



¿Existe respuesta a la suplementación estratégica en novillos de recría pastoreando sudangrás y sorgo forrajero?

Is there a response to strategic supplementation of yearling steers grazing sudangrass and forage sorghum?

Cazzuli, F.^a, Lagomarsino, X.^a, Luzardo, S.^a, Montossi, F.^a

^a Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Tacuarembó. Ruta N° 5, km 386, Tacuarembó, Uruguay.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 09.05.2019

Accepted: 18.07.2019

Keywords:

Steers

Sudangrass forage crop

BMR sorghum forage crop

Supplementation

Sunflower expeller

Original Research Article,

Animal Science

*Corresponding author:

Fiorella Cazzuli

E-mail address:

fcazzuli@inia.org.uy

ABSTRACT

Within the context of sustainable intensification of extensive livestock production systems, the inclusion of reduced areas of high productivity combined with strategic supplementation would allow an animal production increase. Sudangrass and direct grazing sorghum appear as alternatives because of their agroecological adaptation and high forage production. To evaluate the effect of these forage basis combined with the use of protein supplementation on average daily gain (ADG) and live weight (LW), 40 Hereford yearling steers (LW, Year 1 = 287 ± 35 kg; Year 2 = 271 ± 19 kg) were used in a random 2 x 2 factorial design for two years, where forage basis (sudangrass - Sd - or BMR sorghum - Sg) and supplementation (0.8% LW with sunflower expeller: with - S - or without - NOS) were evaluated. The animals were randomly allocated to 4 treatments with two replicates: SdNOS, SdS, SgNOS, and SgS. Average daily gain was significantly affected by forage basis and supplementation (Sd = 0.833 vs. Sg = 0.899 kg animal⁻¹ d⁻¹, P < 0.05; NOS = 0.739 kg animal⁻¹ d⁻¹ vs. S = 0.992 kg animal⁻¹ d⁻¹, P < 0.01), as was final LW (Sd = 342.3 vs. Sd = 347.1 kg, P < 0.05; NOS = 334.7 kg vs. S = 354.7 kg; P < 0.01). The use of forage sorghums combined with strategic supplementation improved the rearing of steers during summer.

RESUMEN

En el marco de una intensificación sostenible de la ganadería extensiva, la inclusión de áreas reducidas de alta productividad combinada con suplementación estratégica permitiría mejorar la productividad animal. El uso de sudangrás o sorgo forrajero es una alternativa dada su mejor adaptación agroecológica a suelos más marginales y alta producción forrajera. Con el objetivo de evaluar el efecto de estas dos bases forrajeras combinadas con suplementación proteica sobre la ganancia media diaria (GMD) y el peso vivo (PV), por dos años, 40 novillos Hereford de sobreño (PV, Año 1 = 287 ± 35 kg; Año 2 = 271 ± 19 kg) fueron utilizados en un diseño de parcelas al azar con un arreglo factorial de 2 x 2, en donde se evaluó la base forrajera (sudangrás - Sd - o sorgo forrajero BMR - Sg) y la suplementación (0,8% del PV con expeller de girasol: con -CS- o sin -SS). Los novillos fueron asignados al azar a 4 tratamientos con dos repeticiones cada uno: SdSS, SdCS, SgSS y SgCS. La GMD fue afectada significativamente por la base forrajera y suplementación (Sd = 0,833 vs. Sg = 0,899 kg animal⁻¹ d⁻¹, P < 0,05; SS = 0,739 kg animal⁻¹ d⁻¹, CS = 0,992 kg animal⁻¹ d⁻¹, P < 0,01), así como el PV final (Sd = 342,3 vs. Sd = 347,1 kg, P < 0,05; SS = 334,7 kg, CS = 354,7 kg, P < 0,01). El uso de sorgos forrajeros con suplementación estratégica mejoró la recría estival de novillos.

Palabras clave: novillos, sudangrás, sorgo forrajero BMR, suplementación, expeller de girasol.

INTRODUCCIÓN

Hace algunos años, Uruguay se propuso una estrategia de intensificación sostenible de su producción agropecuaria en general y de la ganadería en particular (Montossi y Cazzuli, 2015). En este proceso de crecimiento sostenible en las regiones ganaderas extensivas, la inclusión de áreas estratégicas con especies forrajeras que aumenten en cantidad y calidad el consumo son oportunidades para lograr este obje-

tivo. Específicamente, el uso de *Sorghum sudanense* y *Sorghum vulgare* para pastoreo directo es una alternativa tecnológica para la mejora de la productividad bovina, especialmente durante el período estival (Rovira y Echeverría, 2013). Dichas especies se adaptan bien a condiciones del verano por presentar una alta eficiencia en el uso del agua (Contreras-Govea *et al.*, 2010), elevada producción de materia seca durante los meses estivales con un elevado valor nutritivo (Gomes *et al.*, 2009), sobre todo al comparar estas opciones con las

especies dominantes en los tapices nativos durante el mismo período.

Según Carámbula (2007), el sudangrás es una especie muy adaptada a ser pastoreada, resistiendo bien al pisoteo, con excelente capacidad de rebrote y gran producción de hojas. Sin embargo, Silungwe (2011) menciona que esta especie tiene un rendimiento menor que los sorgos híbridos (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*). Por otra parte, Vasconcelos et al. (2003) mencionan que los sorgos del tipo Brown Middle Rib (BMR) o Nervadura Marrón cuentan con menor lignificación de sus tejidos, lo que los hace particularmente digestibles por los rumiantes. Trabajos de investigación con novillos en fase de recría pastoreando sudangrás (Berti, 2011), sorgo BMR (Vasconcelos et al., 2003; McCuiston et al., 2005; McCuiston et al., 2011), o ambas bases forrajeras en el mismo experimento (Rovira y Echeverría, 2013), demuestran la muy buena capacidad de estas dos alternativas para acelerar la recría de novillos durante el verano. En el caso del experimento de Rovira y Echeverría (2013), las ganancias medias diarias (GMD) de los animales sobre sorgo BMR fueron superiores en relación a los animales pastoreando sudangrás (0,945 y 0,823 kg animal⁻¹ d⁻¹, respectivamente), si bien no se registraron diferencias en el peso vivo (PV) final (388 y 378 kg, respectivamente).

Schwarz et al. (2008) y Geiss et al. (2010) realizaron ensayos con novillos de recría que eran suplementados con una ración energético-proteica que pastoreaban un rastrojo de sorgo granífero BMR en comparación con un rastrojo similar pero de un material no BMR. Los animales que pastorearon el material BMR presentaron en ambos casos mejor desempeño animal en términos de GMD. Los primeros autores reportaron 0,340 y 0,558 kg animal⁻¹ d⁻¹ (P < 0,01), para animales control y sobre BMR, respectivamente, mientras que Geiss et al. (2010) reportaron 0,600 y 0,703 kg animal⁻¹ d⁻¹, para animales control y sobre BMR, respectivamente, si bien en este último caso no se registró diferencia significativa entre tratamientos (P = 0,14).

Según NASEM (2016), novillos de 15-18 meses pastoreando sobre sudangrás o sorgo limitarían sus GMD por deficiencia de proteína más que por deficiencia de energía. Al suplementar con un expeller de girasol al 0,88% PV, las ganancias esperadas (NASEM, 2016) más que se duplican, por lo cual, la utilización de este suplemento podría ser una opción válida para intensificar la producción sobre las bases forrajeras consideradas. Así entonces, se planteó la hipótesis de que novillos en fase de recría, pastoreando sudangrás y sorgo forrajero BMR, suplementados con proteína, presentarían mejor GMD y PV final, siendo además estas respuestas mayores con el sorgo BMR que con el sudangrás por la mayor presencia de carbohidratos de alta digestibilidad (Fritz et al., 1981) de éste respecto al sudangrás. Con el objetivo de contrastar las hipótesis planteadas y también

conocer la eficiencia de uso del suplemento en las condiciones estudiadas, se implementó una línea experimental con dos períodos de evaluación (Años 1 y 2).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental y tratamientos

Se realizó un experimento durante dos años en la Unidad Experimental "Glencoe" (S32° W57°) perteneciente a la Estación Experimental INIA Tacuarembó y tuvo lugar desde el 19/12/2011 al 2/4/2012 en el Año 1 (105 días) y desde el 8/1/2013 al 7/3/2013 en el Año 2 (58 días). Esta Unidad Experimental se ubica en la región de Basalto y se trabajó con parcelas sobre suelos de profundidad media a profunda. Cada año se utilizaron 40 novillos Hereford de 15 meses de edad en promedio, con PV vacíos iniciales de 287 ± 35 kg para el Año 1 y 271 ± 19 kg para el Año 2. Todos los procedimientos experimentales fueron llevados a cabo en concordancia con lo dispuesto por la Comisión Honoraria de Ética Animal (CHEA). Se utilizó un diseño experimental de parcelas al azar con un arreglo factorial de 2 x 2, siendo los factores principales la base forrajera (BF) (sorgo forrajero BMR vs. sudangrás) y la suplementación proteica (S) (con vs. sin expeller de girasol al 1% PV en base fresca; 0,88% PV en base seca), totalizando 4 tratamientos con 2 repeticiones para cada tratamiento, repetido en dos años. Los animales fueron asignados al azar según el PV a cada tratamiento. Los tratamientos fueron: Sudangrás Sin Suplementación (SdSS; n = 10), Sudangrás con Suplementación (SdCS; n = 10), Sorgo forrajero BMR Sin Suplementación (SgSS; n = 10) y Sorgo forrajero BMR con Suplementación (SgS; n = 10).

Los materiales sembrados de las especies forrajeras fueron sorgo forrajero BMR cv. Nutritop y sudangrás cv. LE Comiray y ambos años fueron sembrados en régimen de siembra directa. La densidad de siembra utilizada en ambos años y para ambas especies fue de 25 kg ha⁻¹. La fertilización basal fue de 120 kg ha⁻¹ de 25/33/0 más 50 kg ha⁻¹ de 46/0/0 para el Año 1, mientras que para el Año 2 fue de 100 kg ha⁻¹ de 25/33/0. La fecha de siembra para el Año 1 fue el 18/10/11 para el sorgo forrajero y el 19/10/11 para el sudangrás, mientras que para el Año 2 fue el 20/11/12 para ambas especies. En el Año 2, se re-fertilizaron con nitrógeno ambos cultivos utilizando 46/0/0, a razón de 100 kg ha⁻¹ luego de cada ciclo de pastoreo. Se utilizó un sistema de pastoreo rotativo de tres sub-parcelas con 10 días de ocupación y 20 días de descanso, a una dotación animal promedio constante de 7,5 animales ha⁻¹. En las ocasiones muy puntuales que se consideró necesario, a la salida de los animales de las parcelas se pasó una segadora rotativa de igual manera en ambos sorgos.

Cada parcela tenía un área total de 0,67 ha, totalizando un área experimental de 5,36 has. La compo-

sición media del suplemento utilizado (expeller de girasol) fue: 40% proteína cruda (PC), 21% fibra detergente ácido (FDA), 33% fibra detergente neutro (FDN), 10% cenizas, 73% digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y 2,6 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable (EM). La cantidad de suplemento ofrecido se ajustó cada 14 días, de acuerdo al PV (sin ayuno previo) de los animales en cada parcela. El suplemento se proporcionaba grupalmente una vez al día por la mañana, por lo que la unidad experimental era cada lote de animales dentro de su respectiva parcela cada año. Previo al inicio del ensayo, los animales realizaron un período de acostumbamiento de 10 días, luego de lo cual, siempre consumieron todo lo ofrecido durante el ensayo.

Los animales contaron con agua y sales minerales *ad libitum* en cada parcela. La carga parasitaria fue evaluada a través del análisis coprológico de materia fecal al inicio del experimento y cada 28 días. Todos los novillos fueron dosificados cuando la mitad más uno de los animales, en al menos una de las parcelas, alcanzaron ≥ 500 huevos por gramo. Los antihelmínticos utilizados fueron de amplio espectro, con especial énfasis en el control de los parásitos gastrointestinales dominantes (*Cooperia* sp, *Ostertagia* sp. y *Haemoncus* sp.).

Mediciones

La biomasa (BM) del forraje ofrecido fue determinada al momento del ingreso en la parcela correspondiente, coincidiendo con la determinación de la BM del forraje remanente de la parcela de la que egresaban los animales. Estas determinaciones fueron realizadas a través 5 cortes de 2 metros lineales y simultáneamente se realizaron 4 determinaciones de altura (Alt) en cada línea de corte. Para esta última medida se utilizó una regla graduada de aluminio de 2 m de largo especialmente diseñada, registrándose la altura de la biomasa sobre el perfil más denso. Las muestras se pesaban individualmente en verde y luego se juntaban en un único pool de forraje, que se mezclaba homogéneamente. Para determinar el porcentaje de materia seca (MS), se utilizó el pool de forraje restante, del que se extraían 2 submuestras. Éstas se pesaban individualmente en verde para posteriormente ser secadas a estufa a 60 °C hasta lograr un peso constante. Luego, con el peso verde de cada corte individual y el porcentaje de materia seca promedio resultante, se estimó la BM (kg MS ha⁻¹) para forraje ofrecido y remanente. Para determinar la composición botánica, una vez pesadas en verde las 5 muestras de cada parcela, estas se separaban en las fracciones tallo (T), hoja (H), restos secos (RS) y otros (Otr; panojas y malezas). Estas fracciones se pesaban en verde, para luego ser secadas a 60 °C hasta peso constante y determinar su peso seco.

El valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente se determinó con las mismas muestras del pool utilizadas

para determinar el contenido de materia seca. Las muestras se molieron y se mezclaron uniformemente para determinar: PC según AOAC (1990) (KJELTEC 220 FOSS), FDN y FDA según Van Soest (1982) (ANKOM A 2000 I). La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) fue calculada utilizando la fórmula de Ositis *et al.* (2003): $DMS = 88,9 - (\% FDA \times 0,779)$. La energía metabolizable fue calculada según: $ME (Mcal kg^{-1}) = [(4,4 \times 0,82 \times DMO)/100]$ (ARC, 1980). El porcentaje de forraje desaparecido (%Des) fue calculado promediando todos los valores de biomasa de forraje ofrecido y el remanente de cada una de las parcelas, según: $\%Des = [(biomasa ofrecida - biomasa remanente)/biomasa ofrecida \times 100]$.

Los animales fueron pesados cada 14 días (PV lleno), mientras que el PV vacío se registró solamente al inicio y al final del experimento (16 horas de ayuno). El comportamiento animal fue evaluado el 18/1/2012 (Año 1) y 31/1/2013 y 28/2/2013 (Año 2). Las observaciones se realizaron a lo largo de las horas luz del día, cada 15 minutos, registrándose: pastoreo (P), rumia (R), consumo de suplemento (S), consumo de agua (A), caminata (C) y descanso (D). Luego, se estimaba el total de tiempo destinado a cada actividad para calcular la proporción de tiempo destinada a cada una de ellas (Montossi, 1995). Además, se tomaron mediciones de la tasa de bocado (TB) en 4 momentos del día (dos por la mañana y dos por la tarde) y luego se promediaron. La metodología para estas determinaciones consistía en medir el tiempo requerido para efectuar 20 bocados (Jamieson y Hodgson, 1979).

La eficiencia del uso del suplemento (EUS) se calculó para cada base forrajera por separado, según la siguiente fórmula:

$$EUS = [(ganancia\ de\ PV\ de\ animales\ suplementados - ganancia\ de\ PV\ de\ animales\ no\ suplementados) / consumo\ total\ de\ MS\ de\ suplemento]$$

Análisis estadístico

Se tomaron ambos años en un único modelo mixto, utilizando el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008). La normalidad de los residuos y la homogeneidad de varianzas fue verificada a través de pruebas gráficas (QQ plot y gráficas de dispersión) y formales (Shapiro-Wilks modificado y prueba de Levene). En los casos donde la variable estudiada no presentó homocedasticidad (BM y Alt), se corrigió el modelo con una función de identidad (VarIdent).

El modelo estadístico utilizado para las variables promedio relacionadas con la pastura (BM, Alt, MS, T, H, RS, Otr; PC, FDN, FDA, DMO y EM) fueron modelos mixtos, cuyos efectos fijos fueron: BF, S, Año y todas sus posibles interacciones. Como efectos aleatorios se incluyó la fecha como efecto principal y la parcela como secundario. Solamente se reportan las interacciones triples (BF*S*Año) que fueron significativas ($P < 0,05$).

Por otro lado, el modelo utilizado para analizar las variables de PV iniciales y finales fue mixto, cuyos efectos fijos fueron: BF, S, Año y todas sus posibles interacciones. Como efecto aleatorio fue considerado cada animal y como covariable el PV inicial. Solamente se reportan las interacciones triples (BF*S*Año) que fueron significativas ($P < 0,05$). El modelo fue:

$$PV = \mu + BF + S + BF * S + Año + BF * Año + S * Año + BF * S * Año + cov(PVi) + EE$$

Donde μ corresponde a la media de los tratamientos, BF a la base forrajera, S a la suplementación y EE es el error experimental.

Para analizar las variables de comportamiento animal (P, R, S, A, C, D y TB) se utilizó el mismo modelo mixto usando solamente la fecha como efecto aleatorio, ya que se trabajó con el dato obtenido del promedio de los 5 animales en cada parcela. En todos los casos, los efectos fueron considerados significativos cuando $P < 0,05$, realizándose la comparación entre medias mediante el test LSD de Fisher.

Se estimó la GMD aritméticamente [(PV final - PV inicial) / días] para cada animal y luego se analizaron utilizando un modelo mixto, cuyos efectos fijos fueron BF, S, Año y sus interacciones, descartándose el uso del PV inicial de cada año como covariable por presentar $P > 0,05$. Como efectos aleatorios se incluyó el animal como efecto principal y la parcela como secundario. La producción de PV por unidad de superficie fue estimada por la diferencia entre el PV final e inicial de cada parcela dividido la superficie de la parcela y luego se analizó a través del modelo mixto descrito previamente. La EUS fue contrastada mediante análisis de varianza (ANAVA).

RESULTADOS

Durante los períodos experimentales, en el Año 2 llovió un 54% más que en el Año 1 a igualdad de número de días considerados (Cuadro 1). De hecho, el exceso hídrico

Cuadro 1. Temperaturas máximas, mínimas y medias, y precipitaciones acumuladas correspondientes a los períodos experimentales de cada año de evaluación.

Table 1. Maximum, minimum and mean temperatures, and accumulated rainfall during the experimental period of each evaluation year.

Año	T max (°C)	T min (°C)	T media (°C)	PP total (mm)	días
1	30,3	16,9	23,4	226	105
2	29,4	16,0	22,6	192	58

T: temperatura; max: máxima; min: mínima; PP: precipitaciones.

co del Año 2 implicó que el ensayo haya finalizado mucho antes de lo previsto y que por eso el ensayo del Año 2 haya tenido una duración 55% más corta que el Año 1.

El forraje ofrecido fue afectado ($P < 0,05$) por la BF, siendo el Sg un 61% mayor que Sd, mientras que este no fue afectado por la S, presentando en promedio una biomasa de 10.285 kg MS ha⁻¹ (Cuadro 2). Si bien la interacción BF x Año fue significativa para biomasa ofrecida, la magnitud de la variación explicada por la BF fue 6,5 veces superior que la variación explicada por dicha interacción, por lo tanto, se considera más relevante el efecto de la BF. Por otro lado, la altura del forraje ofrecido no fue afectada ($P > 0,05$) por la BF, promediando 87,5 cm, mientras que la S resultó en un 10% mayor de altura de forraje ($P < 0,05$) para los tratamientos S. En cuanto al forraje remanente, la biomasa fue afectada ($P < 0,05$) por la BF y el Año ($P < 0,05$); sin embargo, la S no afectó ($P < 0,05$) este parámetro. Se registró una interacción significativa entre la BF, S y Año para el forraje remanente ($P < 0,05$, información no presentada en el cuadro). La altura del forraje remanente también fue afectada ($P < 0,05$) por la BF y por el Año ($P < 0,05$), mientras que no fue afectada ($P > 0,05$) por la suplementación (promedio 70,0 cm). De cualquier manera, la magnitud del efecto del Año para la altura es muy superior al efecto atribuible a la BF. La desaparición del forraje promedio no fue afectada ($P > 0,05$) por ninguno de los factores, promediando 48,3% (Cuadro 2).

Por otro lado, el efecto Año fue significativo ($P < 0,05$) para el forraje remanente tanto en materia seca de la BM como en la altura, siendo el Año 2 superior ($P < 0,05$) para ambas variables. Ninguna de las interacciones fue significativa ($P > 0,05$), salvo por la interacción BF x Año para el forraje ofrecido ($P < 0,01$) y BF x Año para la altura del forraje remanente ($P < 0,05$) (Cuadro 2).

Considerando la interacción entre la BF y el Año (Cuadro 3), se observa que la biomasa del forraje ofrecido fue mayor ($P < 0,05$) para el Sg del Año 2, siendo todas las demás medias inferiores. Por otro lado, la interacción entre BF y Año para la altura del forraje remanente fue mayor ($P < 0,05$) para el Sg del segundo año, mientras que para el Año 1 ambas BF presentaron alturas similares y menores que el Sd del segundo año.

El contenido de MS del forraje ofrecido fue similar entre los factores principales evaluados (BF y S; $P > 0,05$) promediando 26,5%. Sin embargo, la interacción BF x Año fue significativa ($P < 0,01$). El contenido de MS del forraje remanente fue similar entre los factores evaluados ($P > 0,05$) promediando 27,3% (información no presentada en cuadros).

Ninguna de las variables relacionadas con la composición botánica fue afectada ($P < 0,05$) por los factores principales, a excepción del contenido de tallo del forraje ofrecido para la BF y el contenido de tallo del forraje remanente de S (Cuadro 4). El forraje ofrecido de Sd presentó un 6% más de contenido de tallo que el

Cuadro 2. Efecto de la base forrajera (BF) y suplementación con expeller de girasol (S) en novillos de recría durante dos años, sobre la disponibilidad y altura promedio del forraje ofrecido y remanente.

Table 2. Effect of forage basis (BF) and supplementation with sunflower (S) expeller on rearing steers for two years, on biomass and average height for both offered and residuary forage.

Forraje	Variable	BF				S				Año	Interacciones		
		Sd	Sg	P	EE	SS	CS	P	EE		BFxS	BFxAño	SxAño
Ofrecido	Disp (kg MS ha ⁻¹)	7883 ^b	12686 ^a	**	2047	9681	10888	ns	2054	ns	ns	**	ns
	Alt (cm)	85,8	88,7	ns	12,7	83,2 ^b	91,4 ^a	*	12,8	ns	ns	ns	ns
Remanente	Disp (kg MS ha ⁻¹)	4613 ^b	6035 ^a	**	511	4995	5653	ns	545	**	ns	ns	ns
	Alt (cm)	66,4 ^b	73,3 ^a	*	8,8	67	72,7	ns	9,0	**	ns	*	ns
%Des		44,2	52,5	ns	0,05	49,5	47,2	ns	0,05	ns	ns	ns	ns

Sd: sudangrás; Sg: sorgo forrajero BMR; SS: sin suplemento; CS: con suplemento expeller de girasol a razón de suplementación diaria de 0,88% del peso vivo (base seca); Disp: forraje disponible; MS: materia seca; Alt: altura del forraje; %Des: porcentaje de forraje desaparecido; letras diferentes en una misma fila significan medias diferentes; *: P < 0,05; **: P < 0,01; ns: no significativo.

Cuadro 3. Interacciones significativas para el forraje disponible ofrecido y la altura del forraje remanente, entre los factores base forrajera (BF) y Año de evaluación, de novillos de recría con y sin suplementación con expeller de girasol.

Table 3. Significant interactions for offered forage and residual forage height between forage basis (BF) and evaluation year, on rearing steers with and without supplementation with sunflower expeller.

Variable	BF	Año	Media	EE
Disp ofrecido (kg MS ha ⁻¹)	Sd	1	5589 ^b	2367
	Sg	1	8285 ^b	2367
	Sd	2	10177 ^b	3341
	Sg	2	17088 ^a	3341
Alt del forraje remanente (cm)	Sd	1	40,2 ^c	8
	Sg	1	39,8 ^c	8
	Sd	2	92,7 ^b	15,6
	Sg	2	106,9 ^a	15,6

Sd: sudangrás; Sg: sorgo forrajero BMR; SS: Disp: forraje disponible; MS: materia seca; Alt: altura del forraje; para la misma variable, letras diferentes en una misma columna significan medias diferentes.

Sg, mientras que, para el caso del forraje remanente, las parcelas donde no se suplementó presentaron un 17% más de contenido de tallo que las parcelas pastoreadas por animales suplementados. El promedio del contenido de material verde fue 96,5% y de hoja 32,7%. En cuanto a la composición botánica del forraje remanente, no se encontró un efecto Año (P > 0,05) para ninguna

variable estudiada. En cuanto al contenido de material verde, el Año 1 presentó un mayor contenido (97,6%; P < 0,05) en relación con el Año 2 (95,3%). El contenido de hoja fue mayor para el Año 2 (39,2%; P < 0,05) respecto al Año 1 (26,2%), mientras que el contenido de tallo fue mayor para el Año 1 (71,9%; P < 0,05) respecto al Año 2 (59,0%).

Dentro de la composición botánica del forraje ofrecido, únicamente la variable tallo registró una interacción significativa (P < 0,05) entre BF y Año de evaluación, mientras que para el forraje remanente se registró una interacción significativa (P < 0,05) entre BF y suplementación para las variables MS Verde y Tallo (Cuadro 4). En el caso del contenido de tallo del forraje ofrecido, el Año 1 presentó mayores contenidos (P < 0,05) independientemente de la BF considerada, siendo distintos y mayores (P < 0,05) que el Sd del Año 2, mientras que Sg del Año 2 fue distinto e inferior (P < 0,05) que el resto. En cuanto al contenido de MS Verde, SgCS y SdSS presentaron valores similares (P > 0,05) y superiores a SdCS (P < 0,05), mientras que SgSS presentó valores intermedios y similares tanto a SgCS y SdSS como a SdCS (P > 0,05) (información no presentada en el Cuadro 4). Por último, el contenido de tallo del forraje remanente para SdSS fue significativamente superior (P < 0,05) a SdCS, quedando el resto de los tratamientos ubicados en una posición intermedia sin presentar diferencias (P > 0,05) entre ambos extremos.

Las variables PC, DMO y EM del forraje ofrecido fue afectado (P < 0,05) por la BF, mientras que la S no afectó (P > 0,05) ninguna de las variables asociados al valor nutritivo del forraje (Cuadro 5). El Sg presentó un mayor valor nutritivo (P < 0,05) del forraje ofrecido que el Sd en las variables mencionadas, mientras que la S no afectó los parámetros del valor nutricional del forraje, los cuales fueron en promedio: 9,4%, 37%, 62,9%, 62,2%

Cuadro 4. Efecto de la base forrajera (BF) y la suplementación con expeller de girasol (S) en novillos de recría durante dos años, sobre composición botánica del forraje ofrecido y remanente.

Table 4. Effect of forage basis (BF) and supplementation with sunflower expeller (S) on rearing steers for two years, on botanical composition for both offered and residual forage.

Forraje	Variable	BF				S				Año	Interacciones		
		Sd	Sg	P	EE	SS	CS	P	EE		BFxS	BFxAño	SxAño
Ofrecido	MS verde (%)	96,1	96,8	ns	1,1	96,9	97,4	ns	1,1	*	ns	ns	ns
	Hoja (%)	30,8	34,7	ns	3,5	29,6	30,4	ns	3,5	*	ns	ns	ns
	Tallo (%)	67,5 ^a	63,2 ^b	*	3,3	69,1	67,7	ns	3,3	**	ns	*	ns
Remanente	MS verde (%)	98,1	98,7	ns	0,4	98,4	98,3	ns	0,4	ns	**	ns	ns
	Hoja (%)	15,9	11,5	ns	8,3	6,2	21,2	ns	8,3	ns	ns	ns	ns
	Tallo (%)	85,9	86,3	ns	3,7	92,8 ^a	79,4 ^b	**	3,7	ns	*	ns	ns

Sd: sudangrás; Sg: sorgo forrajero BMR; SS: sin suplemento; CS: con suplemento expeller de girasol a razón de suplementación diaria de 0,88% del peso vivo RS: contenido de restos secos; MS: materia seca letras diferentes en una misma fila significan medias diferentes; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ns: no significativo.

Cuadro 5. Efecto de la base forrajera (BF) y la suplementación con expeller de girasol (S) en novillos de recría durante dos años, sobre el valor nutritivo promedio del forraje ofrecido y remanente.

Table 5. Effect of forage basis (BF) and supplementation with sunflower expeller (S) on rearing steers for two years, on average nutritive value for both offered and residuary forage.

Forraje	Variable	BF				S				Año	Interacciones		
		Sd	Sg	P	EE	SS	CS	P	EE		BFxS	BFxAño	SxAño
Ofrecido	PC (%)	8,9 ^b	9,9 ^a	*	0,9	9,0	9,8	ns	0,9	ns	ns	ns	ns
	FDA (%)	37,4	36,6	ns	1,3	37,1	37,0	ns	1,3	ns	ns	ns	ns
	FDN (%)	63,2	62,6	ns	1,5	63,0	62,8	ns	1,5	ns	ns	ns	ns
	DMO (%)	59,7 ^b	64,7 ^a	**	1,7	61,8	62,6	ns	1,7	ns	ns	ns	ns
	EM (Mcal kg MS ⁻¹)	2,16 ^b	2,33 ^a	**	0,1	2,2	2,3	ns	0,1	ns	ns	ns	ns
Remanente	PC (%)	4,4	4,3	ns	0,6	4,3	4,4	ns	0,6	ns	ns	ns	ns
	FDA (%)	44,2 ^a	39,8 ^b	**	1,7	42,3	41,7	ns	1,7	ns	ns	**	ns
	FDN (%)	69,3 ^a	63,8 ^b	**	1,9	66,8	66,3	ns	1,9	*	ns	**	ns
	DMO (%)	54,5 ^b	58,4 ^a	**	1,6	55,9	57,0	ns	1,6	ns	ns	ns	ns
	EM (Mcal kg MS ⁻¹)	1,97 ^b	2,11 ^a	**	0,1	2,0	2,1	ns	0,1	ns	ns	ns	ns

Sd: sudangrás; Sg: sorgo forrajero BMR; SS: sin suplemento; CS: con suplemento expeller de girasol a razón de suplementación diaria de 0,88% del peso vivo; PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácido; FDN: fibra detergente neutro; DMO: digestibilidad de la materia orgánica; EM: energía metabolizable; MS: materia seca; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ns: no significativo.

y 2,25 Mcal kg MS⁻¹ para PC, FDA, FDN, DMO y EM, respectivamente. Por otro lado, excepto por el contenido de PC, todas las variables relacionadas al valor nutritivo del forraje remanente fueron afectadas ($P < 0,05$) por la BF, mientras que la S no afectó ($P > 0,05$) ninguna de ellas. En términos generales para el forraje remanente, el Sg presentó un mayor valor nutricional ($P < 0,05$) en el forraje remanente que el Sd, debido a un

menor contenido de FDA y FDN y mayor valor de DMO y concentración de EM. Por otra parte, se registró un efecto significativo ($P < 0,05$) del Año para el contenido de FDN del forraje remanente, en el que el Año 1 presentó un mayor contenido del mismo (71,9%) que en el Año 2 (61,2%). Además, se registraron dos interacciones significativas ($P < 0,05$) entre los factores BF y Año para el contenido de FDA y FDN del forraje remanente.

La BF no afectó ($P > 0,05$) ninguna de las variables analizadas de comportamiento animal salvo por el tiempo dedicado al consumo de suplemento, mientras que la S afectó ($P < 0,05$) el tiempo promedio dedicado al pastoreo, rumia y descanso (Cuadro 6). Respecto a la BF, el tiempo destinado al consumo de suplemento fue un 70% mayor ($P < 0,05$) sobre Sd, si bien ambas proporciones de tiempo fueron menores al 3,5% del tiempo total evaluado. Considerando el mismo factor (BF), el promedio de tiempo dedicado a P, R, A, C y D fue de 34,5%, 13,6%, 20,8%, 1,7% y 25,3%, respectivamente. Los animales suplementados presentaron un menor tiempo ($P < 0,05$) destinado a P y R y un mayor tiempo de D. Se registraron dos interacciones signifi-

cativas ($P < 0,05$) entre la S y el Año en las variables P y D, pero no se detectaron diferencias ($P > 0,05$) en la interacción de los factores (información no presentada en el Cuadro 6).

La BF no afectó la TB promedio ($P > 0,05$), mientras que S sí la influyó ($P < 0,01$) (Cuadro 6). El Año no presentó un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre las variables estudiadas ni su interacción con la BF.

El PV inicial fue diferente ($P < 0,05$) según el Año, ya que en el Año 1 los animales pesaron promediadamente 287,0 kg al inicio del experimento, mientras que en el Año 2 pesaron 270,6 kg (detalle de información no presentada en el Cuadro 7). El PV final fue afectado tanto por la BF como por la S ($P < 0,05$), si bien las diferen-

Cuadro 6. Efecto de la base forrajera (BF) y la suplementación con expeller de girasol (S) en novillos de recría durante dos años, sobre variables de conducta animal.

Table 6. Effect of forage basis (BF) and supplementation with sunflower expeller (S) on rearing steers for two years, on animal behaviour variables.

Variable	BF				S				Año	Interacciones		
	Sd	Sg	P	EE	SS	CS	P	EE		BFxS	BFxAño	SxAño
Pastoreo (%)	34,3	35,0	ns	0,14	37,1 ^a	32,2 ^b	*	0,14	ns	ns	ns	**
Rumia (%)	12,2	15,0	ns	0,01	15,7 ^a	11,6 ^b	*	0,01	ns	ns	ns	ns
Consumo suplemento (%)	3,4 ^a	2,0 ^b	*	0,01	0,0 ^b	5,4 ^a	**	0,01	ns	**	ns	ns
Consumo agua (%)	21,5	20	ns	0,28	21,9	19,6	ns	0,28	ns	ns	ns	ns
Caminata (%)	1,7	1,7	ns	0,01	1,6	1,7	ns	0,01	ns	ns	ns	ns
Descanso (%)	25,7	24,9	ns	0,15	21,2 ^b	29,5 ^a	**	0,15	ns	ns	ns	**
TB promedio (bocado min ⁻¹)	13,5	13,5	ns	3,60	14,5 ^a	12,5 ^b	**	3,60	ns	ns	ns	ns

Sd: sudangrás; Sg: sorgo forrajero BMR; SS: sin suplemento; CS: con suplemento expeller de girasol a razón de suplementación diaria de 0,88% del peso vivo; TB: tasa de bocado; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ns: no significativo.

Cuadro 7. Efecto de la base forrajera (BF) y la suplementación con expeller de girasol (S) en novillos de recría durante dos años, sobre variables de producción animal.

Table 7. Effect of forage basis (BF) and supplementation with sunflower expeller (S) on rearing steers for two years, on animal production variables.

Variable	BF				S				Año	Interacciones		
	Sd	Sg	P	EE	SS	CS	P	EE		BFxS	BFxAño	SxAño
PV inicial (kg)	278,9	278,8	ns	4,5	279,5	278,2	ns	4,5	*	ns	ns	ns
PV final (kg)	342,3 ^b	347,1 ^a	*	1,2	334,8 ^b	354,5 ^a	**	1,5	**	ns	ns	ns
GMD (kg an ⁻¹ d ⁻¹)	0,833 ^b	0,899 ^a	*	0,02	0,739 ^b	0,992 ^a	**	0,02	**	ns	ns	ns
EUS (kg MS kg PV ⁻¹)	11,0	16,8	ns	4,9	-	-	-	-	ns	-	ns	-
Producción (kg PV ha ⁻¹)	472,9 ^b	510,3 ^a	*	11,3	412,5 ^b	570,7 ^a	**	11,3	**	ns	ns	**

Sd: sudangrás; Sg: sorgo forrajero BMR; SS: sin suplemento; CS: con suplemento expeller de girasol a razón de suplementación diaria de 0,88% del peso vivo; PV: peso vivo vacío; gmd: ganancia media diaria; EUS: eficiencia de uso del suplemento; an: animal; MS: materia seca (suplemento); *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ns: no significativo.

cias dentro de cada factor evaluado son numéricamente poco relevantes (1,5% y 6% para BF y S, respectivamente) (Cuadro 7). Las GMD fueron afectadas tanto por los factores BF y S, como por el Año ($P < 0,05$), en donde los valores obtenidos sobre Sg fueron 8% superiores a los de Sd, mientras que la diferencia a favor ($P < 0,05$) de los tratamientos S fue del 34% con respecto a los no suplementados. Con respecto al Año, el Año 2 presentó valores de ganancias 60% mayores ($P < 0,05$) respecto al Año 1 (información no presentada en el Cuadro 7).

El promedio diario registrado de consumo en base seca de suplemento fue 3,1 kg animal⁻¹ d⁻¹ (Año 1) y 2,8 kg animal⁻¹ d⁻¹ (Año 2). La BF no tuvo un efecto significativo ($P > 0,05$) sobre la eficiencia de uso del suplemento, promediando un valor de 13,9 kg MS kg PV⁻¹ (Cuadro 7). La producción de PV por unidad de superficie fue afectada ($P < 0,05$) por la BF, la S y el Año de evaluación, donde sobre Sg se produjo un 8% más ($P < 0,05$) que sobre Sd y utilizando la suplementación se logró producir un 38% más de PV ($P < 0,05$) en comparación con animales no suplementados. Durante el Año 1 se produjo un 13% más ($P < 0,05$) que en el Año 2. Además, se registró una interacción significativa ($P < 0,01$) entre la S y el Año de evaluación, en la que los animales S fueron siempre superiores a los SS independientemente del Año. Sin embargo, las interacciones entre los dos factores de interés (BF x S) y la interacción base forrajera x Año, para producción de kg PV ha⁻¹, no fueron significativas ($P > 0,05$).

DISCUSIÓN

Independientemente de la base forrajera utilizada, el desempeño animal individual de los novillos de recría en términos de GMD fue afectado por la suplementación con expeller de girasol, siendo además estos resultados consistentes con la respuesta en el peso vivo final. Por otra parte, si bien en menor magnitud que en el caso de la suplementación, la base forrajera afectó tanto el PV final como la GMD, siendo superiores para el Sg en relación con el Sd. El Año de evaluación tuvo un efecto muy significativo tanto sobre la GMD como sobre el PV final, así como en varios de los parámetros medidos en el forraje, particularmente considerando su interacción con la base forrajera.

Según Holmes (1987), al suplementar ganado vacuno sobre pasturas, la ingesta de MS proveniente del forraje se ve disminuida, si bien el consumo total de MS se ve aumentado, siendo la magnitud de esta sustitución de pastura por suplemento dependiente del nivel total de consumo. En este estudio, la suplementación afectó positivamente ($P < 0,05$) tanto las GMD como el PV final (Cuadro 7). No obstante, al comparar las GMD obtenidas contra las teóricas (NASEM, 2016), las ganancias de los tratamientos no suplementados se ajustaron razonablemente a las GMD esperadas (dife-

rencia menor al 10%), mientras que en los tratamientos suplementados presentaron una mayor diferencia entre lo observado y lo esperado (50% superior lo esperado). Teniendo en cuenta que las diferencias entre la respuesta animal esperada y la observada, generalmente son explicadas mayoritariamente por los efectos asociativos del suplemento sobre el consumo voluntario y la energía total disponible en la dieta (Moore *et al.*, 1999), estos factores estarían explicando mayormente las diferencias detectadas. Complementariamente, Jamieson y Hodgson (1979) afirman que entre los componentes de mayor importancia en el comportamiento en pastoreo que explicarían la ingesta de forraje está el tiempo destinado a la actividad y la tasa de bocado. En el presente estudio, el tiempo destinado al pastoreo y la tasa de bocado fueron afectados ($P < 0,05$) por la suplementación (Cuadro 6). El menor tiempo de pastoreo de los animales suplementados podría estar señalando un menor consumo de MS del forraje con respecto a los novillos no suplementados (Soca *et al.*, 2014), es decir la presencia de un efecto de sustitución de forraje por suplemento en la dieta. Además, la mayor tasa de bocado ($P < 0,05$) de los animales no suplementados sugiere la presencia de un intento compensatorio para mantener la ingesta de MS total en comparación con los animales suplementados (Greenwood y Demment, 1988). Por todo lo anterior, se concluye que la interacción entre el consumo de forraje y del suplemento pudo haber afectado el consumo total de MS, a través de un fenómeno combinado de sustitución-adición.

La disponibilidad de energía y proteína para el animal debe ser complementaria si el objetivo es lograr una respuesta animal positiva (Herrera-Saldana *et al.*, 1990). En forrajes con digestibilidades similares a los utilizados en el presente trabajo, Poppi y McLennan (1995) sostienen que una suplementación con alto contenido proteico puede generar una respuesta positiva de una magnitud de entre 0,200 y 0,300 kg animal⁻¹ d⁻¹, lo cual coincide con nuestros resultados (Cuadro 7). Coincidentemente, al comparar las GMD potenciales alcanzables según NASEM (2016), los animales no suplementados limitan primero su desempeño por déficit de proteína más que por un déficit de energía, mientras que en los animales suplementados, ambos nutrientes limitan prácticamente por igual las GMD teóricas logrables; sin embargo, las GMD de los animales suplementados podrían haber sido muy superiores según el modelo NASEM (2016). En una revisión realizada por Moore *et al.* (1999), los autores encontraron que la mayor magnitud de respuesta a la suplementación proteica sobre pasturas, se observaba cuando la ingesta de PC suplementaria era mayor al 0,05% PV, si bien con valores de hasta 0,10% PV la respuesta seguía siendo positiva. En este ensayo, la ingesta de PC fue equivalente al 0,35% PV, por lo cual, sería una situación en donde se esperaría una respuesta positiva en GMD, si

bien no maximizada. Por otra parte, al considerar los resultados en EUS de Rovira (2014) con novillos de sobreaño pastoreando campo natural suplementados con urea (9,1:1) o los de Hannah *et al.* (1990) de novillos similares a los utilizados en este estudio consumiendo henolaje de alfalfa y suplementados con gluten feed de maíz (7,2:1-8,2:1), aun reconociendo las diferencias entre las experiencias mencionadas, se plantea la posibilidad que las EUS de nuestro ensayo (Cuadro 7) podrían haber sido mejores (valores menores). En definitiva, la elección del suplemento utilizado (proteico) parece haber sido adecuada ante la situación de forraje ofrecido y los requerimientos de los animales, pero es posible que con un menor nivel de suplementación y por lo tanto de PC suplementaria, los animales hubieran presentado mejores eficiencias.

La productividad de los rumiantes depende de su habilidad para consumir y extraer la energía utilizable de los alimentos que se les ofrecen (Allen, 1996) y particularmente, en algunas especies como *Sorghum sp.*, la relación entre el consumo voluntario y la composición química es muy elevada (Van Soest, 1965). Debido a una menor lignificación, mayor digestibilidad y un menor contenido de pared celular (Fritz *et al.*, 1981), los sorgos con mutaciones tipo BMR presentan un aumento en el consumo del forraje en comparación con materiales sin esta mutación (Casler *et al.*, 2003). En un experimento llevado a cabo por Rovira y Echeverría (2013), no se encontraron diferencias en la producción de hojas, tallos y producción total de sudangrás al compararlo con sorgo BMR, a pesar de que en términos generales, el sudangrás tiende a presentar menores rendimientos que los sorgos híbridos (Silungwe, 2011). En el presente estudio, la biomasa del forraje ofrecido del sorgo BMR fue mayor en comparación con sudangrás y el mismo comportamiento sigue la altura (Cuadro 2), si bien ambas variables están claramente afectadas por el efecto del Año. Si se considera que uno de los factores que pueden influenciar positivamente la ingesta de forraje es la biomasa ofrecida del mismo (Peyraud *et al.*, 1996; Stakeum y Dillon, 2004), se puede inferir que los novillos sobre sorgo BMR consumieron más MS proveniente del forraje y a su vez, ésta fue más aprovechable, en comparación con los animales pastoreando sudangrás.

Además de un mayor consumo de MS aparente por parte de los novillos pastoreando sorgo, otros elementos inherentes a la calidad del forraje y composición botánica estarían explicando las diferencias en la GMD entre las dos bases forrajeras consideradas, así como las interacciones con el Año de evaluación. Complementariamente, en términos generales, a medida que la calidad del forraje mejora, el consumo voluntario de este también se ve incrementado (Reid, 1961). El consumo de forraje bajo un esquema de pastoreo rotativo se maximiza cuando a los animales se les ofrece forraje de alta digestibilidad, incluso bajo algún tipo de restricción

en la biomasa de forraje en cada nueva franja (Hodgson *et al.*, 1977), lo cual como se discutió anteriormente, no habría sido el caso del presente trabajo experimental. En este estudio, el cultivo de sorgo presentó un mayor valor nutritivo que el sudangrás, siendo la base forrajera el único factor afectado en términos de composición química del forraje ofrecido y remanente, ya que ni la suplementación ni el Año de evaluación afectaron ($P > 0,05$) prácticamente ninguna de estas variables (Cuadro 5). Además, coincidentemente con Vas Martins *et al.* (2001), el sudangrás presentó más proporción de tallo que de hojas que el sorgo (Cuadro 4). No obstante, Vas Martins *et al.* (2001) no detectaron diferencias en la respuesta animal entre los materiales evaluados bajo el mismo manejo. En contraste, Rovira y Echeverría (2013) encontraron que si bien el sudangrás y el sorgo no presentaron diferencias en producción de hojas ni tallos, los animales sobre sorgo presentaron GMD mayores que los animales pastoreando sudangrás, a pesar que los PV finales no fueron significativamente diferentes. En nuestra experiencia, tanto los PV como las GMD fueron superiores ($P < 0,05$) en los animales pastoreando sorgo en comparación con los del sudangrás, si bien las diferencias fueron de poca magnitud (1,5% y 8%, respectivamente) al igual que la producción total de PV por hectárea (8%). Dados los antecedentes consultados y pertinentes a esta línea de trabajo experimental y nuestros resultados, a pesar del mayor consumo aparente con un mayor valor nutricional de los animales sobre sorgo con respecto a sudangrás, dicha diferencia no sería relevante en términos de producción animal (individual y por unidad de superficie).

CONCLUSIONES

Para sistemas ganaderos extensivos del Uruguay, los resultados de estos trabajos experimentales demuestran una respuesta positiva a la suplementación de novillos de sobreaño pastoreando sudangrás y sorgo en términos de ganancia media diaria, peso vivo final y producción por unidad de superficie. Si bien existió una superioridad para las variables estudiadas en los animales que pastorearon sorgo en comparación con sudangrás, claramente el factor de mayor relevancia por su impacto sobre la respuesta animal fue la suplementación.

Para futuras investigaciones queda planteada la necesidad de desarrollar propuestas que permitan mejorar la eficiencia en el uso del suplemento, o bien la utilización de otras fuentes alternativas de suplemento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al personal de campo que llevó adelante este ensayo. Se valoran muy especialmente los aportes de Rafael Reyno, Zully Ramos,

Juan Clariget, Javier Do Canto, Robin Cuadro e Ignacio De Barbieri. También agradecemos los comentarios de los revisores, que contribuyeron a la mejora de la calidad científica y el alcance del presente artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, M.S., 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science* 74 (12), 3052–3062.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th revised edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- ARC, 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock: technical Review by Agricultural Research Council working party. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.
- Berti, R., 2011. Efecto de la suplementación azufrada sobre la ganancia diaria de bovinos pastoreando sorgos forrajeros híbridos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Buenos Aires, pp. 1–6. <http://inta.gob.ar/documentos/efecto-de-la-suplementacion-azufrada-sobre-la-ganancia-diaria-de-bovinos-pastoreando-sorgos-forrajeros-hibridos/>
- Carámbula, M., 2007. Verdeos de verano. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo.
- Casler, M.D., Pedersen, J.F., Undersander, D.J., 2003. Forage yield and economic losses associated with the brown-midrib trait in sudangrass. *Crop Science* 43 (3), 782–789.
- Contreras-Govea, F.E., Marsalis, M.A., Laurialt, L.M., Bean, B.W. 2010. Forage sorghum nutritive value: A review. *Forage and Grazinglands* 8 (1).
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C., 2008. InfoStat, 2008 version, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Fritz, J.O., Cantrell, R.P., Lechtenberg, J.D., Axtell, J.D., Hetel, J.M., 1981. Brown Midrib Mutants in Sudangrass and Grain Sorghum. *Crop Science* 21 (5), 706–709.
- Geiss, J.R., Watson, A.K., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., Benton, J.R., Griffin, W.A., Mitchell, R.B., Pedersen, J.F. 2010. Forage Quality and Grazing Performance of Beef Cattle Grazing Brown Midrib Grain Sorghum Residue. *Nebraska Beef Cattle Reports*. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1559&context=animalscincbr>
- Gomes, L.C., Ribas, M.N., Machado, F.S., Goncalves, L.C., Rodrigues, J., Possas, F., 2009. Desempenho agrônômico e produção de matéria seca digestível de híbridos de sorgo com capim Sudão, normais e mutantes BMR (portadores de nervura marrom). 46° Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR, pp. 14–16.
- Greenwood, G.B., Demment, M.W., 1988. The effect of fasting on short-term cattle grazing behaviour. *Grass and Forage Science* 43 (4), 377–386.
- Hannah, S.M., Paterson, J.A., Williams, J.E., Kerley, M.S., 1990. Effects of corn vs corn gluten feed on site, extent and ruminal rate of forage digestion and on rate and efficiency of gain. *Journal of Animal Science* 68 (8), 2536–2545.
- Herrera-Saldana, R., Gomez-Alarcon, R., Torabi, M., Huber, J.T., 1990. Influence of Synchronizing Protein and Starch Degradation in the Rumen on Nutrient Utilization and Microbial Protein Synthesis. *Journal of Dairy Science* 73 (1), 142–148.
- Hodgson, J., Capriles, J.R., Fenlon, J.S., 1977. The influence of sward characteristics on the herbage intake of grazing calves. *The Journal of Agricultural Science* 89 (3), 743–750.
- Holmes, C., 1987. Pastures for dairy cows, in: Nicol A.M. (Ed.), *Livestock feeding on pasture*. New Zealand Society of Animal Production. Hamilton, New Zealand. pp. 113–145.
- Jamieson, W.S., Hodgson, J., 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science* 34 (4), 261–271.
- McCouston, K.C., McCollum, F.T., Greene, L.W., Bean, B., Van Meter, R., Vasconcelos, J., Silva, J., 2005. Performance of steers grazing photoperiod-sensitive and brown midrib varieties of sorghum-sudangrass. Forage Sorghum Field Day, Texas Agricultural Research and Extension Centre, Amarillo.
- McCouston, K., McCollum, F., Greene, L., Mac Donald, J., Bean, B., 2011. Performance of stocker cattle grazing two sorghum-sudangrass hybrids under various stocking rates. *The Professional Animal Scientist* 27 (2), 92–100.
- Montossi, F., 1995. Comparative studies on the implications of condensed tannins in the evaluation of *Holcus lanatus* and *Lolium* spp. swards for sheep performance. Doctoral Thesis. Massey University, New Zealand.
- Montossi, F., Cazzuli, F., 2015. Avances en la construcción de un modelo de intensificación sostenible de la ganadería, in: Núñez Domínguez, R., Ramírez Valverde, R., Fernández Rivera, S., Araujo Febres, O., GarcíaWinder, M., Díaz Muñoz, T.E. (Eds.), *La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal*. Biblioteca básica de agricultura, Fundación colegio de Posgraduados, México, pp. 607–622.
- Moore, J.E., Brant, M.H., Kunkle, W.E., Hopkins, D.I., 1999. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. *Journal of Animal Science* 77 (Suppl 2), 122–135.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM), 2016. *Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition*. National Academies Press, Washington, DC.
- Osītis, U., Strikauska, S., Grundmane, A., 2003. Lopbarības Analīžu Rezultātu Apkopojuums. LLU, SIA Jelgavas tipogrāfija (62), 1.
- Peyraud, J.L., Comeron, E.A., Wade, M.H., Lemaire, G., 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Annales de Zootechnie* 45, 201–217.
- Poppi, D.P., McLennan, S.R., 1995. Protein and Energy Utilization by Ruminants at. *Journal of Animal Science* 73 (1), 278–290.
- Reid, J.T., 1961. Problems of Feed Evaluation Related to Feeding of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 44 (11), 2122–2133.

- Rovira, P., 2014. Análisis integrado de los trabajos experimentales, in: Rovira P. (Ed.), Suplementación de bovinos con grano húmedo de sorgo y fuentes proteicas sobre campo natural. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Serie Técnica 212, Montevideo, Uruguay, pp. 81-89.
- Rovira, P., Echeverría, J., 2013. Desempeño productivo de novillos pastoreando sudangras o sorgo forrajero nervadura marrón (BMR) durante el verano. *Revista Veterinaria* 24 (2), 91-96.
- Schwarz, A.K., Godsey, C.M., Luebke, M.K., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., Mitchell, R.B., Pedersen, J.F., 2008. Forage Quality and Grazing Performance of Beef Cattle Grazing Brown Mid-rib Grain Sorghum Residue. *Nebraska Beef Cattle Reports*, 13. <https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/13>
- Silungwe, D., 2011. Evaluation of forage yield and quality of sorghum, sudangrass and pearl millet cultivars in Manawatu. Master's Thesis. Massey University, New Zealand.
- Soca, P., González, H., Manterola, H., Bruni, M., Mattiauda, D., Chilibroste, P., Gregorini, P., 2014. Effect of restricting time at pasture and concentrate supplementation on herbage intake, grazing behaviour and performance of lactating dairy cows. *Livestock Science* 170, 35-42.
- Stakelum, G., Dillon, P., 2004. The effect of herbage mass and allowance on herbage intake, diet composition and ingestive behaviour of dairy cows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 43 (1), 17-30.
- Van Soest, P.J., 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science* 24 (3), 834-843.
- Van Soest, P.J., 1982. *Nutritional Ecology of the ruminant*. Cornell University Press, New York.
- Vasconcelos, J.T., Greene, L.W., McCollum, F.T., Bean, B.W., Van Meter, R., 2003. Performance of crossbred steers grazing photoperiod sensitive and non-photoperiod sensitive sorghum sudangrass hybrids. *Journal of Animal Science* 81 (suppl 2), 1-2.
- Vas Martins, D., Pittaluga, O., Seigal, E., 2001. Producción de carne con tres tipos de sorgo bajo dos sistemas de manejo. *Revista Argentina de Producción Animal* 21 (1), 72-73.

