

## Suplementación con fuentes de fibra o almidón a novillos en terminación pastoreando verdeos de invierno

Beretta Virginia<sup>1</sup>, Simeone Álvaro<sup>1</sup>, Franco Juan<sup>1</sup>, Bentancur Óscar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Ruta 3, km 363, 60000 Paysandú, Uruguay. Correo electrónico: beretta@fagro.edu.uy

Recibido: 2015-09-16 Aceptado: 2017-06-02

### Resumen

Se evaluó el efecto de la suplementación con concentrado o voluminoso sobre la performance de novillos pastoreando raigrás previo a la faena. El trabajo fue realizado en dos años (A) consecutivos sobre 23 ha de *Lolium multiflorum* LE 284. Cuarenta y ocho novillos Hereford (año 1) y 36 novillos (año 2) fueron sorteados a 12 grupos y estos a uno de cuatro tratamientos (T): pastoreo sin suplementación (PAS); pastoreo más suministro de heno de moha (*Setaria italica*) restringido (HR) o *ad libitum* (HAD); y suplementación con grano de sorgo molido (SG, 1 % de peso vivo PV). El experimento fue analizado según un diseño de parcelas al azar con arreglo factorial de tratamientos. La biomasa disponible fue mayor en el año 2 (1932 vs. 2806 kg/ha,  $P < 0,01$ ), sin diferencias debidas a T ( $P > 0,05$ ), ni a la interacción A×T ( $P > 0,05$ ). A×T tampoco afectó ninguna de las variables de performance en pastoreo o a la faena ( $P > 0,05$ ). SG incrementó el consumo, la ganancia de peso vivo (GP), el PV a la faena, el peso y engrasamiento de la canal con relación a PAS ( $P < 0,05$ ). Por el contrario ni HR y HAD mejoraron el desempeño a la faena con relación a PAS ( $P > 0,05$ ). Estos resultados no permiten sustentar la hipótesis de que el suministro de cantidades restringidas de heno contribuiría a mejorar la utilización del forraje consumido.

**Palabras clave:** heno de moha, sorgo grano, raigrás, consumo, comportamiento

## Supplementation with Sources of Fiber or Starch for Finishing Steers Grazing Winter Pastures

### Summary

This study assessed the effect of supplementation with concentrate or roughage on the performance of steers grazing on rye grass previous to slaughter. The experiment was conducted on two consecutive years (Y) on 23 ha of *Lolium multiflorum* LE 284. Forty-eight Hereford steers (year 1) and 36 (year 2), were randomly allotted to 12 groups and one of four treatments (T): grazing without supplementation (GR); grazing plus grass hay (*Setaria italica*) restricted (HR) or *ad libitum* (HAD); and supplementation with ground sorghum grain (SG, 1 % live weight, LW). Data were analyzed according to a completely randomized design with factorial arrangement of treatments. Available forage biomass was higher in year 2 (1932 vs. 2806 kg/ha,  $P < 0.01$ ), with no differences due to T ( $P > 0.05$ ), or to the interaction Y × T ( $P > 0.05$ ). Interaction Y×T did not affect any of the performance or carcass variables ( $P > 0.05$ ). SG increased daily intake, live weight gain (LWG), LW at slaughter, carcass weight and carcass fat compared to GR ( $P < 0.05$ ). Conversely, neither HR nor HAD improved cattle performance at slaughter compared to GR ( $P > 0.05$ ). These results do not sustain the hypothesis that supplying restricted amounts of grass hay would improve the utilization of ingested pasture.

**Keywords:** foxtail millet hay, sorghum grain, ryegrass, intake, behavior

## Introducción

Los verdeos de invierno contribuyen significativamente al aporte de forraje en el periodo otoño-invernal en sistemas ganaderos, fundamentalmente como parte de la dieta de vacunos en fase de engorde previo a la faena (Simeone, 2000). Sin embargo, diversos antecedentes señalan que novillos manejados sobre este tipo de pasturas durante etapas tempranas de desarrollo vegetativo, registran baja ganancia de peso vivo (GP) respecto a las esperadas de acuerdo a su digestibilidad (French et al., 2001; Simeone, 2000). Esta respuesta ha sido atribuida al elevado contenido de proteína de alta degradabilidad ruminal respecto a un bajo aporte de carbohidratos solubles, que contribuiría a una baja eficiencia de uso del N por parte de la microbiota del rumen y consecuente incremento en los requerimientos para mantenimiento del animal asociado al costo de excreción del N excedentario bajo la forma de urea (Elizalde y Santini, 1992). Sin embargo, este efecto no sería suficiente para explicar la magnitud de la reducción observada en GP (Simeone et al., 2008b). Otros factores, tales como un bajo consumo efectivo de materia seca (MS) debido al elevado tenor de humedad de estas pasturas (John y Utyatt, 1987) y un bajo aporte de fibra efectiva, que contribuiría a generar condiciones acidóticas a nivel ruminal (Baeck 2000), también han sido reportados como elementos determinantes de la baja performance animal. Estos efectos serían de magnitud variable dependiendo de las condiciones ambientales.

La suplementación con granos de cereales, ha demostrado consistentemente mejorar la GP contribuyendo a sincronizar el aporte en energía y proteína en rumen e incrementando el consumo total de energía (Simeone, 2004).

No obstante esto, se argumenta que el suministro de heno de gramíneas en sustitución del grano, dado su alto contenido de fibra efectiva, podría ser suficiente como estrategia alimenticia para mejorar la performance de vacunos pastoreando verdeos. Sin embargo, la peor calidad de estos forrajes, sumada a una eventual elevada tasa de sustitución de pastura por heno, podrían diluir significativamente la concentración energética de la dieta. Una respuesta positiva a la adición de una fuente adicional de fibra podría estar condicionada por la cantidad suministrada, donde niveles restringidos tendrían un rol funcional (de estímulo de la rumia e incremento del tiempo de retención del forraje en el rumen) más que nutricional.

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con concentrado o voluminoso, este último ofrecido en forma restringida o *ad libitum*, sobre la performance a campo y a la faena de novillos en fase de engorde pastoreando raigrás. Adicionalmente se propuso caracterizar el consumo y comportamiento animal como elementos de interpretación de la respuesta observada.

## Materiales y métodos

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental «M. A Cassinoni» (32° 23' S, 58° 02' O), en dos años consecutivos: 8/6 al 24/8/2005 (año 1) y 28/6 al 31/8/2006 (año 2), sobre 23 ha de una pastura de raigrás (*Lolium multiflorum* LE 284) de resiembra natural (Cuadro 1). Cada año la promoción de la pastura fue realizada a partir de la aplicación de glifosato en el mes de febrero (4 L/ha), seguido de fertilización con urea a los 60 días (año 1: 100 kg/ha; año 2: 80 kg/ha) y luego del primer pastoreo (año 1: 60 kg/ha; año 2: 70 kg/ha).

**Cuadro 1.** Composición química de los suplementos y de la pastura, valores promedios para el periodo experimental<sup>1</sup> en cada año.

	Raigrás			Heno de Moha			Sorgo grano molido		
	Año 1	Año 2	Prom.	Año 1	Año 2	Prom.	Año 1	Año 2	Prom.
Materia seca (MS, % base fresca)	18,9	21,0	20,0	90,4	92,2	91,3	87,1	89,3	88,2
Materia orgánica, % MS	84,7	87,2	86,0	87,9	86,8	87,3	98,5	98,5	98,5
Proteína bruta, % MS	12,3	10,8	11,6	9,4	13,0	11,2	8,7	8,3	8,5
Fibra detergente neutro, % MS	56,8	50,3	53,6	59,8	66,2	63,0	13,8	14,1	14,0
Fibra detergente ácido, % MS	27,8	22,0	24,9	34,9	40,7	37,8	6,7	5,5	6,1

<sup>1</sup>Año 1: 8/6 al 24/8/2005; Año 2: 28/6 al 31/8/2006. Prom.: valor promedio para ambos años.

### Animales, tratamientos y manejo

Se utilizaron 48 novillos en el año 1 ( $348 \pm 40$  kg) y 36 novillos en el año 2 ( $369 \pm 36$  kg), todos Hereford, provenientes del rodeo experimental. Cada año los animales fueron distribuidos al azar, previa estratificación por peso vivo (PV), a 12 grupos y estos sorteados a cuatro tratamientos: pastoreo de raigrás sin suplementación (PAS); pastoreo de raigrás más suministro de heno de moha (*Setaria italica*, Cuadro 1) en cantidad restringida (HR, 0,25 kg/100 kg de PV) o *ad libitum* (HAD, MS residual diaria respecto a la ofrecida mayor al 15 %); o pastoreo de raigrás más suplementación con grano de sorgo molido ofrecido a razón de 1 kg MS/100 kg de PV (SG, Cuadro 1). Cada grupo de animales pastoreó en una parcela independiente, constituyendo cada grupo una repetición. El pastoreo fue realizado en franjas de siete días de ocupación, con una oferta de forraje (OF) de 5 kg MS/100 kg PV, suplementándose diariamente (08:00 h) en comederos ubicados en cada parcela. La cantidad de suplemento y la OF fueron ajustadas semanalmente, esta última variando el área de pastura ofrecida de acuerdo con la biomasa de MS de forraje disponible y el PV promedio. El heno se ofreció sin picar (fibra larga) y era desparramado en forma manual en los comederos. Al finalizar el periodo experimental, todos los animales fueron faenados en planta comercial.

### Registros, muestreos y análisis químicos

Los animales se pesaron cada siete días, por la mañana, previo ayuno de 12 horas. La biomasa de MS de forraje disponible previo al pastoreo (FD) y el forraje residual (FR) fueron determinados semanalmente en cada parcela, mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). El consumo de MS de forraje (CMSF) fue estimado en cada parcela de pastoreo y expresado cada 100 kg PV como el producto entre OF y la utilización del forraje  $[(FD - FR)/FD * 100]$  (Macon *et al.*, 2003). El consumo de suplemento, tanto de grano como de heno, fue determinado diariamente como la diferencia entre la cantidad de MS ofrecida y la rechazada, descartándose el residuo.

Semanalmente se tomaron muestras del grano de sorgo y del heno ofrecido para la determinación del contenido de materia seca y su composición química. Para la caracterización de la calidad de la pastura, en las semanas pares, se tomaron muestras al azar del FD, cortadas al ras del suelo. Sobre las muestras frescas se caracterizó la composición botánica mediante separación manual de las fracciones gramíneas, 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. El contenido de materia orgánica (MO), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) (Goering y Van Soest, 1970), y proteína bruta (PB, N total\*6,25; AOAC, 1984) del FD y de los suplementos fue determinado sobre muestras compuestas para todo el período experimental en cada año.

El comportamiento animal fue evaluado en las semanas pares (dos días por semana), en un animal por repetición, durante el periodo de horas luz (8:00 a 18:00 h), registrando cada 10 minutos mediante observación directa la actividad de pastoreo, rumia, descanso y visitas al comedero. La tasa de bocado se registró cada dos horas como el número de bocados de prehensión registrados en un minuto (Gregorini *et al.*, 2007).

En planta frigorífica, se registró el PV previo a la faena con 18 horas de ayuno y peso de canal caliente. En la parte media del área del *Longissimus dorsi*, a la altura de la 10<sup>a</sup> costilla de la media canal izquierda enfriada, se midió con regla milimetrada el espesor de grasa de dorsal subcutánea (EGD). En el mismo músculo se registró el valor de pH utilizando medidor de pH electrónico portátil con electrodo de penetración.

Registros diarios de temperatura, humedad y precipitaciones durante el periodo experimental en cada año, fueron tomados de la estación meteorológica ubicada en la Estación Experimental.

### Análisis estadístico

El experimento fue analizado mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de parcelas al azar con arreglo factorial de tratamiento, incluyendo los efectos principales año (A) y tratamiento (T), y la interacción entre ambos, y considerando como unidad experimental al grupo de animales pastoreando en cada parcela. Variables con medidas repetidas en el tiempo fueron analizadas mediante Procedimiento Mixed de SAS. La GP fue analizada según un modelo lineal mixto de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo, y las pendientes de las rectas ajustadas comparadas por contrastes simples. Las variables de comportamiento fueron analizadas mediante un modelo lineal generalizado asumiendo una distribución binomial y estimándose la probabilidad de ocurrencia de las diferentes actividades mediante el procedimiento GLIMMIX de SAS. Las variables registradas a la faena fueron analizadas mediante el procedimiento GLM de SAS, y las medias de los tratamientos comparadas mediante el test de

Tukey. Se consideró un efecto significativo cuando la probabilidad de ocurrencia de error tipo I fue menor al 5 %.

## Resultados y discusión

### Ambiente y pasturas

El periodo experimental en el año 2 se presentó más seco y frío respecto al año 1. Durante este último, las precipitaciones acumuladas fueron casi cuatro veces superiores a las del año 2, registrándose también mayor cantidad de días con lluvias (29 vs. 17 días, Figura 1), esto en parte explicado por un retraso de 20 días en la fecha de inicio del

experimento del año 2. En términos promedio, ambos años se encontraron dentro de los valores esperados de acuerdo a la media histórica de la zona (Cuadro 2), ya que considerando la totalidad del mes de junio, las lluvias acumuladas entre junio y agosto en 2005 y 2006 alcanzaron los 255 mm y 218 mm, respectivamente.

La biomasa promedio de FD fue mayor en el año 2 (2.806 vs. 1.932 kg/ha;  $P < 0,001$ ), no observándose diferencias debidas a T ( $P > 0,05$ ), ni a la interacción A×T ( $P > 0,05$ ). La proporción de forraje seco fue similar entre años (A1: 25,8 % vs. A2: 30,2 %), siendo muy baja la presencia de malezas (A1: 0 % vs. A2: 1,5 %). La elevada proporción de restos secos, asociados a la promoción del verdeo a

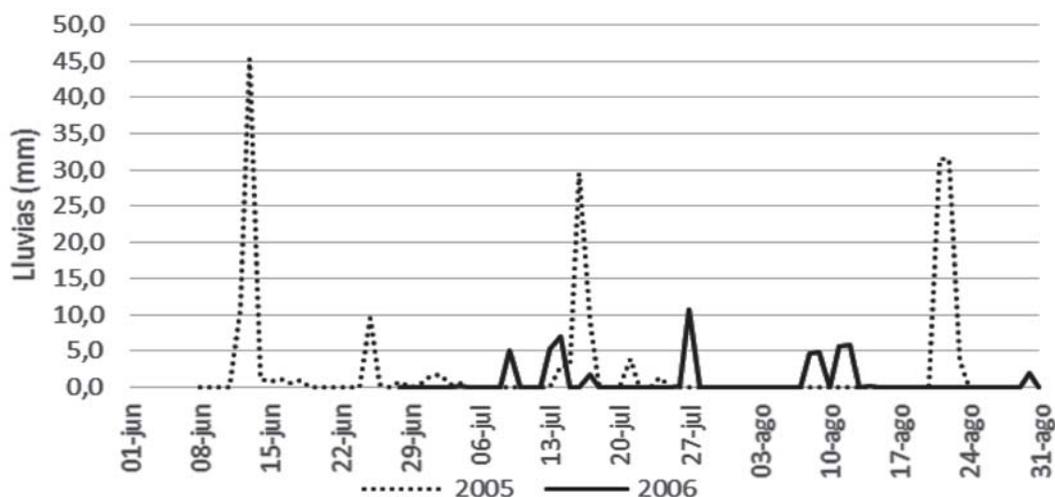
**Cuadro 2.** Condiciones meteorológicas durante el periodo experimental en cada año y promedio histórico (2002-2013)

	Año 1 <sup>1</sup>	Año 2 <sup>1</sup>	Promedio 2002-2013 <sup>2</sup>
Lluvias acumuladas (mm)	192,0	53,7	210 ( $\pm 110$ )
Radiación (MJ/m <sup>2</sup> )	9,3	9,7	9,7 ( $\pm 1,3$ )
Temperatura mínima (°C)	9,8	7,9	7,1 ( $\pm 1,2$ )
Temperatura media (°C)	14,1	13,1	12,1 ( $\pm 1,0$ )
Temperatura máxima (°C)	18,5	18,8	17,4 ( $\pm 1,2$ )
Días con helada	0	4	5,0 ( $\pm 3,2$ )
Humedad relativa (%)	73,4	79,8	74,7 ( $\pm 6,6$ )

<sup>1</sup>Año 1: 8/6 al 24/8/2005; Año 2: 28/6 al 31/8/2006.

<sup>2</sup>Promedio ( $\pm$ desvío estándar) correspondiente a los meses de junio-julio-agosto para las serie de años 2002 a 2013.

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica de la Estación Experimental M.A. Cassinoni



**Figura 1.** Distribución de las lluvias durante el periodo experimental en cada año.

partir de resiembra natural, contribuiría a explicar la menor concentración proteica de la pastura (A1: 12,3 %; A2: 10,8 %, Cuadro 1) respecto a los valores esperados para verdes en estado vegetativo con elevado nivel de fertilización (Van Vuuren, Van Der Koelen y Vroons-De Bruin, 1993), y coincide con similares valores reportados por Simeone et al. (2005) y Bertolotti, Fazzio y Trindade (2006) para raigrás en similares condiciones de producción.

### Performance animal

La interacción A×T no resultó significativa ( $P > 0,05$ ) para ninguna de las variables de performance en pastoreo o a la faena. La GP promedio en el año 1 fue inferior a la observada en el año 2 (0,87 vs.  $1,66 \pm 0,07$  kg/d;  $P < 0,001$ ), esto asociado a un menor CMSF (2,05 vs.  $2,47 \pm 0,06$  kg/100 kg PV;  $P < 0,01$ ) y menor CMST (2,44 vs.  $2,81 \pm 0,06$  kg/100 kg PV;  $P < 0,01$ ). Diferencias en las condiciones ambientales entre años podrían explicar este efecto año significativo. Aun cuando la OF fue la misma en ambos años, una menor biomasa de FD (Cangiano, 2001), con menor contenido promedio de MS (John y Ulyatt, 1987), así como el pastoreo iniciando más temprano (Elizalde y Santini, 1992) habrían contribuido a explicar el menor CMSF observado en el año 1. Esta variación en la GP asociada al efecto año puede observarse también al comparar los resultados

reportados en años sucesivos para novillos pastoreando avena o raigrás de resiembra natural, con igual OF (5 kg/100 kg PV) y sobre la misma área experimental: 0,51 kg/d (Simeone et al., 2002); 1,35 kg/d (Bartaburu et al., 2003); 0,53 kg/d (Simeone et al., 2005); 1,20 kg/d (Bertolotti, Fazzio y Trindade, 2006). En estos trabajos, años con bajas GP aparecen asociados al pastoreo más temprano de los verdes (abril/ mayo vs. junio), así como a una mayor ocurrencia de precipitaciones (500 mm vs. 92 mm). Simeone et al. (2008a) reportan una GP media de 0,48 kg/d vs. 1,25 kg/d para años «malos» asociados a otoño lluviosos o «buenos» asociados a otoños secos, respectivamente.

Las medias ajustadas por tratamiento para GP, consumo y variables registradas a la faena, se presentan en el Cuadro 3.

La GP de los novillos en PAS fue levemente superior a valores reportados por trabajos previos. Para un promedio de cuatro años de evaluaciones, Simeone et al. (2005) reportan una GP media de 0,86 kg/d para novillos pastoreando verdes durante otoño-invierno. Sin embargo, ello es consistente con un mayor CMSF observado en el presente experimento (2,49 kg MS/ 100 kg PV), asociado también, aun cuando la OF fue la misma, a una mayor biomasa de FD (2.360 vs. 1.579 kg MS/ha), con un mayor contenido de MS (20 % vs. 18 %).

**Cuadro 3.** Efecto del suplementación con heno de moha o grano de sorgo molido sobre la ganancia de peso vivo, consumo, y performance a la faena de Hereford pastoreando raigrás (promedio Año 1 y Año 2).

TRATAMIENTOS <sup>1</sup>	PAS	HR	HAD	SG	ES
Peso vivo inicial (kg)	360	354	358	362	7,4
Ganancia de peso vivo (kg/día)	1,06 b	1,36 ab	1,16 b	1,47 a	0,107
Consumo total (kg MS/ 100 kg peso vivo)	2,49 b	2,53 b	2,48 b	3,01 a	0,073
Consumo de pastura	2,49 a	2,31 ab	2,16 b	2,08 b	0,069
Consumo de heno	—	0,22 b	0,32 a	—	0,01
Consumo de grano de sorgo	—	—	—	0,93	—
Peso vivo a la faena (kg)	413,1 b	415,8 b	408,6 b	430,0 a	7,2
Peso de canal caliente (kg)	223,2 b	224,5 b	219,7 b	236,4 a	4,5
Espesor grasa dorsal (mm)	4,97 b	6,36 b	5,96 b	9,27 a	1,09
pH 24 h	5,58	5,56	5,54	5,60	0,11

<sup>1</sup> Pastoreo sin suplementación (PAS); pastoreo más suplementación con heno de moha en cantidad restringida (HR; 0,5 kg MS/ 100 kg peso vivo) o *ad libitum* (HAD); suplementación con grano de sorgo (1,0 kg MS/100 kg peso vivo). ES: error estándar. a, b.: Medias seguidas de diferentes letras difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

La suplementación con sorgo mejoró la GP en pastoreo ( $P < 0,01$ ), el PV a la faena ( $P < 0,05$ ), el peso de canal y el EGD ( $P < 0,05$ ) con relación a novillos sin suplementación. Esta respuesta fue consistente con resultados reportados para novillos Hereford en terminación pastoreando raigrás con igual OF (Simeone et al., 2005; Bertolotti, Fazio y Trindade, 2006). La superioridad de SG con relación a PAS, aparece asociada a un mayor CMS total ( $P < 0,05$ ) y una reducción en el CMSF ( $P < 0,05$ ). El consumo del suplemento ofrecido fue casi total (0,93 kg/100 kg PV), registrándose en el consumo total de MS una tasa de sustitución de 0,31 kg de pastura/kg de grano de sorgo consumido. Este valor es similar al registrado en novillos pastoreando avena o raigrás en años lluviosos (0,25 kg forraje/kg grano consumido, Simeone et al., 2002; 2005). Sin embargo, Beretta et al. (2003b) reportan para novillos pastoreando raigrás con OF de 5 % en un año seco, una tasa de sustitución de 0,79, valor más próximo a lo esperado cuando se suplementa con granos sobre pasturas de alta digestibilidad (SCA, 2007). En dicho trabajo el CMSF de los novillos sin suplementar

fue del orden del 3,2 kg/100 kg PV, muy superior al registrado en el presente trabajo.

La suplementación con HR, si bien registró similar GP que SG ( $P > 0,05$ ), no se tradujo en un mayor peso de canal ( $P > 0,05$ ) o engrasamiento ( $P > 0,05$ ), resultando todos los tratamientos PAS, HR y HAD, consistentemente en ambos años, similares entre sí e inferiores a SG ( $P < 0,05$ ). El consumo de heno en HR fue casi total respecto al ofrecido, e inferior al de HAD (0,22 vs. 0,32 ± 0,010 kg/100 kg PV;  $P < 0,01$ ). Este consumo de heno en cantidad restringida no afectó el CMSF con relación a PAS ( $P > 0,05$ ), mientras que en HAD el CMSF se redujo en 0,99 kg/kg heno consumido ( $P < 0,05$ ), sin modificarse el CMST ( $P > 0,05$ ). Similar respuesta en performance para novillos alimentados con voluminoso *ad libitum* es reportada por otros autores. Messa y Bono (2005), suplementando con heno de raigrás *ad libitum* a novillos Hereford pastoreando en otoño una mezcla de gramíneas y leguminosas con una OF de 4 kg MS/100 kg PV, no observaron respuestas en GP respecto a los no suplementados

**Cuadro 4.** Ingredientes, composición química y consumo estimado de nutrientes asociados a las dietas experimentales (promedio Año 1 y Año 2)<sup>1</sup>.

TRATAMIENTOS <sup>2</sup>	PAS	HR	HAD	SG
Ingredientes (% MS)				
Pastura	100,0	91,3	87,1	69,1
Heno de Moha	0,0	8,7	12,9	0,0
Sorgo grano	0,0	0,0	0,0	30,9
Composición química (% MS)				
Materia seca (% base fresca)	20,0	26,2	29,2	41,0
Materia orgánica	86,0	86,1	86,1	89,8
Proteína bruta	11,6	11,5	11,5	10,6
Fibra detergente neutro	53,6	54,4	54,8	41,3
Fibra detergente ácido	24,9	26,0	26,6	19,1
EM (Mcal/ kg) <sup>3</sup>	2,42	2,38	2,36	2,55
Consumo diario promedio por animal				
Materia seca (kg)	9,9	10,2	9,9	12,5
EM (Mcal)	23,9	24,2	23,3	31,8
N (g)	183	187	182	211
N (g/kg PV)	0,46	0,47	0,46	0,51
FDN (kg)	5,30	5,53	5,42	5,15

<sup>1</sup>Valores calculados en base a los consumo de pastura y suplemento estimados para cada tratamiento y la composición química promedio de la pastura ofrecida y de los suplementos (no considera efecto de selectividad).

<sup>2</sup>PAS: testigo sin suplementación; HR: suplementación con heno de moha en cantidad restringida (0,25 kg MS/100 kg peso vivo), HAD: suplementación con heno de moha *ad libitum*; SG: suplementación con grano de sorgo a razón de 1,0 kg MS/100 kg peso vivo.

<sup>3</sup>EM = 4,409% NDT\*0,82 (NRC, 2000); NDT, estimado a partir del contenido de FDA, en base a Acosta (2004) .

(0,82 kg/d vs. 0,72 kg/d; respectivamente). Tampoco Arelovich et al. (2003) obtuvieron respuesta en GP en vaquillonas pastoreando avena y suplementadas con heno de alfalfa a razón de 2 kg base fresca/ día (0,72 vs. 0,78 kg/d,  $P > 0,05$ ), concluyendo que la elevada tasa de sustitución observada, y la ausencia de diferencias respecto al testigo colocan al suministro de heno como una alternativa adecuada para incrementar la capacidad de carga de la pastura, pero no el desempeño individual. Estos resultados fueron corroborados por Abdelhadi y Santini (2006), quienes evaluando la suplementación con ensilaje de maíz o ensilaje de sorgo sobre pasturas de raigrás y trébol blanco, concluyeron que la suplementación con voluminoso sobre verdes se justificaría como estrategia para incrementar la producción de carne por unidad de área sin modificar las ganancias diarias de peso vivo.

Cambios en la relación de sustitución-adición entre la pastura y el suplemento según el tipo y cantidad de suplemento usados afectaron el peso relativo de la pastura en la dieta de los novillos suplementados (Cuadro 4), lo que habría modificado en diferente grado la composición química y nutricional de las dietas respecto a PAS. Estimaciones realizadas en base los resultados de CMSF y CMSS en cada tratamiento y a la composición química promedio de la pastura y los suplementos (Cuadro 1) evidencian que el consumo de N en PAS fue de 0,46 g/kg PV (Cuadro 4) inferior al reportado por Elizalde, Santini y Pasinato (1996) para novillos consumiendo avena (22 % PC) durante otoño-invierno (0,70 g/kg PV), o por Beever et al. (1986) para novillos consumiendo raigrás perenne (15,2% PC) durante su estación de crecimiento (0,53 g/kg PV), lo cual estaría asociado al menor contenido de N de la pastura en el presente

experimento (Cuadro 1). Elizalde, Santini y Pasinato (1996) evaluando la utilización de N en avena, observaron que cuando el consumo de N cayó de 0,82 para 0,57 g/kg PV, la concentración de  $\text{NH}_3\text{-N}$  ruminal se redujo de 32,6 para 15,0 mg/dL y las pérdidas de  $\text{NH}_3\text{-N}$  pasaron de 0,36 a 0,11 g/kg PV. Es de esperar que en el presente trabajo, con niveles de consumo de N aun menores (0,46 a 0,51 g/kg PV) la eficiencia de uso de N no hubiera sido una limitante para la expresión de la performance animal.

La superioridad de SG con relación a PAS en términos de performance a campo y a la faena, tanto en peso de canal como en engrasamiento, estaría asociada no sólo al mayor consumo total de MS ( $P < 0,05$ ) sino también a un aumento en la concentración energética de la dieta y consecuentemente en el consumo diario de EM, el cual se incrementó en 32,9 % (Cuadro 4). Por el contrario, tanto en HR como en HAD el suministro de heno, si bien incrementó el contenido de MS de la dieta y el consumo de FDN con respecto a PAS, no se tradujo en un mayor consumo diario de EM (+1,0 % en HR, -2,5% en HAD; Cuadro 4), lo cual explicaría la ausencia de respuesta en GP, peso de canal y engrasamiento asociada a estos tratamientos.

### Comportamiento animal

En el Cuadro 5 se presentan los valores de probabilidad de ocurrencia de las actividades de comportamiento en los diferentes tratamientos.

La interacción A×T fue significativa solamente para la actividad de pastoreo ( $P < 0,05$ ), registrándose diferencias entre tratamientos sólo en el año 1 (PAS: 0,46<sup>a</sup> HR: 0,37<sup>b</sup>; HAD: 0,43<sup>ab</sup>; SG: 0,36<sup>b</sup>;  $P < 0,05$ ). De estos resultados se desprende que, para años con condiciones ambientales

**Cuadro 5.** Efecto del suplementación con heno de moha o sorgo molido sobre el comportamiento diurno de novillos Hereford pastoreando raigrás (promedio Año 1 y Año 2).

TRATAMIENTOS <sup>A</sup>	PAS	HR	HAD	SG	ES
Comportamiento <sup>B</sup>					
Actividad de pastoreo	0,46 a	0,39 b	0,42 ab	0,41 ab	0,012
Actividad de rumia	0,19 a	0,18 ab	0,15 b	0,17 ab	0,011
Actividad de descanso	0,31 b	0,33 b	0,34 ab	0,38 a	0,012
Visita al comedero (heno)		0,08	0,09		0,052
Tasa de bocado promedio (boc./ min)	44,1 ab	45,7 a	39,1 b	40,6 ab	1,6

<sup>A</sup>PAS: testigo sin suplementación; HR: suplementación con heno de moha en cantidad restringida (0,25 kg MS/100 kg peso vivo), HAD: suplementación con heno de moha *ad libitum*; SG: suplementación con grano de sorgo a razón de 1,0 kg MS/100 kg peso vivo. ES: error estándar.

<sup>B</sup> Probabilidad de hallar un animal pastoreando, rumiando, descansando o consumiendo heno (horario de observación entre las 08:00 a 18:00 h). a, b: medias en la línea seguidas de diferentes letras difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

adversas del punto de vista de la utilización de verdeos de invierno como lo fue el año 1, en que el consumo de pastura se vio más limitado por el FD y bajo contenido de MS de la pastura, la suplementación redujo la actividad de pastoreo, evidenciando la menor eficiencia del proceso de cosecha de forraje en los novillos de PAS. John y Ulyatt (1987) reportan una correlación positiva ( $r = 0,89$ ) entre el consumo voluntario y el contenido de MS del forraje cuando este varía entre 12 y 25 %. En este rango, aun cuando el animal es capaz de cosechar alta cantidad de forraje fresco, la elevada humedad impide que coseche suficiente cantidad de MS, obligándolo a extender su tiempo de pastoreo (Bertetta et al., 2003a, 2003c). Menores requerimientos de mantenimiento asociados a una menor actividad de pastoreo, podrían en parte explicar la respuesta positiva observada en GP al suplementar en SG y HR.

La actividad de rumia, al igual que la tasa de bocado, fue afectada solamente por el tratamiento. Contrariamente a lo esperado, la actividad de rumia fue menor en HAD con relación a PAS, SG y HR, que no difirieron entre sí. Tampoco se observaron diferencias al expresar la actividad de rumia en términos de minutos de rumia/kg de FDN consumido (PAS: 22, HR: 20; HAD: 17; SG 20 min/kg). La hipótesis detrás del suministro de cantidades restringidas de heno a animales pastoreando verdeos en otoño fue planteada bajo el supuesto de que la efectividad de la fibra aportada por los verdeos en estado vegetativo sería insuficiente para mantener el pH ruminal estable. Simeone et al. (2002) reportan en novillos pastoreando avena ( $kd > 8 \%/h$ ) una caída del pH del rumen, que se mantuvo en 6,2 entre las 6 y 12 horas luego de ingresar a una nueva franja de pastoreo. Los resultados observados no permiten aceptar la hipótesis planteada. La efectividad de la fibra aportada por un heno de moha es máxima en términos de su capacidad para generar masticación y rumia (Mertens, 2002). Sin embargo, la ausencia de respuesta en términos de una mayor actividad de rumia esperada (por lo menos durante el período diurno) estaría indicando que la naturaleza de la fibra aportada por el raigrás bajo las condiciones en que se realizó este trabajo no habría sido una limitante, o bien que el consumo de heno no fue suficiente, aun en HAD, para modificar el patrón de rumia generado por el consumo de raigrás en estado vegetativo. En el mismo sentido, los valores de actividad de rumia registrados (expresados como la probabilidad de hallar un animal rumiando) fueron superiores a los reportados en trabajos previos para novillos pastoreando avena (0,025 Berasain, Patrón y Vidart, 2002)

o raigrás (0,11 Elizondo, Gil y Rubio, 2003) en franjas diarias sin acceso a suplemento.

## Conclusiones

Novillos Hereford pastoreando raigrás durante otoño-invierno previo a la faena y suplementados con granos de sorgo molido a razón del 1% de su peso vivo registran mayor GP, peso de canal y engrasamiento que aquellos que no reciben suplemento, aun cuando la oferta de forraje sea no limitante (5 % del peso vivo). La sustitución del grano del sorgo por suplementos voluminosos como el heno de moha, dirigida a incrementar el aporte de fibra físicamente efectiva en la dieta y a través de ello la utilización de la pastura, no mejora la performance a la faena respecto a novillos no suplementados, independientemente de la cantidad de heno ofrecida.

## Agradecimientos

A la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República por el apoyo financiero a la realización de este proyecto.

## Bibliografía

- Abdelhadi, L. O. y Santini, F. J. (2006). Corn silage versus grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: Effects on performance and ruminal fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 127(1-2), 33-43.
- Acosta Y. (2004). Estimadores de valor nutritivo para producción de leche. En: J. Mieres (Ed.). *Guía para la alimentación de rumiantes* (pp. 66 - 78). Montevideo: INIA. (Serie Técnica, 142).
- AOAC. (1984). *Official Methods of Analysis* (14th ed.). Arlington: Association of Official Analytical Chemists.
- Arelovich, H. M., Arzadún, M. J., Laborde, H. E. y Vasquez, M. G. (2003). Performance of beef cattle grazing oats supplemented with energy, escape protein or high quality hay. *Animal Feed Science and Technology*, 105(1-4), 29-42.
- Baeck, J.M. (2000). *Ganancias de peso otoñales: ¿Un problema de la Pampa Húmeda solamente?* Recuperado de [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/31-ganancias\\_de\\_peso\\_otonales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/31-ganancias_de_peso_otonales.pdf)
- Bartaburu, S., Cooper, P., Lanfranconi, M. y Olivera, L. (2003). *Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo.
- Beever, D. E., Dhanoa, M. S., Losada, H. R., Evans, R. T., Ammel, S. B. y France, J. (1986). The effect of forage species and stage of harvest on the processes of digestion occurring in the rumen of cattle *British Journal of Nutrition*, 56, 439-454.

- Berasain, S., Patrón, L. y Vidart, M. (2002). *Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo.
- Beretta, V., Simeone, A., Elizalde, J. C., Berasain, S., Patrón, L. y Vidart, M. (2003a). Quantifying forage intake of Hereford steers grazing oats. En *IX World Conference on Animal Production; 26-31 octubre; 2003; Porto Alegre. Brasil* (p. 68). [Cd-Rom]
- Beretta, V., Simeone, A., Elizalde, J. C., Elizondo, L., Gil, A. y Rubio, L. (2003b). Forage intake of Hereford steers grazing a raigras pasture at two forage allowances and supplemented with whole or ground maize. En *IX World Conference on Animal Production; 26-31 octubre; 2003; Porto Alegre. Brasil* (p. 68). [Cd-Rom]
- Beretta, V., Simeone, A., Elizalde, J. C., Elizondo, L. Gil A. y Rubio L. (2003c). Ingestive behaviour, daily grazing pattern and dynamic of defoliation of a Raigras pasture grazed by Hereford steers at different forage allowances. En *IX World Conference on Animal Production; 26-31 octubre; 2003; Porto Alegre. Brasil* (p. 68). [Cd-Rom].
- Bertolotti, A., Fazio, S. y Trindade, M. (2006). *Efecto de la suplementación energética y del horario de ingreso a una nueva franja de pastura sobre la performance de novillos Hereford* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo.
- Cangiano, C. A. (2001). Consumo en pastoreo: Factores que afectan la facilidad de cosecha. En C. A. Cangiano (Ed.). *Producción Animal en pastoreo* (pp. 41-63). Balcarce: INTA.
- Elizalde, J. C. y Santini, F. (1992). *Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño-invierno*. Balcarce: INTA. (Boletín Técnico, 104).
- Elizalde, J. C., Santini, F. J. y Pasinato, A. M. (1996). The effect of stage of harvest on the process of digestion in cattle fed winter oats indoors: II. Nitrogen digestion and microbial protein synthesis. *Animal Feed Science and Technology* 63(1-4), 245-255.
- Elizondo, L., Gil, A. y Rubio, L. (2003). *Efecto de la Suplementación energéticas con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo.
- French, P., Moloney, A. P., O'kiely, O. K., O'Riordan, E. G. y Caffrey, P. J. (2001). Growth and rumen digestion characteristics of steers grazing autumn grass supplemented with concentrates based on different carbohydrate sources. *Animal Science*, 72, 139-148.
- Goering, H. K. y Van Soest, P. J. (1970). *Forage fibre analyses: (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Washington: USDA.
- Gregorini, P., Eirin, M., Wade, M. H., Refi, R., Ursino, M., Ansin, O. E., ... y Gunter, S. A. (2007). 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.
- Haydock, K. P. y Shaw, N. H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15, 663-670.
- John, A. y Ulyatt, M. J. (1987). Importance of dry matter content to voluntary intake or fresh grass forages. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 47, 13-16.
- Macon, B. L., Sollenberger, E., Moore, J. E., Staples, C. R., Fike, J. H. y 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.
- Mertens, D. R. (2002). *Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets*. Recuperado de <http://cnrcps.cornell.edu/files/2014/06/MertensPNC2002-280goex.pdf>
- Messa, A. y Bono, S. (2005). *Efecto del nivel de oferta de forraje y de la suplementación con grano y heno en la performance de novillos que pastorean una mezcla de leguminosas y gramíneas durante el otoño* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo.
- SCA. (2007). *Feeding standards for Australian livestock: Ruminants*. Melbourne: CSIRO Publishing.
- Simeone, A. (2000). Producción intensiva de carne II. *Revista de FUCREA*, 205, 16-29.
- Simeone, A. (2004). *Improving growth rates of beef cattle grazing lush autumn pastures* (Tesis de doctorado). University of New England, Armidale.
- Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J. C., Baldi, F., Franco, J., Dmamoto, I., ... y Shaw M. (2005). Uso de verdeos invernales por vacunos: Manejo de la intensidad de pastoreo y la suplementación. *Biotam*, 2, 283-285.
- Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J. C. y Franco, J. (2008a). Suplementación otoñal de novillos en engorde. En *X Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne; 14 agosto; 2008; Paysandú, Uruguay* (pp. 24-28). Paysandú: Facultad de Agronomía.
- Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J. C., Rowe, J. y Nolan, J. (2008b). Energy cost and equivalent liveweight gain cost associated to the ammonia-N detoxification for steer grazing oats. En *X World Conference on animal Production; 23-28 noviembre; 2008; Capetown; Sudáfrica* (p. 138). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Simeone, A., Beretta, V., Rowe, J., Nolan, J. y Elizalde, J. C. (2002). Getting cattle to grow faster on lush autumn pastures. *Animal Production in Australia*, 24, 213-216.
- Van Vuuren, A. M., Van Der Koelen, C. J. y Vroons-De Bruin, J. (1993). Ryegrass versus corn starch or beet pulp fiber diet effects on digestion and intestinal amino acids in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76(9), 2692-270.