

EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE PROTEÍNA VERDADERA POR NITRÓGENO NO PROTEICO EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE TERNEROS SUPLEMENTADOS CON GRANO HÚMEDO DE SORGO SOBRE CAMPO NATURAL*

S. Benítez¹, F. Cunha²
G. Fernández³, J. Velasco⁴
P. Rovira⁵

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la adición de fuentes nitrogenadas y la sustitución de proteína verdadera por nitrógeno no proteico (urea) en el desempeño productivo de terneros suplementados con silo de grano húmedo de sorgo sobre campo natural (CN). Se utilizaron 64 terneros de destete asignados en los siguientes tratamientos: T1) Silo de sorgo de grano húmedo (SGH), T2) SGH + expeller de girasol (EG), T3) SGH + EG + urea (U), T4) SGH + U. Los tratamientos consistieron en la suplementación diaria al 1% del PV (base seca) de los animales. Los suplementos de los T 2, 3, 4 fueron iso-proteicos (16% PC) a diferencia del T1 (9% PC). Cada tratamiento contó con 5 ha de CN y 16 terneros (dotación 3,2 terneros/ha) en pastoreo continuo. Se determinó la disponibilidad de porcentaje de forraje en el CN cada 28 días (2827 ± 1247 kg MS/ha) con 63% de restos secos y $6,4 \pm 0,3$ proteína cruda (PC). Se observaron diferencias ($P < 0,05$) en el PV vacío de los terneros del tratamiento T1 respecto a los restantes tratamientos (T2, T3, T4) a partir del día 55 del experimento ($151 \pm 17, 163 \pm 13, 161 \pm 15, 163 \pm 16$ kg, respectivamente). Dicha diferencia se mantuvo hasta el final del período experimental, siendo el PV vacío final $176 \pm 18, 195 \pm 17, 196 \pm 18, 193 \pm 21$ para los T 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Los terneros de los tratamientos T2, T3 y T4 presentaron ganancias de PV diarias similares siendo estas mayores ($P < 0,05$) a T1 ($0,199 \pm 0,079, 0,217 \pm 0,013, 0,182 \pm 0,155$ y $0,03 \pm 0,07$ respectivamente). Bajo estas condiciones la adición de fuentes nitrogenadas al SGH mejoró el desempeño productivo de terneros suplementados sobre CN, pero en el rango evaluado, la sustitución de EG por U como fuente nitrogenada no tuvo un efecto significativo en el desempeño productivo de los animales.

Palabras claves: terneros, sorgo, proteína, urea

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the addition of nitrogen sources and the substitution of true protein by non-protein nitrogen (urea) in the performance of calves supplemented with high moisture sorghum grain silo grazing natural pastures. Sixty four Hereford x A. Angus calves were randomly assigned to 4 treatments consisting in daily supplementation (1% of BW dry basis) of animals with: T1) High moisture sorghum grain silo (HMSG), T2) HMSG + sunflower expeller (SE), T3) HMSG + SE + urea (U), T4) HMSG + U. Each treatment had 5 ha and 16 animals (stocking rate 3.2 calves/ha) in continuous grazing. Supplements on treatments 2, 3 and 4 were iso-protein (16% crude protein, CP) differing from CP in T1 (9% CP). Forage availability was determined every 28 days averaging 2827 ± 1247 kg DM/ha with a green to dead material ratio of 37:63 and $6.4 \pm 0.3\%$ CP. Differences were observed ($P < 0.05$) at day 55 of the experiment in the empty BW of calves in T1 compared to those in T2, T3 and T4 ($151 \pm 19, 163 \pm 13, 161 \pm 15, 163 \pm 16$ kg, respectively). This difference was maintained until the end of the experimental period. Final empty body weight was $176 \pm 18, 195 \pm 17, 196 \pm 18$, and

¹Estudiante Facultad de Veterinaria (2010).

²Estudiante Facultad de Veterinaria (2010).

³Estudiante Facultad de Veterinaria (2010).

⁴INIA Treinta y Tres.

⁵INIA Treinta y Tres.

193±21 kg for animals in treatments 1, 2, 3, and 4, respectively. Calves in treatments T2, T3 and T4 had similar ADG, being higher ($P<0.05$) than in T1 (0.199±0.079, 0.217±0.013, 0.182±0.155 and 0.03±0.07 kg/a/d, respectively). Under these conditions the addition of nitrogen sources to HMSG improved performance of supplemented calves grazing natural pastures. The substitution of a true protein source by urea had no significant effect on the performance of animals.

Key words: calves, sorghum, protein, urea

INTRODUCCIÓN

La ganadería en Uruguay se realiza básicamente sobre pasturas naturales, las cuales presentan una marcada distribución estacional, teniendo como común denominador en todo el país un importante déficit invernal. Esto trae aparejado un fuerte desbalance entre la disponibilidad forrajera y los requerimientos del animal. Este comportamiento se ve reflejado en los bajos índices productivos como es el caso de edad avanzada (4-5 años) de faena de una proporción de los novillos ya que durante el invierno, los animales pierden cantidades importantes de peso que tienden a recuperar entre la primavera y el verano, para volver a perder en el siguiente invierno.

Sumado a esto, en los últimos años en el Uruguay se ha generado una reducción en el área dedicada a la ganadería debido principalmente al crecimiento del área agrícola y forestal, desplazando de esta forma la ganadería a zonas menos fértiles y de menor uso agrícola. Sin embargo, este defasaje entre la oferta y la demanda de forraje es cuantificable y potencialmente corregible mediante estrategias adecuadas de alimentación. Dentro de este marco, la suplementación aparece como una medida de manejo estratégica. Esta práctica se ha visto favorecida por el crecimiento del área agrícola, que trajo aparejado la disponibilidad de maquinaria en la zona este del país, donde hasta hace un tiempo resultaban escasas, permitiendo hoy que el uso de tecnologías como el ensilado de grano húmedo de sorgo esté al alcance de los establecimientos criadores y de ciclo completo.

La tecnología de grano húmedo de sorgo se basa en que permite tener en forma rentable un volumen importante de energía, nutriente de mayor demanda, aunque defi-

ciente en proteína, sobre todo para categorías de animales en crecimiento. Por ello, la inclusión de fuentes proteicas de origen vegetal o de origen sintético (urea) se presenta como una alternativa para incrementar el contenido de proteína de grano húmedo de sorgo, pudiendo mejorar así el desempeño productivo de los animales. En este contexto, el presente trabajo pretende brindar información nacional sobre el efecto de la suplementación en terneros de recría, con silo de grano húmedo de sorgo adicionando fuentes proteicas de origen vegetal y sintético.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad Experimental Palo a Pique (UEPP) perteneciente a INIA Treinta y Tres (S 33° 15' 38.77", W 54° 29' 45.34"). El trabajo de campo se extendió desde el 26 de mayo hasta el 14 de setiembre de 2010 (113 días). El total de precipitaciones durante el período del ensayo fue 397 mm, un 13% por debajo para la serie histórica 1973-2009 (458 mm, Estación Meteorológica Unidad Experimental Paso de la Laguna). Durante el periodo experimental se registraron 36 heladas agrometeorológicas (césped) y 12 heladas meteorológicas (casilla), correspondiendo a valores 6 y 33% mayor, respectivamente, que el promedio de la serie histórica 1973-2009.

El experimento se llevó a cabo sobre 20 ha de CN, reservadas desde fines del verano hacia el otoño. El área se subdividió en 4 potreros de 5 ha cada uno. En el tapiz predominaban especies estivales en estado de madurez, tales como *Paspalum dilatatum* y *Cynodon dactylon*, especies indicadoras de campo bruto regenerado. El potrero contaba con un tamar central al cual los animales de los diferentes tratamientos accedían libremente sin mezclarse. Se utilizaron 64 bo-

vinos cruza Hereford x Aberdeen Angus, categoría terneros de destete (fecha promedio de nacimiento 22/09/2009 \pm 19 días), provenientes del Módulo de Cría de la UEPP (peso inicial promedio 184 \pm 14 kg). Los animales fueron estratificados por PV en 2 bloques (livianos y pesados) y asignados al azar en los tratamientos. Cada tratamiento contó con 5 ha de CN y 16 terneros (dotación 3,2 terneros/ha) manejados en pastoreo continuo. Los tratamientos consistieron en la suplementación diaria de los animales con:

- T1)** Sorgo Grano Húmedo (SGH)
- T2)** SGH + Expeller de Girasol (EG)
- T3)** SGH + EG + Urea (SGH+EG+U)
- T4)** SGH + Urea (SGH+U)

Los animales asignados a los 4 tratamientos fueron suplementados al 1% del PV en base seca de acuerdo a las dietas que se observan en el Cuadro 1. El objetivo fue que las dietas de los tratamientos 2, 3 y 4 fueran iso-proteicas (igual nivel de proteína por kg de MS) con un porcentaje de PC de 16% con una mínima variación en la concentración energética de las dietas. El ajuste final de la proporción de los distintos componentes en cada dieta se estableció en función de los resultados del análisis del valor nutritivo de los suplementos utilizados.

El silo de grano húmedo provino de 6 ha de sorgo granífero (variedad MS 109) cosechadas en el área de rotaciones de la UEPP. El cultivo fue sembrado en siembra directa el 9 de diciembre de 2009, cosechado el 14 de abril del 2010 con 23,4 % humedad. Una vez cosechado, el grano fue quebrado previo al embolsado en condiciones anaeróbicas (*silobag*) utilizando una embolsadora marca Richiger de 6 pies de diámetro. El tiempo de espera entre el embolsado y la apertura del silo para suministro a los animales fue de 30

días. Una mayor descripción y caracterización del silo de grano húmedo se realiza en la sección de Resultados. Los suplementos proteicos utilizados, tanto el EG como la urea (uso agrícola), fueron de origen comercial.

La suplementación se realizó de lunes a domingo durante la mañana. El sorgo se extrajo del silo el mismo día del suministro a los animales, excepto los fines de semana en donde se dejaron las cantidades ya pesadas en bolsas identificadas el día viernes. El agregado de urea se realizó en el momento de la extracción del sorgo de la bolsa de silo, en tanto el expeller se mezcló con el sorgo en el comedero. En ambos casos se realizó un mezclado homogéneo, con las manos. El acostumbramiento al sorgo se realizó durante los 12 días previos al inicio del ensayo sobre CN empezando con 0,5 kg/a/d hasta llegar a 2 kg/a/día (base fresca). El período de acostumbramiento a la urea para los tratamientos 3 y 4 se inició en el día 0 del experimento (5 g/a/d) llegando a 22 y 42 g/a/d a los 14 días en T3 y T4, respectivamente.

Para evitar problemas de parásitos gastrointestinales los animales fueron dosificados previo al comienzo del período experimental. Las drogas suministradas fueron Nitromic® (Nitroxinil) vía subcutánea el día 7 de mayo de 2010, y cuatro días más tarde se dosificó con Ricoverm® (Ricobendazol) vía subcutánea. Las dosis utilizadas fueron las indicadas según el laboratorio fabricante. Adicionalmente, los terneros se vacunaron contra fiebre aftosa, siendo ésta de carácter obligatorio en el país. En la mitad del experimento se tomaron muestras de heces del recto de un 25% de los animales (4 animales/tratamiento) y se enviaron a laboratorio para análisis copro-parasitario. Posteriormente se dosificó la totalidad de los anima-

Cuadro 1. Composición porcentual del suplemento de los distintos tratamientos (base seca)

Ingredientes (%)	Tratamientos			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
Sorgo grano húmedo (SGH)	100	75,0	86,6	97,7
Urea (U)	-	-	1,2	2,3
Expeller Girasol (EG)	-	25,0	12,2	-

¹SGH, ²SGH + EG, ³SGH + EG + U, ⁴SGH + U.

les del experimento debido a que el número de huevos por gramo de materia fecal (HPG) superó los 300 en el 50% + 1 de los animales en al menos un tratamiento. Los fármacos utilizados fueron Bifetacel 10%® (Fenbendazol) por vía oral y Cydectin NF® (Moxidectin) utilizando las dosis indicadas por el laboratorio fabricante. Con el objetivo de chequear la eficiencia de la dosificación antihelmíntica, 12 días más tarde de la misma se realizaron muestreos para análisis coprológico, obteniéndose resultados por debajo de 300 HPG en todas las muestras extraídas (4 animales por tratamiento).

La disponibilidad de forraje en el CN se determinó cada 28 días totalizando 5 fechas de muestreo (0, 28, 56, 84, 112 d). Se realizó a través de corte al ras del suelo con tijera manual, de diez cuadros de 50 x 20 cm por tratamiento. El muestreo fue realizado en forma dirigida, intentando seleccionar áreas representativas del potrero. Previo al corte de cada cuadro se registró la altura promedio del tapiz a ser muestreado. Se determinó a través de 5 mediciones sobre cada área dentro del rectángulo de corte (en los 4 ángulos y 1 en el medio) utilizando una regla graduada. En el laboratorio, cada corte se pesó fresco individualmente y luego se procedió a mezclar todos los cortes por tratamiento formando una muestra compuesta por tratamiento. De cada muestra se extrajeron 3 sub-muestras de aproximadamente 200 g cada una. Dos sub-muestras fueron colocadas en estufa hasta peso constante (48 horas) a una temperatura de 60 °C. Luego por diferencia entre peso fresco y peso seco se determinó el porcentaje de MS de la pastura, el cual fue utilizado para el cálculo de la disponibilidad de forraje. En la restante sub-muestra se separó manualmente la fracción verde y seca, las cuales fueron secadas individualmente siguiendo el procedimiento antes mencionado. Las muestras de MS (general) y de las fracciones verde y seca de las fechas de muestreo 0, 56 y 112 días se enviaron al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela. Se realizaron los análisis de MS por secado de la muestra a 104 °C (AOAC, 1984), digestibilidad de la MO (DMO) «in vitro» según método de Tilley y Terry (1963), PC por método Kjeldahl (AOAC,

1984), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) según método de Van Soest *et al.* (1991), y cenizas por incineración de la muestra a 550 °C (AOAC, 1984).

A inicio, mitad y fin del experimento se tomó una muestra del EG y otra del SGH y se enviaron al Laboratorio Analítico Agroindustrial (Paysandú) para análisis de MS, PC y FDA. Adicionalmente, en 6 ocasiones se tomó una muestra compuesta de 500 g del silo de grano húmedo y se separaron manualmente las fracciones físicas correspondientes a grano entero, partido y molido. Cada fracción se pesó en base fresca y se expresó porcentualmente. La acidez del silo (pH) se registró en 5 ocasiones utilizando un pH-metro manual colocado en 3 posiciones (arriba, centro y abajo) en la boca del silo.

Los animales se pesaron llenos (sin desbaste) cada 14 días (0, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 y 112 día) a primera hora de la mañana. Con dicha pesada se ajustó la cantidad de suplemento por animal en función de la evolución del PV. Adicionalmente, se pesaron vacíos (12 h de ayuno) en las pesadas correspondientes a 0, 28, 56, 84 y 112 días. Los animales fueron retirados de las parcelas todos al mismo tiempo, para luego ser pesados. Una vez por mes (junio, julio, agosto y setiembre) se registró el área de ojo de bife (AOB) y el espesor de grasa subcutánea de todos los animales a través de ultrasonografía en el músculo *Longissimus dorsi*.

Las variables disponibilidad de forraje y altura del tapiz se analizaron según un diseño completamente al azar, usando un modelo que evaluó el efecto del tratamiento en cada fecha de muestreo y promediando sobre todo el período experimental. En cada fecha de muestreo cada sub-muestra (rectángulo) fue considerada como una repetición dentro de cada tratamiento. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Siendo:

Y_{ij} = disponibilidad de forraje o altura de tapiz ($i= 1, 2, 3, 4$ tratamientos; $j= 1, 2, \dots, 9, 10$ repeticiones)

μ = media general

α_i = efecto del i-ésimo tratamiento (i = 1, 2, 3, 4)

ε_{ij} = error experimental

Adicionalmente, se evaluó el efecto de la fecha de muestreo en la altura y disponibilidad de forraje (promediando sobre los tratamientos) con el objetivo de describir la evolución de las características de la pastura en el tiempo. En todos los casos se utilizó el procedimiento GLM de SAS, realizando comparación de medias mediante test de Tukey cuando el análisis de varianza fue significativo ($P < 0,05$). Se estudió la asociación entre la altura del tapiz y la disponibilidad de forraje utilizando un modelo de regresión lineal del tipo: $y = a + bx$; siendo y = forraje disponible, y x = altura del tapiz. Los resultados de verde/seco y el valor nutritivo de la pastura (calidad) se describieron y analizaron numéricamente.

En las variables registradas en el animal el análisis estadístico se realizó en base a un diseño con bloques completos al azar. Los animales fueron distribuidos en bloques según su PV inicial (bloque 1: 159-183 kg; bloque 2: 184-228 kg) y luego asignados al azar en los distintos tratamientos. El PV, AOB, y espesor de grasa subcutánea fueron analizadas como medidas repetidas con el procedimiento MIXED de SAS siendo el modelo utilizado:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + \sigma_{il} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : evolución de peso, ganancia media diaria, AOB, espesor de grasa subcutánea y altura de anca del j-ésimo bloque perteneciente al i-ésimo tratamiento en el k-ésimo período.

μ : media general

α_i : efecto fijo del i-ésimo tratamiento (j = 1, 2, 3,4)

β_j : efecto fijo del j-ésimo bloque (i = 1, 2)

γ_k : efecto fijo del k-ésimo período (k = 1,2,3,4,5)

$(\alpha\beta)_{ij}$: efecto de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque

$(\alpha\gamma)_{ik}$: efecto de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y k-ésimo período

$(\beta\gamma)_{jk}$: efecto de la interacción entre el j-ésimo bloque y k-ésimo período

σ_{il} : efecto aleatorio del l-ésimo animal en el i-ésimo tratamiento

ε_{ijk} : error experimental

Las medidas de ultrasonografía (AOB y espesor de grasa subcutánea) fueron corregidas por sus respectivos valores iniciales (covariable inicial). El análisis de la ganancia diaria promedio de peso (kg/animal/día) se realizó de dos maneras. En primer lugar se corrigió utilizando un modelo de regresión lineal tipo: $y = a + b(x)$; siendo y = PV; a = PV inicial, b = ganancia de peso; y x = días entre pesadas (regresión de PV en el tiempo). En segundo lugar, también se calculó considerando la diferencia entre el PV final e inicial de los animales sobre el total del período (sin considerar las pesadas intermedias). Tanto la ganancia diaria promedio de peso (113 d) como la ganancia registrada en cada período (28 d) comprendido entre pesadas de los animales vacíos se analizó utilizando el comando PROC GLM con los efectos fijos del tratamiento y bloque, y la interacción entre ambos, de acuerdo al modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} : ganancia media diaria de peso

μ : media general

α_i : efecto fijo del i-ésimo tratamiento (j = 1, 2, 3,4)

β_j : efecto fijo del j-ésimo bloque (i = 1, 2)

$(\alpha\beta)_{ij}$: efecto de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque

ε_{ijk} : error experimental

En todos los casos, cuando un efecto fue significativo ($P < 0,05$) fue utilizado el Test de Tukey o el comando LSMEANS/PDIFF para comparación de medias. Cuando existieron interacciones significativas entre efectos fijos, el análisis de las mismas se priorizó sobre el análisis de los efectos fijos individuales.

RESULTADOS

Pasturas

El Cuadro 2 presenta la información detallada de la disponibilidad de forraje en cada tratamiento por fecha de muestreo. La disponibilidad forrajera inicial mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre T4 (4177 kg MS/ha) y T2 (2342 kg MS/ha), no existiendo otras diferencias ($P > 0,05$) entre los tratamientos. En las siguientes fechas de muestreo no se encontraron diferencias en el forraje disponible entre tratamientos. La diferencia establecida en el disponible inicial repercutió en el promedio por tratamiento en todo el período, determinando diferencias ($P < 0,05$) entre T4 (3447 kg MS/ha) con respecto a T2 (2497 kg MS/ha) y T3 (2517 kg MS/ha). El T1

(2847 kg MS/ha) no presentó diferencias ($P > 0,05$) de disponibilidad promedio de forraje con el resto de los tratamientos.

En función de la disponibilidad de forraje promedio, la dotación y la duración del experimento se estimó la asignación de forraje por animal y por día, correspondiendo a valores de 7,9 (T1), 6,9 (T2), 6,95 (T3) y 9,5 (T4) kg MS/animal/día (no se consideró el crecimiento diario de la pastura). Dichos valores están en el rango de asignación diaria de forraje de 4,0-5,5% del PV en función de la evolución de peso de los animales.

La evolución de la altura del tapiz acompañó la misma tendencia que la evolución del forraje disponible, disminuyendo a medida que avanzó el período experimental (Figura 1). No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) de altura entre tratamien-

Cuadro 2. Disponibilidad forrajera (kg MS/ha) por fecha de muestreo para cada tratamiento (media \pm desvío estándar)

Fecha de muestreo	Tratamientos			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
27/5/2010	3324 \pm 1458 ab	2342 \pm 909 a	2830 \pm 1156 ab	4177 \pm 1276 b
24/6/2010	3022 \pm 2131	2540 \pm 1017	2553 \pm 865	3722 \pm 1573
26/7/2010	3222 \pm 1378	2727 \pm 999	2757 \pm 1563	4202 \pm 1971
19/8/2010	3123 \pm 2220	2767 \pm 1041	2382 \pm 629	2838 \pm 925
15/9/2010	1543 \pm 1108	2110 \pm 843	2065 \pm 953	2296 \pm 915

¹SGH, ²SGH+EG, ³SGH+EG+U, ⁴SGH+U.

Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos.

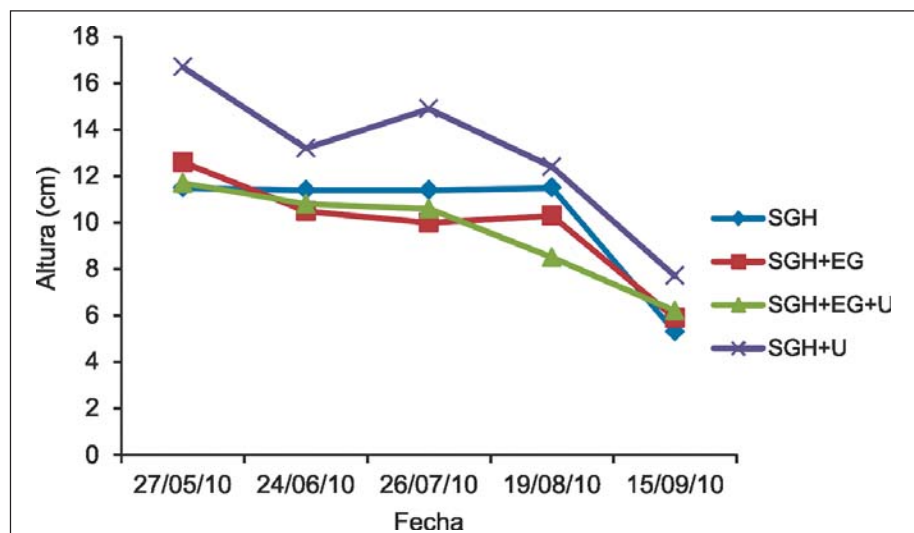


Figura 1. Evolución de la altura del tapiz por tratamiento y fecha de muestreo.

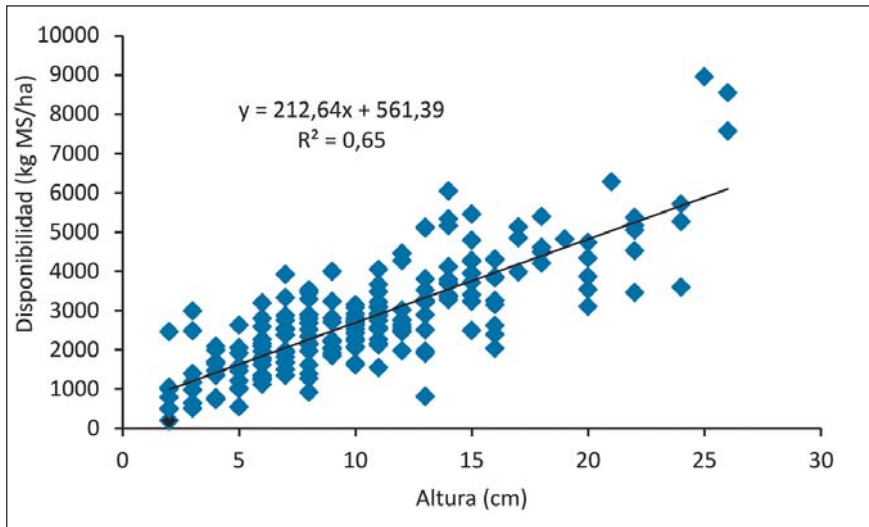


Figura 2. Relación entre altura y disponibilidad del forraje durante el periodo experimental.

tos por fecha de muestreo, únicamente al inicio del ensayo el T4 mostró una tendencia ($P=0,09$) a ser mayor que los restantes. Al promediar la altura en todo el período el valor registrado en T4 (12,98 cm) mostró diferencias significativas ($P<0,05$) con el promedio de altura de los restantes tratamientos (9,88 cm). Se encontró una correlación positiva y alta ($r=0,80$) entre la disponibilidad forrajera y la altura del forraje, lo que indica que valores de altura mayores se traducen en más kg MS/ha. Cada cm de incremento de altura representó 213 kg MS/ha en el rango de 2 a 26 cm (Figura 2).

El porcentaje promedio de fracción verde entre tratamientos en el forraje ofrecido al inicio y fin del experimento fue de 55 y 38%, respectivamente, sin diferencias entre tratamientos. Si se calcula la asignación de fo-

rraje verde por animal y por día promedio para todo el período, los valores serían de 2,95, 2,97, 2,22, 3,59 kg MS/animal/día, para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. Los kg MS de la fracción verde/ha no presentaron diferencias significativas ($P>0,05$) por fecha de muestreo entre tratamientos.

Como no se encontraron diferencias en la calidad del CN entre los tratamientos, los datos presentados en el Cuadro 3 son valores promedios de los 4 tratamientos por fecha de muestreo. La evolución de los valores de calidad del CN no mostró variaciones importantes en las diferentes fechas de muestreo. Los valores de proteína cruda (PC) al inicio del experimento se encuentran dentro de lo esperado para este tipo de pastura, al igual que su evolución, donde se puede observar una disminución de este valor ha-

Cuadro 3. Composición química del forraje del campo natural (media \pm desvío estándar)

Parámetro (%)	Fecha de muestreo		
	27/5/2010	26/7/2010	15/9/2010
DMO ¹	31,3 \pm 3,7	31,4 \pm 2,3	34,8 \pm 2,6
FDA ²	52,0 \pm 2,7	51,1 \pm 1,5	48,9 \pm 1,7
FDN ³	72,9 \pm 1,1	73,3 \pm 1,0	69,8 \pm 1,9
CEN ⁴	11,8 \pm 1,0	11,8 \pm 1,0	15,3 \pm 2,0
PC ⁵	6,6 \pm 0,5	5,7 \pm 0,2	6,9 \pm 0,3

¹Digestibilidad de la Materia Orgánica, ²Fibra Detergente Ácido, ³Fibra Detergente Neutro, ⁴Cenizas, ⁵Proteína Cruda.

Cuadro 4. Calidad de las fracciones verde y seca por fecha de muestreo

Parámetro (%)	Fecha de muestreo					
	27/5/2010		26/7/2010		15/9/2010	
	Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco
DMO ¹	42,5	22,4	47,4	28,8	52,3	28,6
FDA ²	44,4	55,5	40,7	52,9	37,6	53,0
FDN ³	70,5	74,9	67,6	75,3	68,7	68,3
CEN ⁴	11,4	13,9	10,1	12,2	11,1	16,7
PC ⁵	9,1	5,2	8,8	6,3	12,0	5,4

¹Digestibilidad Materia Orgánica, ²Fibra Detergente Acido, ³Fibra Detergente Neutro, ⁴Cenizas, ⁵Proteína Cruda.

cia la mitad del invierno debido a una reducción de la fracción verde y hacia el final un aumento de ésta con un correspondiente aumento de PC.

La composición química de las fracciones del CN verde y seca presentaron variaciones importantes entre ellas. Se encontró una mayor digestibilidad y % de PC de la fracción verde respecto al seco, parámetro de especial importancia en la categoría de terneros (Cuadro 4).

Suplementos

Los valores del análisis físico del ensilaje de grano húmedo de sorgo no mostraron variaciones importantes a lo largo del período experimental, predominando el porcentaje de grano molido (58,6%) y quebrado (39,4%), mientras que el valor promedio de pH fue 4,9. Promediando sobre tres fechas de muestreo la energía metabolizable del sorgo y expeller

de girasol fue $3,26 \pm 0,05$ y $2,34 \pm 0,12$ Mcal/kg MS, respectivamente. En lo que refiere a proteína cruda los valores fueron $9,1 \pm 0,8\%$ (sorgo) y $34,7 \pm 3,5\%$ (expeller girasol). Los valores ofrecidos a diario de suplemento por tratamiento por animal se presentan en el Cuadro 5.

La concentración y el consumo de proteína y energía de la mezcla de suplementos ofrecidos diariamente a los animales se observa en el Cuadro 6. Los tratamientos que incluyeron una fuente proteica fueron considerados iso-proteicos con un rango de variación mínimo de 15,2-15,5% PC y se diferenciaron del tratamiento testigo de sólo grano húmedo (9,1% PC). Los suplementos presentaron una variación menor desde el punto de vista energético (3,03-3,26 Mcal EM/kg MS) que no fue corregida. Los % del nitrógeno (N) total que se suministraron en forma de urea en los suplementos de los T3 y T4 equivalen al 21% y 41% respectivamente.

Cuadro 5. Suplemento ofrecido a diario por animal (promedio en todo el período)

Tratamientos ³	Sorgo		Expeller Girasol		Urea		Total	
	Kg MS ¹	% MS ²	Kg MS	%MS	Kg MS	%MS	Kg	MS
T1	1,65	(100)	-	-	-	-	1,65	(100)
T2	1,32	(75,0)	0,44	(25,0)	-	-	1,76	(100)
T3	1,52	(86,7)	0,21	(12,2)	0,02	(1,2)	1,75	(100)
T4	1,71	(97,7)	-	-	0,04	(2,3)	1,75	(100)

¹Kg MS aportado diariamente a la mezcla, ²% de MS aportado diariamente a la mezcla, ³total de Kg MS de suplemento ofrecidos a diario por animal, T1 = SGH, T2 = SGH+EG, T3 = SGH+EG+U, T4 = SGH+U.

Cuadro 6. Consumo y concentración de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) del suplemento ofrecido a los animales (promedio en todo el período)

Parámetro	Tratamiento			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
PC, g/a/d	151	273	270	266
PC, g/Kg MS	91	155	154	152
EM, Mcal/a/d	5,37	5,32	5,43	5,57
EM, Mcal/Kg MS	3,26	3,03	3,11	3,18

¹SGH, ²SGH+EG, ³SGH+EG+U, ⁴SGH+U.

Producción Animal

En la Figura 3 se presenta la evolución de peso vivo (PV) de cada tratamiento, siendo el PV inicial promedio entre tratamientos de 172±14 kg. La evolución de PV presentó dos períodos claramente diferenciados para todos los tratamientos, con una disminución del PV hacia la mitad del período (20/07), teniendo un punto de inflexión en dicha fecha para luego aumentar hacia el final del ensayo. En las dos primeras fechas de pesada (26/05 y 22/06) no se observaron diferencias significativas (P>0,05) entre los tratamientos, pero en las siguientes pesadas (20/7, 18/8 y 16/9) se apreciaron diferencias estadísticas (P<0,05). Los animales del T1 registraron un PV final significativamente (P<0,05) menor que el promedio de los ani-

males en el resto de los tratamientos (176±18 y 195±19 kg respectivamente).

La ganancia diaria de peso por período fue reflejo de la evolución de PV de los animales (Cuadro 7). Existieron 2 períodos claramente diferenciados: uno de pérdida de peso (27 de mayo al 26 de julio, 55 días) y otro de ganancia de peso (26 de julio al 15 de setiembre, 58 días). En el primer período existieron diferencias estadísticas (P<0,05) del T1 con los restantes tratamientos, ocurriendo lo mismo en el segundo período. Con respecto a los que contaron con suplementación nitrogenada (T2, T3 y T4) se revelaron diferencias significativas (P<0,05) solamente en el segundo período entre T3 y T4. En promedio la ganancia de peso de los animales suplementados sin fuentes proteicas fue significativamente menor que el promedio de

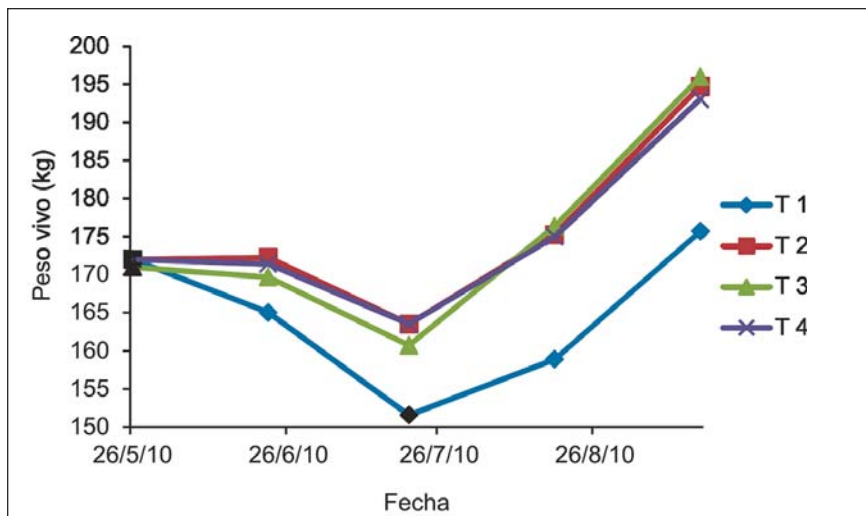


Figura 3. Evolución de peso de los terneros durante el periodo experimental. T1 = SGH, T2 = SGH+EG, T3 = SGH+EG+U, T4 = SGH+U.

Cuadro 7. Ganancia diaria (kg/a/d) por tratamiento y por período (media \pm desvío estándar)

Periodos	Tratamientos			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
0 - 55 días	-0,378 \pm 0,133 a	-0,160 \pm 0,091 b	-0,195 \pm 0,158 b	-0,163 \pm 0,238 b
55 - 113 días	0,416 \pm 0,092 a	0,538 \pm 0,143 bc	0,607 \pm 0,102 b	0,509 \pm 0,124 c
0-113 días	0,03 \pm 0,088 a	0,190 \pm 0,089 b	0,217 \pm 0,103 b	0,182 \pm 0,165 b

¹SGH, ²SGH+EG, ³SGH+EG+U, ⁴SGH+U.

los animales suplementados con EG y/o urea (0,030 y 0,199 kg/animal/día, respectivamente), no existiendo un efecto significativo de la fuente de proteína ($P>0,05$). Cabe mencionar que no hubo un efecto del bloque ni interacción tratamiento por bloque en las ganancias diarias de peso.

Para el cálculo de la eficiencia de conversión del suplemento se consideró un tratamiento testigo «teórico» sin suplementación, aunque dicho tratamiento no existió en el diseño del experimento. El desempeño de los animales en ese tratamiento se estimó en función de la calidad del CN, categoría y peso de un animal supuesto en el programa NRC 1996. Como resultado se estimó una pérdida de 0,200 kg/a/día en condiciones de pastoreo sobre CN sin suplementación. Pérdidas de peso similares a CN en la unidad experimental en años anteriores fueron encontrados por Rovira y Velazco (2010b), Straumann *et al.* (2003), Quintans *et al.* (1994). La eficiencia de conversión de los animales suplementados con SGH y fuentes proteicas correspondió a 4,5 (SGH+EG); 4,3 (SGH+EG+U) y 4,6 (SGH+U) kg de suplemento por kg de peso vivo adicional comparado con el tratamiento testigo «teórico», siendo mejor que aquella registrada por los animales suplementados sólo con SGH (7,3).

No hubo diferencias significativas en área de ojo de bife (AOB) y espesor de grasa subcutánea entre tratamientos ($P>0,05$) (Cuadros 8 y 9). El AOB tendió a incrementarse en forma numérica a lo largo del período experimental desde 24 cm² al inicio hasta 28 cm² al final del experimento, promediando sobre tratamientos. En el caso de la evolución de la cobertura de grasa se observó una recuperación de los valores hacia el final del experimento luego de sufrir una disminución en las fechas intermedias.

El Cuadro 10 es un ejercicio del resultado económico de la suplementación medido a través del margen bruto por animal considerando únicamente los costos asociados al suplemento. A tales efectos se incluyó un tratamiento teórico sin suplementación (T0) sobre campo natural en donde acorde a los resultados de la investigación se puede esperar una pérdida de 0,200 kg/a/d (20 kg en 100 días del invierno). La sustitución parcial o total de expeller de girasol por urea mejoró el resultado económico de la suplementación debido al alto aporte de equivalente proteico de la urea que permitió disminuir la proporción de la fuente de proteína en la mezcla (que siempre va a ser más cara que el sorgo). El incremento absoluto (dólares/tonelada) del costo del suplemento por la adición

Cuadro 8. Evolución del área de ojo de bife (cm²) por tratamiento (media \pm desvío estándar)

Fechas	Área de Ojo de Bife (cm ²)			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
1/6/2010	23,89 \pm 3,58	23,86 \pm 3,94	23,66 \pm 3,58	24,21 \pm 2,55
9/7/2010	26,11 \pm 4,74	26,00 \pm 3,51	26,32 \pm 3,96	25,78 \pm 3,65
12/8/2010	24,53 \pm 4,70	26,36 \pm 4,15	26,62 \pm 3,58	26,54 \pm 3,21
16/9/2010	26,11 \pm 3,75	28,09 \pm 4,19	28,00 \pm 3,87	28,71 \pm 3,74

¹SGH, ²SGH+EG, ³SGH+EG+U, ⁴SGH+U. No se registraron diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 9. Evolución del espesor de grasa (mm) subcutánea por tratamiento (media \pm desvío estándar)

Fechas	Grasa subcutánea (mm)			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
1/6/2010	2,34 \pm 0,24	2,37 \pm 0,35	2,44 \pm 0,28	2,59 \pm 0,36
9/7/2010	2,42 \pm 0,32	2,56 \pm 0,27	2,64 \pm 0,23	2,61 \pm 0,25
12/8/2010	2,31 \pm 0,15	2,42 \pm 0,36	2,55 \pm 0,28	2,49 \pm 0,23
16/9/2010	2,59 \pm 0,26	2,79 \pm 0,47	2,64 \pm 0,23	2,49 \pm 0,29

¹SGH, ²SGH+EG, ³SGH+EG+U, ⁴SGH+U. No se presentó diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 10. Análisis económico de la suplementación (Precios de referencia invierno 2010)

	Tratamiento ¹				
	T0	T1	T2	T3	T4
Precio del suplemento ² (U\$S/ton)	-	100	140	124	108
Costo diario suplementación ³ (U\$S/a)	-	0,17	0,25	0,22	0,19
Costo suplementación en 100 días (U\$S/a)	-	17	25	22	19
Peso vivo agregado en 100 días ⁴ (kg/a)	-20	23	39	42	38
Valorización kg producidos (U\$S/a) ⁵	-36	41	70	76	68
Margen Bruto (U\$S/a) ⁶	-36	24	45	54	49

¹T0: tratamiento teórico sin suplemento; T1: SGH; T2: SGH+EG, T3: SGH+EG+U, T4: SGH+U.

²Sorgo: 100 U\$S/ton; expeller de girasol 260 U\$S/ton, urea 460 U\$S/ton. Mezclas según Cuadro 1.

³Según cantidades realmente suministradas (Cuadro 5)

⁴Según desempeño productivo real (Cuadro 7). En T0 se estima pérdida de 0,200 kg/a/d

⁵Valor de referencia Asociación Consignatarios de Ganado: 1,80 U\$S/kg

⁶ Valorización kg producidos – costo de la suplementación en 100 días

de una fuente proteica fue compensado por la mejora en el desempeño productivo de los animales que determinó una mayor valorización de los kg producidos durante el periodo de suplementación.

DISCUSIÓN

La alta disponibilidad promedio al inicio del período experimental entre tratamientos (3168 kg MS/ha) se puede atribuir a la subutilización del forraje durante los meses previos, que permitió transferencia de éste hacia el invierno. Los valores de forraje diario total asignado por animal (entre 6,9 y 9,5 kg MS/a/d) no fueron limitantes para el consumo en ninguno de los tratamientos, tomando en cuenta lo mencionado por Rovira (1996) y Santini y Rearte (1997). Es importante señalar que la altura del forraje disponible tampoco habría sido restrictiva para el consumo

animal, habiéndose registrado en todas las mediciones alturas promedio superiores a los 6 cm (Berretta, 2005).

Si bien la disponibilidad y/o altura de forraje no habría sido limitante para el consumo animal, éste podría haber sido afectado por la calidad de la pastura, debido a su alto contenido de fibra detergente neutro (FDN). Esto estaría relacionado con que la proporción de la fracción verde fue muy baja, lo que concuerda con lo obtenido por Quintans *et al.* (1994). Estos autores comentan que esta situación se repite cada invierno, donde la oferta de forraje es de muy baja calidad, compuesta principalmente por restos secos que se acumulan desde el verano y otoño, y que presentan una digestibilidad muy baja, asociada a la predominancia de gramíneas estivales perennes en la pastura (Ayala y Bermúdez, 2005). En esta situación sería esperable que la limitante al con-

sumo sea de orden físico (por llenado del rumen) (Santini y Rearte, 1997).

La composición química del CN no presentó grandes variaciones a lo largo del período experimental y se encuentra dentro del rango presentado por Mieres *et al.* (2004) sobre calidad de CN. Los valores de proteína cruda (PC) total en la pastura son inferiores al 7%, y de acuerdo a Caton *et al.* (1988) y Delcurto *et al.* (1990) serían limitantes para el consumo animal, ya que se afectaría la actividad de los microorganismos del rumen, la degradación de la fibra y reduciría la tasa de pasaje (Santini y Rearte, 1997). Tanto la composición química del SGH como del EG estuvieron dentro del rango esperado (Cecava, 1995). Con respecto a la variación en el contenido de PC del EG, esto puede ser atribuible a que es un subproducto industrial y a que las partidas del proveedor pudieron ser de diferentes orígenes. Además, Kingsley (1977) resalta que la calidad del EG puede variar como resultado del proceso de elaboración, debido a la cantidad de calor utilizado en la extracción del aceite. Los valores de urea aportados a la dieta, siempre estuvieron por debajo de los niveles máximos tolerados (Escalona *et al.* 2007; Repetto *et al.* 2003; Emerick, 1993), no presentándose a lo largo del experimento ningún episodio de intoxicación en los animales.

Las pérdidas de ganancias diarias registradas en el primer período (0-55 días) podrían ser explicadas por el acostumbramiento a la suplementación y/o factores climáticos. Si bien las precipitaciones estuvieron 13% por debajo de la serie histórica en todo el experimento, concretamente en julio llovió un 23% por encima de lo normal, mientras que las temperaturas medias y mínimas registradas en junio, julio y agosto estuvieron por debajo del promedio de la serie histórica y se registró un mayor número de heladas. Todos estos factores según Arias (2008) pueden afectar la producción animal y podrían explicar las menores ganancias diarias en el primer período. Para los tratamientos con urea, Owens y Zinn (1993) mencionan que el acostumbramiento suele descender ligeramente el consumo y rendimiento durante un mes aproximadamente cuando los animales inician el consumo de una dieta que contie-

ne urea, debido posiblemente a un menor aporte de aminoácidos esenciales procedentes de la proteína de la dieta que escapa de la digestión ruminal. Posteriormente suele mejorar el rendimiento cuando los animales se adaptan a la urea. Otro factor a tener en cuenta sería la calidad de la pastura en el primer período, que fue algo menor, debido a que una mala calidad forrajera se relaciona con una digestión más lenta y un lento pasaje de la digesta a través del aparato digestivo (Fick *et al.* 1973). En el segundo período se registraron valores positivos de ganancias diarias que se pueden atribuir a la disminución de la severidad y frecuencia de temperaturas extremas y a una mejor calidad de la pastura.

Las diferencias de peso de los tratamientos que contaron con adición de fuentes proteicas con respecto al tratamiento testigo, sólo con sorgo, demostraron que la deficiencia de proteína pudo ser una limitante para el crecimiento animal. Estos resultados son similares a los encontrados por Rovira y Velazco (2010), los cuales registraron un efecto significativo de la adición de fuentes proteicas al SGH en la ganancia de peso individual comparado con la suplementación sólo con SGH sin fuente adicional de proteína (391 y 248 g/animal/día respectivamente) en terneros pastoreando CN durante invierno. Ochoa y Vidal (2004) trabajando con suplementación proteica en terneras de destete sobre CN, también concluyeron que la suplementación invernal con alimentos ricos en proteína se traduce en diferencias significativas, tanto en ganancia diaria como en peso final, con respecto a aquellos animales que no reciben suplemento. Los efectos al suplementar con nitrógeno (N) a una dieta carente de él, se pueden deber, independientemente de la fuente usada (nitrógeno no proteico o proteína verdadera), a una corrección de una deficiencia de N ruminal. Esto permitiría un incremento en el flujo de N no amoniacal al duodeno, ya sea proteína microbiana o proteína no digestible en el rumen (McCollum y Horn, 1990). Según Hannah *et al.* (1991), Oliveira *et al.* (2010) y Figueiras *et al.* (2010) la suplementación proteica permitiría mejorar los procesos de digestión, aumentando la degradabilidad

efectiva de la MS, la PC y la FDN, lo que aceleraría la tasa de pasaje y reduciría el tiempo medio de retención en rumen, permitiendo que el animal aumente su ingesta de nutrientes. Esta optimización del uso de forrajes de baja calidad se lograría cuando los suplementos consiguen elevar el nivel de proteína de la dieta a valores de por lo menos 9 a 10% según Sampaio (2007) y Figueiras *et al.* (2010).

Las diferencias de ganancias encontradas al suplementar con SGH más fuentes nitrogenadas podrían deberse a la sincronización lograda al proporcionar al sistema ruminal las fuentes de proteína y energía en forma simultánea y en las cantidades requeridas a fin de optimizar su utilización por la microbiota asociada; teóricamente de esta forma se lograría el máximo crecimiento microbiano y el mayor aporte de nutrientes para el animal (Repetto y Cajarville, 2009). Sin embargo, algunos trabajos indican que la sincronía de nutrientes ruminal no es importante debido a que el reciclaje del N al rumen y otros mecanismos fisiológicos mitigan a corto plazo variaciones en el suministro de N ruminal (Cole y Todd, 2007). Si la tasa de degradación de proteínas es superior a la de fermentación de los hidratos de carbono, grandes cantidades de N se convierten en amoníaco, que será absorbido hacia la corriente sanguínea y podría causar intoxicación por NH_3 (Schingoethe, 1993; Sewell, 1993).

Para mitigar los efectos de la rápida degradación de la urea, se podría plantear la utilización de compuestos de liberación lenta (biuret, materiales recubiertos, urea con formaldehído o melazas) o la distribución frecuente del alimento, el cual mejoraría la eficiencia de multiplicación de los microbios del rumen. Hay que tener en cuenta que algu-

nos autores como Owens y Zinn (1993) mencionan que, aunque el frenado de la tasa de liberación de amoníaco para conseguir que se mantenga más paralela a la tasa con que se dispone de energía para la multiplicación bacteriana, no logra mejorar la utilización del N ni el rendimiento del vacuno en pruebas de campo o de laboratorio. La liberación lenta del amoníaco no mejora el consumo de alimento en los animales, ni la digestibilidad, retención de N o rendimiento. Aparentemente, el sistema para el reciclado de N hacia el rumen compensa fácilmente la rapidez en la liberación de amoníaco. Resultados obtenidos por Beraza *et al.* (2010) en novillos y terneros alimentados a corral, no encontraron diferencias significativas en ganancias diarias al comparar distintas fuentes de nitrógeno no proteico (NNP): urea con Optigen, la combinación de ambos y éstas con proteína vegetal.

En general, es de esperar un efecto de adición con estímulo al incorporar suplementos proteicos a la dieta que tiene como base pasturas de baja calidad (Pigurina, 1994), debido a que la suplementación nitrogenada mejora la digestibilidad, aumenta la tasa de pasaje y aumenta el consumo voluntario al



La sustitución parcial de proteína de origen vegetal (expeller de girasol) por nitrógeno no proteico (urea) no afectó el desempeño productivo de terneros suplementados con grano húmedo de sorgo sobre campo natural en invierno.

incrementar el nivel de PC de la dieta (Fick *et al.* 1973; Bohnert *et al.* 2007). Si bien en nuestro caso no podemos aseverar dicha respuesta, debido a que no se determinó el consumo de pastura, la misma podría haberse dado en los tratamientos suplementados con N, permitiendo obtener mejores ganancias diarias en estos terneros, confirmando así la primera hipótesis del trabajo en la cual la adición de fuentes nitrogenadas al SGH mejora el desempeño productivo de terneros suplementados sobre CN.

Los tratamientos con suplementación proteica no revelaron diferencias significativas de ganancia de peso entre sí, dejando de manifiesto que la fuente de proteína no influiría en el desempeño productivo de los animales en los niveles evaluados. Esto puede ser debido a que los microorganismos del rumen son capaces de utilizar como fuente de N para la síntesis de sus propias proteínas, tanto proteína de la dieta, como NNP (Yokoyama y Johnson, 1993; Broderick, 2010). Esta particularidad hace que los rumiantes puedan obtener ganancias de peso cuando son suplementados con urea como único suplemento nitrogenado (Hennessy y Williamson, 1990). Tieri *et al.* (2010) trabajando con terneros a corral concluyeron que a mayor nivel de proteína, mayor la ganancia y eficiencia, y que la inclusión de urea en un 1% de la dieta, se mostró inferior en la ganancia diaria y en la eficiencia de conversión que su tratamiento iso-nitrogenado a base de proteína vegetal (misma PC 15%); sin embargo cuando se suministró urea en un 0,5% de la dieta no presentó diferencias significativas. Hennessy y Williamson, (1990) evaluaron el efecto de la urea en el consumo y desempeño de bovinos pastoreando forraje de baja calidad y observaron mayores ganancias en las tasas más bajas de consumo de urea (15 y 23 g/animal/día) que los de las tasas más altas (42 y 53 g/animal/día). Esto indicaría que la utilización de la urea sería posible dentro de determinados porcentajes de la proteína total para optimizar la producción animal. En nuestro caso, el aporte de proteína proveniente de la urea, expresado como porcentaje de la proteína total fue de 21% en el T3 y de 41% en el T4, en estos niveles de sustitución de EG por urea como

fuentes nitrogenadas no se observó un efecto significativo en el desempeño productivo de terneros sobre CN suplementados con SGH, tal como fue planteado en la segunda hipótesis. En definitiva, lo que determina la producción animal es la masa o actividad microbiana en el rumen, por lo tanto la urea sería útil como fuente de N rápidamente disponible ajustando las cantidades a suministrar y su sincronía con una fuente energética.

Según Sewell (1993), el uso de urea para aumentar el nivel de proteína de las raciones de alta energía por encima de 12 a 13% PC en base a MS, rara vez da un aumento en el rendimiento del ganado joven, mientras que el uso de proteínas vegetales para aumentar la proteína de este nivel a menudo aumentó la ganancia de los terneros livianos. Esto se debe a que la urea no tiene valor si las bacterias del rumen ya tienen suficiente NH_3 , por lo tanto, no sería lógico esperar que un suplemento no proteico elevara el nivel de proteína efectiva de la ración una vez que las bacterias en el rumen no pueden convertir el NH_3 adicional. Pordomingo (1993) y Gómez *et al.* (1995) mencionan que las fuentes de NNP como la urea se utilizan con menor eficiencia que la proteína verdadera por los rumiantes. Ello es debido a que la degradabilidad de esta última en rumen es más lenta adecuándose mejor a la fermentación de los otros componentes de la dieta. Además, estos suplementos presentan cierto porcentaje de la proteína total bajo la forma de proteína sobrepasante, necesaria sobre todo en animales de alto potencial de producción, y también aportan energía a diferencia de la urea. Broderick y Reynal (2009) en vacas lecheras encontraron que cuanto mayor es la sustitución de proteína verdadera degradable en rumen (harina de soja) con la de NNP (urea) se reduce el aumento de peso, se deprime el consumo de MS y disminuye el rendimiento de los componentes de la leche. Estos resultados se lo asignaron a que probablemente el N amoniacal no satisface por sí solo los requisitos microbianos de aminoácidos y péptidos, reduciendo así la formación de proteína en el rumen. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en los tratamientos 2 y 3 del presente experimento se utilizó como fuente de pro-

teína verdadera expeller de girasol, cuya proteína en gran parte se degrada en rumen y de forma rápida (Repetto *et al.* 2003), lo que podría resultar en una gran producción de NH_3 . Sumado a que el aporte de proteína sobrepasante y la concentración de energía de este alimento es baja, y que no se buscaban elevados niveles de ganancias en estos animales, esto explicaría por qué no se encontraron diferencias entre suplementar con proteína verdadera o con NNP. La consecuencia práctica es que en el rango evaluado, la sustitución de EG por urea como fuente nitrogenada no tuvo un efecto significativo en el desempeño productivo de terneros sobre CN suplementados con SGH, coincidiendo con la segunda hipótesis.

Suponiendo que el suplemento proteico utilizado hubiese sido una harina o expeller de soja, sería de esperar una diferencia en los resultados con respecto a los animales que contaron con urea como fuente nitrogenada (Broderick y Reynal, 2009), ya que la harina de soja aportaría un mayor porcentaje de proteína sobrepasante o *bypass* debido a que la degradabilidad de la proteína en rumen se considera en torno al 66% (NRC, 2000).

La falta de efecto de los tratamientos en los valores de área ojo de bife (AOB) y grasa subcutánea, podría ser atribuido al corto período de tiempo del experimento, a la categoría evaluada, al nivel de suplementación, a la tendencia de la suplementación a ser iso-energética entre los 4 tratamientos, e iso-proteicas entre tratamientos 2, 3, 4, y a la calidad de la pastura que limitó las ganancias de peso. Cuando la ganancia de peso está limitada, la retención de grasa está más afectada que la de proteínas. Este efecto tiene mayor incidencia en los animales jóvenes o livianos que acumulan relativamente poca grasa (Di Marco, 1994; Arrieta *et al.* 2008). Arrieta *et al.* (2008) obtuvieron resultados en las que el consumo de suplemento en novillos sobreaño marcó diferencias significativas en las ganancias de PV, AOB y espesor de grasa medido en la 12-13^{er} costilla a favor de los que consumieron afrechillo de arroz a razón del 1% del PV durante otoño e invierno con respecto a los que consumieron EG y solo CN. Otros estudios en-

contraron a la alimentación como un factor que marcó diferencias significativas en el AOB (Camfield *et al.* 1999; Gil y Huertas 2001); donde se resalta que animales alimentados con granos resultan con una superficie significativamente mayor que animales alimentados sobre pasturas (Gil y Huertas, 2001, Realini *et al.* 2004). Boleman *et al.* (1996) encontraron que el nivel de proteína en la dieta puede modificar el área del músculo *Longissimus dorsi*, para la cual una dieta de alto valor proteico da lugar a áreas más grandes del músculo. Estos datos no concuerdan con los obtenidos en este experimento, por lo mencionado anteriormente y porque en el presente trabajo no se comparó con animales manejados solo a CN, con los que sí se podrían haber encontrado diferencias con los suplementados.

CONCLUSIONES

El agregado de fuentes proteicas al grano húmedo de sorgo incrementó la ganancia diaria, el peso vivo final y la eficiencia de conversión de terneros en su primer invierno de vida sobre campo natural de baja calidad, comparado con animales suplementados únicamente con grano húmedo de sorgo.

La sustitución de proteína verdadera (expeller de girasol) por nitrógeno no proteico (urea), en los niveles evaluados, no mostró diferencias significativas en el desempeño productivo de terneros suplementados con grano húmedo de sorgo sobre campo natural. Numéricamente, la mezcla de expeller de girasol más urea fue la que obtuvo el mejor desempeño productivo y económico (margen bruto por animal).

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC** (Association of Official Agricultural Chemists). 1984. Official methods of analysis. 14^a ed. Arlington, AOAC. 1102 p.
- ARIAS, R.; MADER, T.; ESCOBAR, P.** 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Revisión bibliográfica. Archivos de Medicina Veterinaria 40:7-22.

- ARRIETA, G.; LAGOMARSINO, X.; OLIVERA, J.; TRINDADE, G.** 2008. Incidencia de diferentes dietas sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne. Tesis Facultad Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. 231 p.
- AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.** 2005. Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del este. En: Gómez, R., Albicette, M. (eds). Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural. INIA. Serie Técnica N° 151, p 33-39.
- BERAZA, D.; EICHIN, M.; GALLO, J.; SCHNEEBERGE, R. R.** 2010. Evaluación de la fuente proteica en dietas concentradas para novillos y terneros alimentados a corral. Tesis Facultad Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, 94 p.
- BERRETTA, E.** 2005. Algunas consideraciones sobre el pastoreo racional Voisin. Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. En: Gómez, R., Albicette, M. (eds). Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural. INIA. Serie Técnica N° 151, p 115-123.
- BOHNERT, D.; DELCURTO, T.; CLARK, A.; MERRILL, M.; FALCK, S.; HARMON, D.** 2007. Protein supplementation of ruminants consuming low-quality cool- or warm-season forage: differences in intake and digestibility. Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science 58:217-220.
- BOLEMAN, S.; MILLAR, R.; BUYCK, M.; CROSS, H.; SAVELL, J.** 1996. Influence of re-alimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. Journal of Animal Science 74:2187-2194.
- BRODERICK, G.** 2010. Nuevas perspectivas en la eficiencia del uso de nitrógeno en vacas lecheras. Simposio, Claves para el Manejo Nutricional de la Vaca de Alto Potencial en el Marco de una Lechería en Expansión. Montevideo, Departamento de Educación Continua. Facultad de Veterinaria. p. 1-18.
- BRODERICK, G., REYNAL, S.** 2009. Effect of source of rumen-degraded protein on production and ruminal metabolism in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 92(6):2822-2834.
- CAMFIELD, P.; PROWN, A.; JOHNSON, Z.; BROWN, C.; LEWIS, P.; RAKES, L.** 1999. Effects of growth type on carcass traits of pastureor feedlot-development steers. Journal of Animal Science 77:2437-2443.
- CATON, J.; FREEMAN, A.; GALYEAN, M.** 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.
- CECAVA, M.** 1995. Concentrates for beef cattle. En: Petty, T., Cecava, M. eds. Beef Cattle Feeding and Nutrition, 2ª ed. Indiana, Academic Press. p 138-166.
- COLE, N., TODD, R.** 2007. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in concentrate-fed ruminants. Journal of Animal Science 86:E318-E333.
- DELCURTO, T.; COCHRAN, R.; NAGARAJA, T.; CORAH, L.; BEHARKA, A.; VANZANT, E.** 1990. Comparison of soybean meal/ sorghum grain, alfalfa hay and dehydrated alfalfa pellets as supplemental protein sources for beef cattle consuming dormant tallgrass-prairie forage. Journal of Animal Science 68:2901-2915.
- DI MARCO, O.** 1994. Crecimiento y respuesta animal. Buenos Aires, INTA EEA Balcarce, 126 p.
- EMERICK, R.** 1993. Intoxicaciones por nitrato y urea. En: Church, C. (ed). El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia, p. 553-558.
- ESCALONA, R.; RAMÍREZ, P.; BARZAGA, G.; DE LA CRUZ B.; MAURENIS, C.** 2007. Intoxicación por urea en rumiantes. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Granma. 4p. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/31-intoxicacion_por_urea.pdf. Fecha de consulta: 2/8/2011.
- FICK, K.; AMMERMAN, C.; MCGOWAN, C.; LOGGINS, P.; CORNEL, J.** 1973. Influence of supplemental energy and biuret nitrogen on the utilization of low quality

roughage by sheep. *Journal of Animal Science* 36(1):137-143.

- FIGUEIRAS, J.; DETMANN, E.; PAULINO, M.; PEREIRA, T.; VALADARES, S.; LAZZARINI, I.** 2010. Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39(6):1303-1312.
- GIL, A.; HUERTAS, S.** 2001. Efectos de los diferentes sistemas de producción de bovinos sobre la composición y calidad de las carnes. Montevideo, INIA. Serie FPTA (Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria), N° 04, p. 15-46.
- GÓMEZ, F.; MASTROPIERRO, J.; ROVIRA SANZ, A.** 1995. Efecto de la suplementación energética, proteica y energético proteica en el crecimiento de terneras de destete pastoreando campo natural. Tesis Facultad Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. 95 p.
- HANNAH, S.; COCHRAN, R.; VANZANT, R.; HARMON, D.** 1991. Influence of protein supplementation on site and extent of digestion, forage intake, and nutrient flow characteristics in steers consuming dormant bluestem-range forage. *Journal of Animal Science* 69:2624-2633.
- HENNESSY, D.; WILLIAMSON, P.** 1990. Feed intake and liveweight of cattle on subtropical native pasture hays. I. The effect of urea. *Australian Journal of Agricultural Research* 41:1169-1177.
- KINGSLEY, R.** 1977. Nutritional value of sunflower meal for ruminants. Thesis in animal nutrition master of science. Faculty of Texas Tech University, 42 p.
- MCCOLLUM, F.; HORN, G.** 1990. Protein supplementation of grazing livestock. A review. *The Professional Animal Scientist* 6:1-16.
- MIERES, J. (ED.); ASSANDRI, L.; CÚNEO, M.** 2004. Tabla de valor nutritivo de alimentos. En: Guía para la alimentación de rumiantes. INIA. Serie Técnica N°142, p 13-68.
- NRC** (National Research Council).1996. Nutrient requirements of beef cattle. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. Board Agriculture. 6ª ed. Washington, D. C. National Academy Press.
- NRC** (National Research Council) 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Chapter: Protein. 7ª ed, Update 2000. p. 17-21.
- OCHOA, S.; VIDAL, P.** 2004. Evaluación de la respuesta a la suplementación proteica de terneras de destete pastoreando campo natural diferido. Tesis Facultad Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, 95p.
- OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, E.; GONÇALVES, L.; BORGES, I.; BARBOSA, P.; FIALHO, M.** 2010. Digestibilidade in situ e cinética ruminal de bovinos de corte a pasto sob suplementação com proteinados. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39(6):1328-1335.
- OWENS, F.; ZINN, R.** 1993. Metabolismo de la proteína en los rumiantes. En: Church, C. (ed.) *El rumiante, fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza, Acribia. p. 255-281.
- FIGURINA, G.** 1994. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. En: Carambula, M., Vaz Martins, D., Indarte, E. (eds.). *Pasturas y Producción Animal en Areas de Ganadería Extensiva*. INIA. Serie Técnica N°13, p. 195-197.
- PORDOMINGO, A.** 1993. Alimentación práctica de bovinos en pastoreo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. Serie de Divulgación Técnica. Proyecto Integrado Pampas. Año 1 N°2. 27 p.
- QUINTANS, G.; VAZ MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E.** 1994. Alternativas de suplementación de vaquillonas. En: *Bovinos para Carne, Avances en la Suplementación de la Recría e Invernada Intensiva*. INIA. Actividades de Difusión N° 34. p. 2-2 – 2-7.
- REALINI, C.; DUCKETT, S.; BRITO, G.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D.** 2004. Effect of pasture vs concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science* 66:657-577.
- REPETTO, J.; CAJARVILLE, C.** 2009. ¿Es posible lograr la sincronización de nutrientes en sistemas pastoriles intensivos? XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, p. 60-67.

- REPETTO, J.; CAJARVILLE, C.; CURBELO, A.; SAPRIZA, D.** 2003. Suplementos. Curso a distancia sobre nutrición de rumiantes. Montevideo, Facultad de Veterinaria. Módulo 4, 155 p.
- ROVIRA, P.; VELAZCO, J.** 2010b. Efecto del agregado de fuentes proteicas al grano húmedo de sorgo en el crecimiento de terneros suplementados sobre campo natural. En: Jornada de Divulgación, Ensilaje de Grano Húmedo de Sorgo. INIA. Actividades de Difusión: N° 604. p.14-21.
- ROVIRA, J.** 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría. Montevideo. Hemisferio Sur. 288 p.
- SAMPAIO, C.** 2007. Digestibilidad, consumo e dinamica ruminal em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade suplementados com compostos nitrogenados. Univesidade Federal de Viçosa, Minas, Gerais, Brasil. 53 p.
- SANTINI, F.; REARTE, D.** 1997. Estrategia de alimentación en invernada. En: Martins, D.V., (ed.). Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA. Serie Técnica N° 83. p. 37-46.
- SCHINGOETHE, D.** 1993. Necesidades nutritivas de rumiantes en comparación con especies monogastricas. En: Church, C. (ed.). El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia. p. 515-523.
- SEWELL, H.** 1993. Urea supplements for beef cattle. University of Missouri. Department of Animal Sciences. Disponible en: <http://extension.missouri.edu/p/G2071>. Fecha de consulta: 12/7/2011.
- STRAUMANN, J.; VÁZQUEZ, A.; AYALA, W.; QUINTANS, G.** 2003. Efecto del manejo nutricional pos-destete sobre el inicio de la pubertad en ternera cruza bajo pastoreo. En: Jornada Anual de Producción Animal. INIA. Actividades de Difusión N° 332. p. 19-27.
- TIERI, M.; LA MANNA, A.; FERNÁNDEZ, E.; MIERES, J.; SCHRÖEDER, F.; PÉREZ, E.; BALDI, F.; BANCHERO, G.** 2010. Efecto de diferentes niveles de proteína y sustitución de proteína verdadera por NNP (UREA) en la performance y desarrollo de terneros cruza Hereford X Angus y su impacto posterior en la recría. En: Producción de Carne Desde una Invernada de Precisión. INIA. Serie de Actividades de Difusión N° 609, p 23-26.
- TILLEY, J.; TERRY, R.** 1963. A two-step technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18:104-111.
- VAN SOEST, P.; ROBERTSON, J.; LEWIS, B.** 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74:3583-3597.
- YOKOYAMA, J.** 1993. Microbiología del rumen e intestino. En: Church, C. (8ed.). El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia., p 137-157.