitir expresar mayores ganancias de peso durante la primavera. La severa restricción proteica de los animales testigo sin suplementación durante el invierno también puede haber explicado la ausencia de crecimiento compensatorio en dicho grupo de animales (Drouillard *et al.*, 1991). Una restricción proteica puede causar la utilización de reservas de proteína en el cuerpo del animal tal cual fue evidenciado por Fatter *et al.* (1984) y Hovell *et al.* (1987) lo que puede incremen-

Cuadro 6. Desempeño productivo de los terneros durante la primavera

Suplemento	Tratamiento			
	T	S1%	SN1%	SN1,5%
Peso al final de suplementación (kg)	179	179	219	241
Peso al final de la primavera (kg)	226 a	235 a	272 b	290 b
Ganancia de peso primaveral (kg/a/d)	0,615 a	0,728 a	0,682 a	0,643 a

T: Testigo; S1%: Sorgo; SN1%: Sorgo + Núcleo proteico al 1% del peso vivo; SN1,5%: Sorgo + Núcleo proteico al 1,5% del peso vivo.

tar las necesidades de proteína durante la etapa de re-alimentación o recuperación primavera.

CONCLUSIONES

La suplementación al 1,5% del peso vivo de una mezcla de sorgo grano húmedo y núcleo proteico suministrado una vez al día mejoró significativamente el desempeño productivo de terneros sobre campo natural y el resultado económico comparado con un nivel de suplementación al 1% del peso vivo sin comprometer la salud de los animales.

BIBLIOGRAFÍA

- BODINE, T.N.; PURVIS II, H.T.; ACKERMAN, C.J.; GOAD, C.L.** 2000. Effects of supplementing prairie hay with corn and soybean meal on intake, digestion, and ruminal measurements by beef steers. *Journal of Animal Science* 78:3144-3154.
- BODINE, T.N.; PURVIS II, H.T.; LALMAN, D.L.** 2001. Effects of supplement type on animal performance, forage intake, digestion, and ruminal measurements of growing beef cattle. *Journal of Animal Science* 79:1041-1051.
- BODINE, T.N.; PURVIS II, H.T.** 2003. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. *Journal of Animal Science* 81: 304-317.
- BOWMAN, J.G.P.; SANSON, D.W.** 1996. Starch-or-fiber-based energy supplements for grazing ruminants. In: *Proc. Grazing Livest. Nutr. Conf. Rapid City. SD.* pp. 118-135.
- CATON, J.S.; DHYVETTER, D.V.** 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. *Journal of Animal Science* 75:533-542.
- CATON, J.S.; FREEMAN, A.S.; GALYEAN, M.L.** 1988. Influence of protein supplementation on forage intake, in situ forage disappearance, ruminal fermentation and digesta passage rates in steers grazing dormant blue grama rangeland. *Journal of Animal Science* 66: 2262-2271.
- CHASE, C.C. Jr.; HIBBERD, C.A.** 1987. Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. *Journal of Animal Science* 65:557-566.
- DELCURTO, T.; COCHRAN, R.C.; CORAH, L.R.; BEHARKA, A.A.; VANZANT, E.S.; JOHNSON, D.E.** 1999. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: II. Performance and forage utilization characteristics in grazing beef cattle receiving supplements of different protein concentrations. *Journal of Animal Science* 68:532-542.
- DROUILLARD, J.S.; FERRELL, C.L.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A.** 1991. Compensatory growth following metabolizable protein or energy restrictions in beef. *Journal of Animal Science* 69: 811-818.
- FATTET, I.; HOVELL, F.D.DeB; ORSKOV, E.R.; KYLE, D.J.; PENNIE, K.; SMART, R.I.** 1984. Undernutrition in sheep: the effect of supplementation with protein accretion. *British Journal of Nutrition* 52:561.
- HORN, G.W.; McCOLLUM III, F.T.** 1987. Energy supplementation of grazing ruminants. In: *Proc. Grazing Livest. Nutr. Conf., Jackson, WY.* pp. 125-136.
- HOVELL, F.D.DeB.; ORSKOV, E.R.; KYLE, D.J.; MacM.** 1987. Undernutrition in sheep: Nitrogen repletion by N-depleted sheep. *British Journal of Nutrition* 57:77.
- LOMAS, L.W.; MOYER, J.L.; MILLIKEN, G.A.** 2009. Effect of energy supplementation of stocker cattle grazing smooth bromegrass pastures on grazing and subsequent finishing performance and carcass traits. *The Professional Animal Scientist* 25, 65-73.
- McCOLLUM III, F.T.; HORN, G.W.** 1990. Protein supplementation of grazing livestock: A review. *Professional Animal Scientist* 6:1-16.
- MGBEAHURUIKE, A.C.** 2007. Faecal characteristics and production of dairy cows in early lactation. Thesis MSc. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Swedish University of Agricultural Sciences. 87p.
- OLSON, K.C.; COCHRAN, R.C.; JONES, T.J.; VANZANT, E.S.; TITGEMEYER, E.C.; JOHNSON, D.E.** 1999. Effects of ruminal

administration of supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality warm-season grass hay by beef steers. *Journal of Animal Science* 77:1016-1025.

PORDIMINGO, A.J.; WALLACE, J.D.; FREEMAN, A.S.; GALYEAD, M.L. 1991. Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. *Journal of Animal Science* 69: 1678-1687.

SANSON, D.W.; CIANTON, D.C.; RUSH, I.G. 1990. Intake and digestion of low-quality meadow hay by steers and performance of cows on native range when fed protein supplements containing various levels of corn. *Journal of Animal Science* 68:595-603.