

# III. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Lagomarsino, Ximena \*

Cazzuli, Fiorella \*\*

Luzardo, Santiago \*\*\*

Montossi, Fabio \*\*\*\*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los resultados que se presentan en este capítulo, se dividen en dos grandes secciones. En la primera sección, se muestran los dos años de evaluación del pastoreo de sorgo forrajero y sudangrás de novillos en proceso de terminación con suplementación proteica (años 2012 y 2013). En la segunda sección, se presentan los dos años de evaluación del pastoreo de sorgo forrajero de novillos con suplementación de diferentes características (años 2014 y 2015), así como los resultados de un año de evaluación de distintas cargas y el uso de animales fistulados para estudios del ambiente ruminal (año 2014).

## 2. EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE NOVILLOS PASTOREANDO SORGO FORRAJERO Y SUDANGRÁS CON SUPLEMENTACIÓN PROTEICA

El objetivo general de estos ensayos fue evaluar en forma comparativa el pastoreo del sorgo forrajero azucarado (BMR) y sudangrás (cv. INIA Comiray) conjuntamente con la evaluación de la suplementación proteica, como alternativas para el engorde de novillos durante el período estival en la región de Basalto.

Los objetivos específicos fueron:

- Evaluar la performance animal de novillos Hereford sobre un verdeo de sorgo tipo BMR (cv. Nutritop) a una carga de 7,5 novillos/ha.
- Evaluar la performance animal de novillos Hereford sobre un verdeo de sudangrás

(cv. INIA Comiray) a una carga de 7,5 novillos/ha.

- Evaluar el efecto de la suplementación con expeller de girasol en la productividad animal, sobre verdeos de sorgo tipo BMR (cv. Nutritop) y de sudangrás (cv. INIA Comiray).
- Evaluar el efecto del pastoreo y la suplementación en la productividad de verdeos de sorgo tipo BMR (cv. Nutritop) y de sudangrás (cv. INIA Comiray).
- Evaluar la interacción de los factores evaluados.
- Evaluar el efecto de los tratamientos sobre la deposición de tejidos en el animal *in vivo*.

### 2.1. Materiales y métodos

#### 2.1.1. Tratamientos

Este ensayo fue desarrollado en dos años consecutivos. En el primer año, el período experimental comenzó el 19 de diciembre de 2011 y finalizó el 2 de abril de 2012 (105 días) mientras que, en el segundo año, el período experimental comenzó el 8 de enero y finalizó el 7 de marzo de 2013 (58 días).

El Cuadro 1 presenta un esquema de los tratamientos aplicados.

Los animales de estos experimentos provenían de ensayos realizados durante su primer invierno de vida, por lo que la distribución para cada tratamiento estival tuvo en cuenta el tipo de alimentación que recibieron los mismos previamente, de manera de mitigar los efectos nutricionales previos al inicio de cada ensayo.

\* Ing. Agr. Programa Nacional de Producción de Carne y Lana, INIA Tacuarembó (2011-2015).

\*\* Ing. Agr. MSc. Programa Nacional de Producción de Carne y Lana, INIA Tacuarembó.

\*\*\* Ing. Agr. PhD. Programa Nacional de Producción de Carne y Lana, INIA Tacuarembó

\*\*\*\* Ing. Agr. PhD. Director Nacional de INIA.

**Cuadro 1.** Tratamientos experimentales y peso vivo lleno al inicio del ensayo para los años 2012 y 2013.

Tratamiento	1	2	3	4
Nomenclatura	SudanSS	SudanCS	SorgoSS	SorgoCS
Pastura	Sudangrás	Sudangrás	Sorgo BMR	Sorgo BMR
Suplemento (% PV)	0	1	0	1
PV Inicial (kg) - Año 2012	313,0	313,6	313,5	313,2
PV Inicial (kg) - Año 2013	295,4	295,7	295,3	295,6

SS = sin suplementación; CS = con suplementación.

### 2.1.2. Materiales y métodos

El Cuadro 2 presenta el manejo previo y durante la siembra de los verdes, según el año de evaluación.

Se trabajó con 40 novillos de la raza Hereford, de 15 meses de edad promedio al inicio del período experimental, nacidos en la primavera de los años 2010 y 2011, para el año 1 y año 2, respectivamente.

**Cuadro 2.** Manejo previo y durante la siembra de los verdes según año de evaluación.

Labor	Año 1	Año 2
Acondicionamiento previo	04/10/11: 3,5 L/ha de glifosato 04/10/11: atrazina (2,9 L/ha) y metolaclor (Dual Gold, 1,4 L/ha)	25/09/12 y 30/09/2012: 3,0 L/ha de glifosato.
Material genético	Sorgo BMR cv. Nutritop Sudangrás cv. LE Comiray	
Tratamiento de la semilla	Protector (Concep: Fluxofenim) 4cc/10kg semilla Insecticida (Imidacloprid 60% FS) 350 cc/100 kg semilla Fungicida (Metalaxil 35 %) 350 cc/100 kg semilla	Protector (Concep: Fluxofenim) 4cc/10kg semilla Insecticida (Imidacloprid 60% FS) 350 cc/100 kg semilla
Método de siembra	Directa, a 32 cm entre hilera.	Directa, a 37 cm entre hilera.
Densidad de siembra	Sorgo BMR: 25 kg/ha Sudangrás: 25 kg/ha	
Fertilización basal	120 kg/ha de 25.33.0	100 kg/ha de 25.33.0
Fecha de siembra	18/10/2011: Sorgo BMR 19/10/2011: Sudangrás	01/11/2012: Sorgo BMR y Sudangrás
Resiembra	No fue necesaria	* 20/11/12: Resiembra Sorgo BMR y Sudangrás
Refertilización	50 kg/ha de urea: Sorgo BMR 18/10/11 50 kg/ha de urea: Sudangrás 19/10/11	Luego de cada ciclo de pastoreo se realizó una refertilización: 100 kg/ha de urea

\* Por invasión de pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*) se volvió a aplicar glifosato a 3,0 L/ha el 19/11/2012 y se procedió a la resiembra total el 20/11/12. Luego, el 20 y 21/11/12 se aplicó atrazina (3 L/ha) y metolaclor (1,5 L/ha).

El sistema de pastoreo utilizado en ambos años y para ambas bases forrajeras fue rotativo, utilizando 3 parcelas de pastoreo, con 10 días de ocupación y 20 días de descanso. A la salida de los novillos de cada parcela, y en caso de considerarlo necesario, se utilizó la pasada de una rotativa para homogenizar la altura del forraje remanente de la misma.

Los animales de los tratamientos suplementados fueron racionados una vez al día, temprano en la mañana, con expeller de girasol a razón del 1 % del PV, en forma grupal (comederos). El período de acostumbamiento al suplemento fue muy reducido, ya que los animales tenían experiencia previa en el consumo de los mismos. Los animales contaron con agua de calidad y sales minerales *ad libitum* durante todo el período experimental.

### 2.1.3. Determinaciones

#### 2.1.3.1. Pasturas

La disponibilidad del forraje fue determinada en las parcelas 1 y 3 de pastoreo de cada tratamiento en ambas repeticiones, a través de la realización de 5 cortes de 2 metros lineales y simultáneamente se realizaban 4 determinaciones de altura en cada línea de corte. Estas determinaciones se realizaron tanto para el forraje ofrecido como para el remanente.

Las 5 muestras cortadas (ofrecido y remanente) por parcela, se pesaban individualmente en verde y luego se juntaban en un único pool de forraje. Este se mezclaba de manera tal que cada submuestra contuviera fracciones de cada una de las muestras originales.

Para determinar el porcentaje de materia seca (MS), se utilizaba el pool de forraje restante, del que se extraían 2 submuestras. Estas se pesaban individualmente en verde para posteriormente ser secadas a estufa a 60 °C hasta peso constante. Luego, con el peso verde de cada corte individual y el porcentaje de materia seca promedio, se estimaba la disponibilidad de forraje/ha para cada una de las muestras.

Para determinar la composición botánica, una vez pesadas en verde las 5 mues-

tras de cada parcela, se tomaban 5 plantas enteras. Las mismas se separaban en las fracciones tallo (tallo + vaina), hoja (lámina) y panoja, restos secos 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 se determinó con las mismas muestras utilizadas para determinar el contenido de materia seca, una vez secadas a 60 °C. Las muestras se molían y mezclaban uniformemente para posteriormente enviar una submuestra al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela. Allí se determinaron los porcentajes de las fracciones proteína cruda (PC) por el método de Kjeldhal (1984), y fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) por el método de Van Soest (1982). La digestibilidad de la MS (DMS) fue calculada utilizando la fórmula de Holland y Kezar (1990):  $DMS = 88,9 - (\%FDA \times 0,779)$ .

El valor nutritivo del suplemento se realizó a partir de una muestra representativa de cada bolsa de expeller de girasol, de 200 g aproximadamente, a efectos de construir un pool semanal, para su posterior evaluación en el Laboratorio de Nutrición Animal del INIA La Estanzuela. Los parámetros evaluados fueron los porcentajes de: PC, FDN y FDA. La metodología de análisis de estas fracciones fue determinada por los mismos métodos que el forraje. La fracción cenizas fue determinada mediante incineración a 300 °C durante 3 horas.

#### 2.1.3.2. Animales

El peso vivo lleno (PVLL) se registró al inicio, cada 14 días y al final de cada período experimental. El peso vivo vacío (PVV) se registró con 16 horas de ayuno, al inicio y al final del período experimental.

La carga parasitaria de los animales fue evaluada a través de muestras de materia fecal de todos los animales el día del inicio del ensayo y posteriormente cada 28 días, a los efectos de realizar el análisis coprológico correspondiente. Todos los animales fueron dosificados cuando el conteo de los huevos por gramo de materia fecal (HPG) superaba 500 en la mitad más uno de los animales,

en al menos una de las parcelas. El procedimiento utilizado para estimar los HPG fue mediante la técnica de Mc Master modificada por Williamson *et al.* (1994).

El comportamiento animal fue evaluado en tres instancias durante el desarrollo de los ensayos. En cada ocasión, las observaciones se realizaron a lo largo de las horas luz del día, cada 15 minutos, registrándose las siguientes actividades: pastoreo, caminata, rumia, descanso (incluyó juegos, rascado, etc.), consumo de suplemento, consumo de sal y consumo de agua. Además, se tomaron mediciones de la tasa de bocado en 4 momentos del día; 2 en la mañana y 2 en la tarde. La metodología para estas determinaciones consistía en medir el tiempo requerido para efectuar 20 bocados (Jamieson y Hodgson, 1979).

La cantidad de suplemento ofrecido se ajustaba cada 14 días, de acuerdo al peso vivo promedio de los animales en cada parcela. Para estimar el consumo de suplemento, se colectó, de existir, el suplemento remanente (no consumido) en forma diaria.

Se realizaron medidas por ultrasonografía, a los efectos de medir el área del ojo de bife (AOB; entre la 12° y 13° costilla), cobertura de grasa (EGS; a nivel del AOB y P8 a nivel del cuadril) y contenido de grasa intramuscular (GIM en %). También se realizó la medida de altura de anca en las mismas fe-

chas en que se realizaron las ultrasonografías.

Una vez finalizados los ensayos, se calculó la eficiencia de conversión a través de la cantidad de suplemento consumido necesario para ganar 1 kg de peso animal, utilizando el consumo de suplementos en base seca.

### 2.1.3.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue factorial de 2 x 2 completamente aleatorizado con dos repeticiones, en donde se evaluó el efecto de dos tipos de pasturas (sudangrás y sorgo BMR) y el uso de la suplementación (con y sin suplemento). Las variables fueron analizadas mediante modelos mixtos utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2013).

## 2.2. Resultados

A continuación se presentan los resultados del ensayo, primero discriminado por el año de evaluación y finalmente se realiza un análisis conjunto de los dos años.

### 2.2.1. Año 1

#### 2.2.1.1. Resultados en pasturas

El Cuadro 3 presenta los resultados registrados en la pastura. En el mismo puede

**Cuadro 3.** Efecto de la base forrajera y la suplementación de novillos sobre el forraje de sudangrás y sorgo (Año 1).

Parámetro	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
<b>OFRECIDO</b>							
Altura (cm)	77,9	77,8	ns	71,2 <sup>b</sup>	84,5 <sup>a</sup>	**	ns
Disponibilidad (kg MS/ha)	2237,2 <sup>b</sup>	3427,3 <sup>a</sup>	**	2639,1 <sup>b</sup>	3025,4 <sup>a</sup>	*	ns
<b>REMANENTE</b>							
Altura	40,1	39,9	ns	33,4 <sup>b</sup>	46,6 <sup>a</sup>	**	ns
Disponibilidad (kg MS/ha)	1127,7 <sup>b</sup>	1607,4 <sup>a</sup>	**	1173,2 <sup>b</sup>	1560,9 <sup>a</sup>	**	ns
<b>UTILIZACIÓN</b>							
Utilización (%)	46,9 <sup>b</sup>	53,4 <sup>a</sup>	*	54,4 <sup>a</sup>	45,9 <sup>b</sup>	**	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01; ns= no significativo.

observarse que la altura de la pastura del forraje ofrecido y remanente no se vio afectada por el tipo de sorgo utilizado. Sin embargo, la disponibilidad del forraje ofrecido fue significativamente superior en el caso del sorgo forrajero, coincidente con lo reportado por Kalton (1988), Miron *et al.* (2007), Moyer *et al.* (2004), citados por Silungwe (2011), quienes encontraron que los sorgos híbridos presentan una mayor productividad que el sudangrás. Rovira (2002) registró disponibilidades promedio de sudangrás a una carga de 5,3 animales/ha de 4366 y 2031 kg MS/ha para el forraje ofrecido y remanente, respectivamente. Por otro lado, en sorgo forrajero, Giorello *et al.* (2012) reportaron una producción superior a 10000 kg MS/ha acumulados en el total del período evaluado.

La suplementación afectó significativamente los parámetros de la pastura, determinando mayores disponibilidades y alturas tanto del forraje ofrecido como del remanente en aquellos tratamientos suplementados, demostrando un efecto de sustitución. Este efecto se da en aquellos casos en donde el forraje es de alta calidad y la disponibilidad no es limitante, si bien se hace más relevante cuanto mayor calidad presente la pastura (Elizalde, 2003).

En cuanto a la utilización del forraje, se observa que los animales realizaron un mayor aprovechamiento en el caso del sorgo forrajero y cuando los animales no fueron suplementados. Este último resultado podría estar determinando un fenómeno de sustitución

del forraje por suplemento en los tratamientos suplementados. Rovira (2002), registró una utilización promedio de 53,5 % al evaluar novillos pastoreando sudangrás con una disponibilidad promedio de 4366 kg MS/ha y una carga de 5,3 an/ha.

Por otra parte, vale la pena mencionar que la interacción entre los factores evaluados no fue significativa para ninguna de las variables descritas en el Cuadro 3.

El Cuadro 4 presenta el valor nutritivo de ambas bases forrajeras, según tratamiento.

Ninguno de los parámetros referentes a la calidad de la pastura ni sus interacciones fueron afectados por los factores evaluados ( $P > 0,05$ ), tanto para el forraje ofrecido como para el remanente. Pigurina y Methol (2004), encontraron un promedio de 7,9 % de PC en una pastura de sudangrás y de 6,0 % en sorgo. Por otra parte, Rovira y Echeverría (2014) reportaron un contenido de PC de 14,7 % y 5,0 % para la fracción hoja y tallo de sudangrás, respectivamente.

Esquivel *et al.* (2006), trabajando con novillos pastoreando sudangrás, encontraron valores de PC de 7,8 y 7,5 % en el primer y segundo ciclo de pastoreo, respectivamente. Por su parte, Berlangeri (2008) reportó valores de 13,0 y 12,6 % de PC en el forraje disponible de un cultivo de sorgo forrajero BMR ofrecido a novillos. En cuanto al porcentaje de FDA en el forraje ofrecido, Esquivel *et al.* (2006) reportaron valores superiores a



**Cuadro 4.** Efecto de la base forrajera y la suplementación de novillos sobre los parámetros de calidad de la pastura de sudangrás y sorgo (Año 1).

%	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
<b>OFRECIDO</b>							
PC	9,0	9,2	ns	8,8	9,3	ns	ns
FDA	37,9	37,8	ns	37,7	38,0	ns	ns
FDN	63,6	62,9	ns	63,3	63,2	ns	ns
DMS	59,4	59,5	ns	59,5	59,3	ns	ns
<b>REMANENTE</b>							
PC	4,7	4,2	ns	4,6	4,3	ns	ns
FDA	46,8	45,0	ns	46,1	45,7	ns	ns
FDN	72,9	70,9	ns	71,7	72,0	ns	ns
DMS	52,5	53,9	ns	53,0	53,0	ns	ns

Nota: ns = no significativo; PC = proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro; DMS = Digestibilidad de la materia seca.

los encontrados en el presente trabajo (46,6 y 42,0 % para el primer y segundo ciclo de pastoreo, respectivamente), mientras que Berlangeri (2008) halló valores de FDA que se ubicaron en 32,2 y 31,6 % para dos materiales distintos de sorgo BMR.

Por otra parte los contenidos de proteína del forraje remanente se encuentran por

debajo del contenido de proteína en el forraje ofrecido, en todos los escenarios evaluados. Lo inverso sucede con el contenido de FDA y FDN, lo que evidencia la selectividad de los animales, con una calidad inferior en el forraje remanente. La selectividad de los rumiantes a favor de determinados componentes de un forraje ha sido

30

**Cuadro 5.** Efecto de la base forrajera y la suplementación de novillos sobre la composición botánica promedio de la pastura de sudangrás y sorgo (Año 1).

%	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
<b>OFRECIDO</b>							
RS	3,0	2,8	ns	3,0	2,8	ns	ns
MS verde	97,0	97,2	ns	97,0	97,2	ns	ns
Hoja <sup>a</sup>	26,6	29,4	ns	29,0	27,0	ns	ns
Tallo <sup>a</sup>	71,1	69,2	ns	69,2	71,1	ns	ns
Panoja <sup>a</sup>	2,3	1,4	ns	1,9	1,8	ns	ns
<b>REMANENTE</b>							
RS	1,6	1,3	ns	1,5	1,3	ns	ns
MS verde	98,4	98,7	ns	98,5	98,7	ns	ns
Hoja <sup>a</sup>	9,0	18,6	ns	12,4	15,2	ns	ns
Tallo <sup>a</sup>	90,9	81,4	ns	87,6	84,7	ns	ns
Panoja <sup>a</sup>	0,1	0,0	ns	0,0	0,1	ns	ns

Nota: ns = no significativo; MS = contenido de materia seca; RS = fracción restos secos. <sup>a</sup> respecto a la materia seca verde.

ampliamente documentada (Chacon y Stobbs, 1976; Van Dyne, 1980; Arnold, 1981; Clark *et al.*, 1982; Hodgson, 1982, 1985, 1990; L'Hullier *et al.*, 1984; Vallentine, 1990; citados por Montossi *et al.*, 2000).

El Cuadro 5 presenta la composición botánica promedio de todo el período de cada base forrajera, según el tratamiento aplicado.

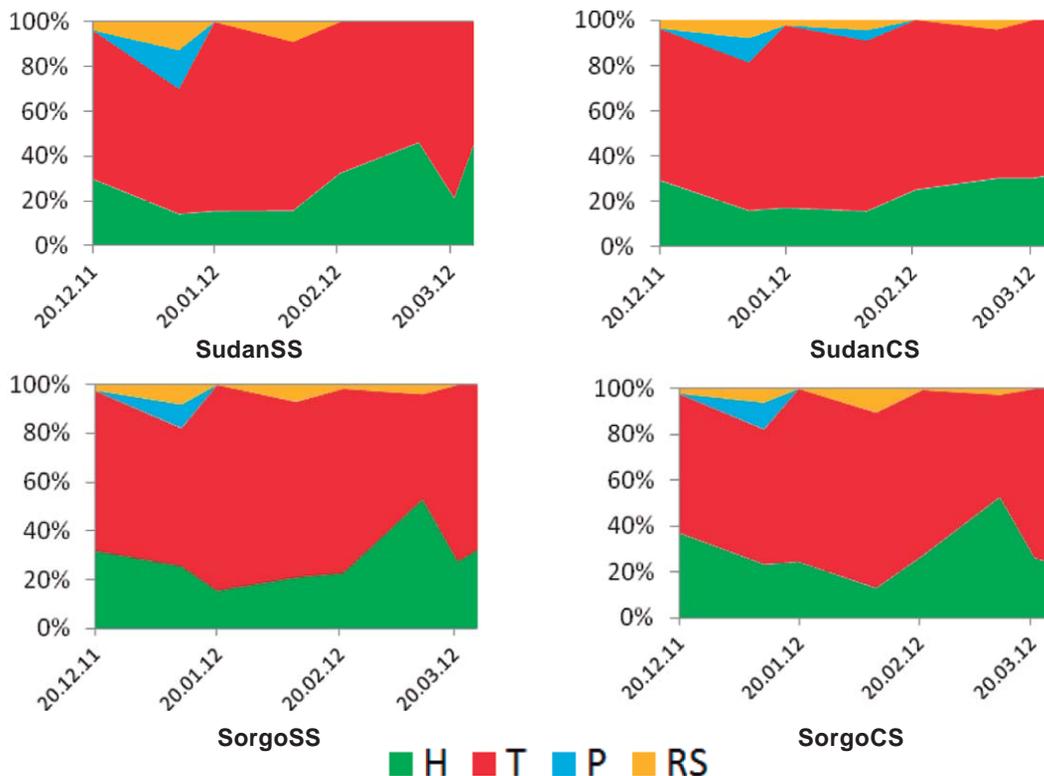
Al igual que lo observado para los parámetros de valor nutritivo del forraje, ni los factores tipo de forraje y suplementación, ni la interacción entre estos afectaron significativamente ninguno de los componentes de la composición botánica ( $P > 0,05$ ). Tomando en cuenta los resultados en disponibilidad, valor nutritivo y composición botánica, se puede decir que solamente la cantidad del forraje fue afectada por los tratamientos aplicados, mientras que la calidad del mismo no fue afectada por estos.

En un trabajo experimental realizado por Rovira y Echeverría (2014), se reportaron

porcentajes de hoja de 48 % en sudangrás y 49 % en sorgo BMR en el primer pastoreo, 25 % en sudangrás y 26 % en sorgo BMR en el segundo ciclo de pastoreo y 24 % en sudangrás y 21 % en sorgo BMR en el tercer ciclo de pastoreo, en el forraje ofrecido. Los porcentajes de hojas reportados por estos autores son sensiblemente mayores a los obtenidos en el presente ensayo. Las diferencias entre ambas experiencias podrían estar asociadas al tipo de cultivar utilizado, la estrategia de manejo del pastoreo, suplementación diferencial, etc.

Se destaca la muy baja proporción de panojas y restos secos para ambas bases forrajeras, lo cual sería un indicador del correcto manejo del pastoreo durante el ensayo, ya que no se le permitió llegar a estadios reproductivos.

La Figura 1 presenta la evolución en el tiempo de la composición botánica del forraje ofrecido de cada base forrajera, se-



Nota: SS = sin suplementación; CS = con suplementación; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

**Figura 1.** Evolución de la composición botánica del forraje ofrecido de sudangrás y sorgo forrajero, con y sin suplementación, bajo pastoreo de novillos (Año 1).

gún los cuatro tratamientos resultantes de la interacción de los factores, sudangrás sin suplemento (SudanSS), sudangrás con suplemento (SudanCS), sorgo sin suplemento (SorgoSS) y sorgo con suplemento (SorgoCS).

La fracción tallo dominó la composición del forraje en todos los tratamientos, a lo largo de todo el período experimental. La proporción de hojas, especialmente en el cultivo de sorgo, tuvo un aumento hacia el final del período, lo cual se vio reflejado en la calidad del forraje disponible al final del período experimental.

La Figura 2 presenta la evolución de la composición botánica del forraje remanente en cada tratamiento.

La composición botánica del sudangrás se comportó de manera similar entre los tratamientos sin suplementación y con suplementación, con predominio neto de la fracción tallo a lo largo de todo el período (Figura 2). Algo muy similar se registró en el sor-

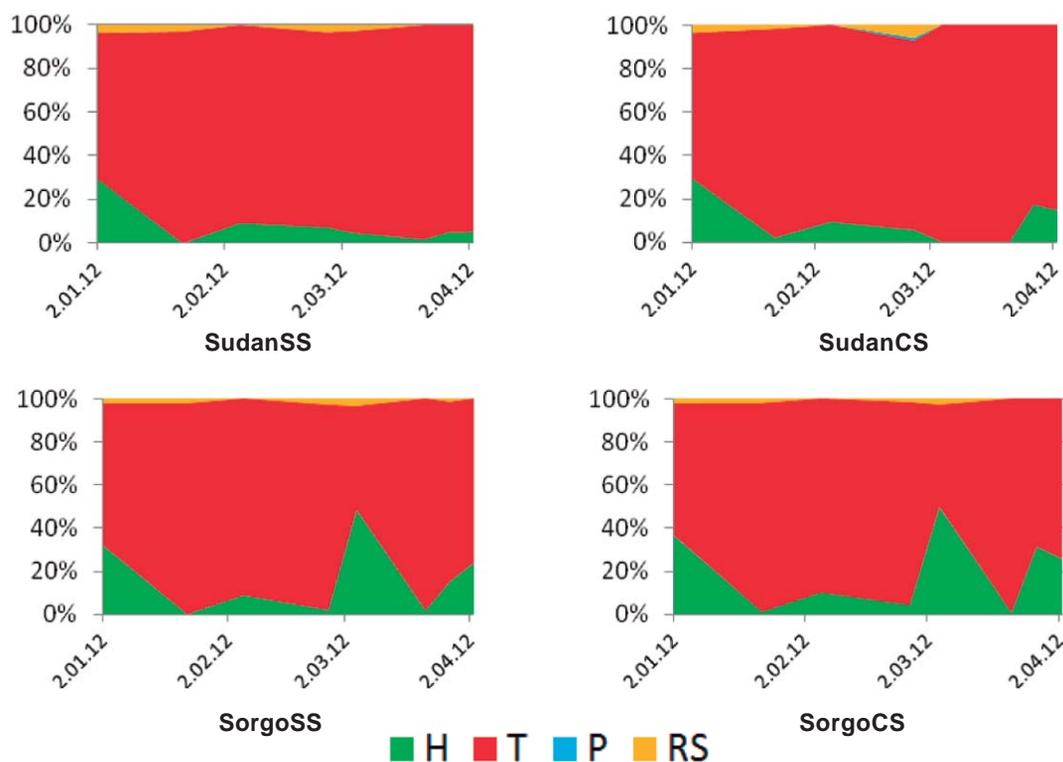
go forrajero. Sin embargo, el sorgo tuvo oscilaciones más marcadas en la proporción de tallo y hoja.

### 2.2.1.2. Resultados en comportamiento y producción animal

Se presentan primero los resultados registrados en el comportamiento de pastoreo de los animales, el cual estaría asociado a los resultados del desempeño animal.

El Cuadro 6 muestra los resultados obtenidos en el comportamiento animal a partir de los dos factores evaluados (tipo de forraje y uso de suplemento) y en la Figura 3 se presentan los resultados del comportamiento animal y tasa de bocado promedio, para cada uno de los tratamientos evaluados.

El tipo de forraje utilizado no tuvo efecto en ninguno de los parámetros estudiados ni en la tasa de bocado. Sin embargo, el uso de suplemento determinó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en algunas de las activi-



Nota: SS = sin suplementación; CS = con suplementación; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

**Figura 2.** Evolución de la composición botánica del forraje remanente de sudangrás y sorgo forrajero, con y sin suplementación, bajo pastoreo de novillos (Año1).

**Cuadro 6.** Efecto de la base forrajera y la suplementación de novillos sobre la conducta animal (Año 1).

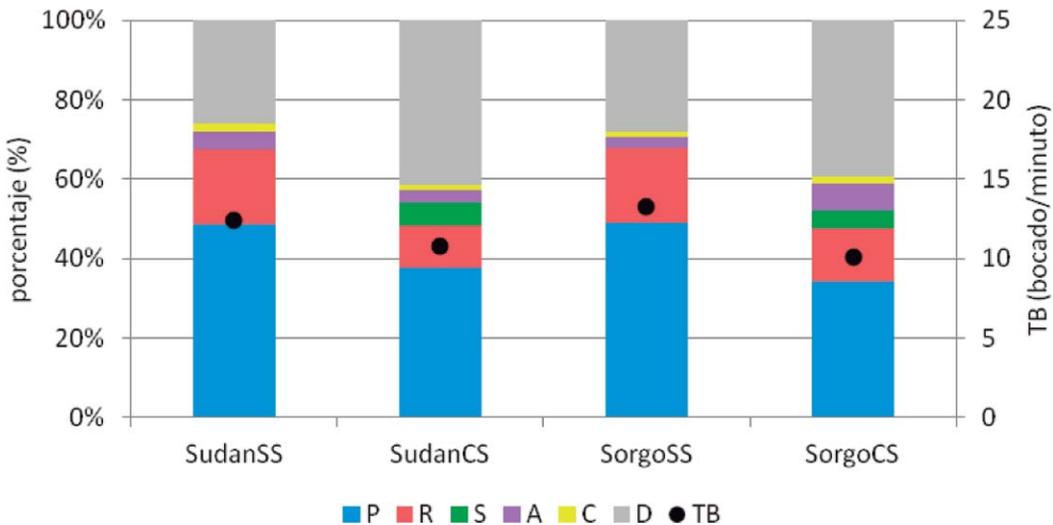
%	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
Pastoreo	43,1	41,7	ns	48,9 <sup>a</sup>	35,9 <sup>b</sup>	**	ns
Rumia	14,7	16,0	ns	18,8 <sup>a</sup>	12,0 <sup>b</sup>	**	ns
Suplemento	2,9	2,2	ns	0,0 <sup>b</sup>	5,1 <sup>a</sup>	**	ns
Agua	3,9	4,9	ns	3,7	5,1	ns	**
Caminar	1,7	1,6	ns	1,8	1,5	ns	ns
Descanso	33,7	33,6	ns	26,9 <sup>b</sup>	40,4 <sup>a</sup>	**	ns
Tasa de bocado (bocado/minuto)	11,6	11,7	ns	12,8 <sup>a</sup>	10,5 <sup>b</sup>	**	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01. Nota: Las actividades realizadas por los animales se expresan como porcentaje del tiempo total.

dades comportamentales. Como era de esperar, el tiempo dedicado al pastoreo fue mayor en los animales que no recibieron expeller de girasol en su dieta, determinando un mayor tiempo dedicado a la rumia y un menor tiempo de descanso. En la tasa de bocado también se observa una diferencia significativa (P < 0,05), siendo mayor la cantidad de bocados por minuto en los animales no suplementados. Esto podría explicarse porque el incremento en la tasa de bocado es una

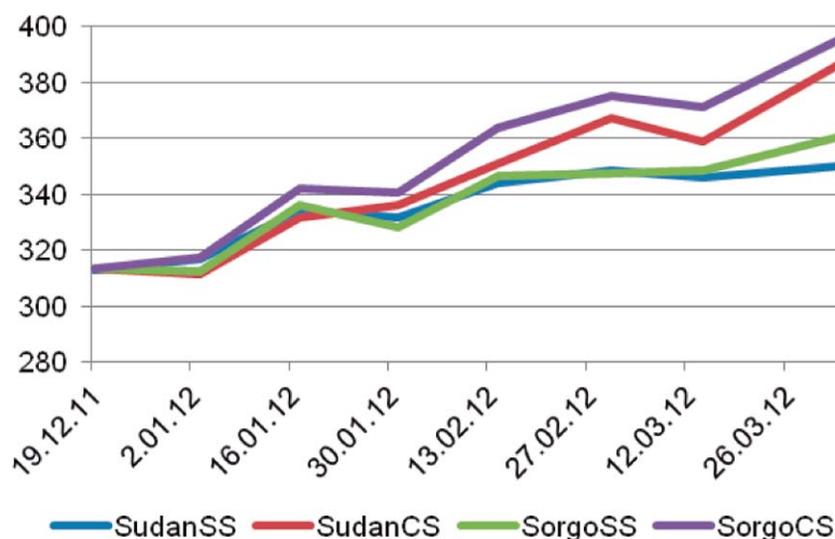
respuesta compensatoria que tiene el animal para prevenir un descenso en la tasa de consumo total (Penning *et al.*, 1991, citados por Montossi, 1995).

La interacción de los factores presentó diferencias significativas (P < 0,05) únicamente en el tiempo destinado al consumo de agua, siendo en los animales que se encontraron pastoreando sorgo y expeller de girasol mayor (7,0 %) que en los restantes tratamientos (4,3 % SudanSS, 3,2 %



Nota: SS = sin suplementación; CS = con suplementación; TB = tasa de bocado; P = actividad de pastoreo; R = actividad de rumia; S = actividad de consumo de suplemento; A = actividad de consumo de agua; C = actividad de caminata; D = descanso.

**Figura 3.** Efecto de la base forrajera y la suplementación sobre el comportamiento animal y tasa de bocado de novillos sobre verdeo estival (Año1).



**Figura 4.** Evolución del peso vivo de novillos sobre verdeos de verano (Año 1).

SudanCS y 2,8 % SorgoSS) que no presentaron diferencias entre ellos.

La Figura 4 presenta la evolución del PV de cada tratamiento. En el Cuadro 7 se observan los principales resultados obtenidos en relación al desempeño animal para cada factor.

Al inicio del estudio los animales no presentaron diferencias en el peso promedio en cada uno de los tratamientos evaluados. Los pesos vivos llenos finales no presentaron diferencias significativas ( $P >$

0,05) cuando fueron analizados según el forraje utilizado. Sin embargo, para el factor suplementación, sí se encontraron diferencias estadísticas a favor de los animales que recibieron expeller de girasol durante el período de estudio. Las ganancias medias diarias llenas, presentaron diferencias para ambos factores estudiados, siendo superiores las de los animales pastoreando sorgo y los que fueron suplementados. Para las ganancias medias de peso vivo vacío se observaron valores

**Cuadro 7.** Efecto de la base forrajera y la suplementación sobre la performance animal de novillos sobre verdeo estival (Año 1).

Parámetro	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
PVLL i (kg)	313,3	313,4	ns	313,1	313,6	ns	ns
PVLL f (kg)	368,2	377,7	ns	355,4 <sup>b</sup>	390,5 <sup>a</sup>	**	*
PVV i (kg)	286,8	287,3	ns	289,6	284,4	ns	ns
PVV f (kg)	354,1	359,9	ns	345,0 <sup>b</sup>	369,0 <sup>a</sup>	*	ns
AA i (cm)	123,7	124,1	ns	123,4	124,4	ns	ns
AA f (cm)	127,6	128,1	ns	127,5	128,2	ns	ns
GPVLL (kg/an/día)	0,522 <sup>b</sup>	0,613 <sup>a</sup>	**	0,403 <sup>b</sup>	0,732 <sup>a</sup>	**	ns
GPVV (kg/an/día)	0,641	0,691	ns	0,528 <sup>b</sup>	0,805 <sup>a</sup>	**	ns
Producción (kg PV/ha)	411,4 <sup>b</sup>	482,6 <sup>a</sup>	**	317,3 <sup>b</sup>	576,8 <sup>a</sup>	**	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; i = inicial; f = final; PVLL = peso vivo lleno; PVV = peso vivo vacío; AA = altura de anca; GPV = ganancia de peso vivo.

mayores ( $P < 0,05$ ) únicamente en los animales suplementados.

Vaz Martins *et al.* (2003) registraron ganancias en un rango de 0,718-0,880 kg/an/día, obtenidas en 101-118 días de pastoreo en total, en novillos pastoreando sudangrás sin suministro de suplemento. Rovira y Echeverría (2013) presentaron ganancias promedio en 73 días de ensayo sobre la misma base forrajera de 0,823 kg/an/día. Estas ganancias fueron obtenidas a una dotación que varió entre 4,5 y 7,0 novillos/ha.

Por otro lado, Rovira (2002) registró ganancias de 0,451 kg/an/día durante dos ciclos de pastoreo en novillos sobre sudangrás, utilizando una carga de 5,3 novillos/ha, durante un período de 53 días. Esquivel *et al.* (2006) observaron ganancias de 0,473 kg/an/día con novillos pastoreando sudangrás a una carga de 7,0 animales/ha y durante dos ciclos de pastoreo de 68 días en total.

En experiencias sobre sorgo forrajero sin suplementación, Vaz Martins *et al.* (2003), lograron ganancias en un rango de 0,788 - 0,980 kg/an/día con períodos experimentales entre 79 y 107 días y Rovira y Echeverría (2013), durante un período de 73 días obtuvieron ganancias de 0,945 kg/an/día.

La interacción de los dos factores de estudio presentó diferencias significativas únicamente en el peso vivo lleno final, en donde los mayores pesos ( $P < 0,05$ ) correspondieron a los animales suplementados, seguidos por el sorgo sin suplementar y por último el sudangrás sin agregado de expeller en la dieta (SorgoCS 394,8 kg, SudanCS 386,1 kg, SorgoSS 360,6 kg, SudanSS 350,2 kg).

Como ya se mencionó previamente, los valores promedio de valor nutricional y composición botánica no fueron estadísticamente diferentes ( $P > 0,05$ ) en los factores evaluados. Por lo tanto, los resultados en producción animal pueden ser explicados por la cantidad de forraje, es decir, por la asignación forrajera y también por la presencia o ausencia de la suplementación. Los animales que pastorearon sorgo forrajero tenían significativamente más disponibilidad de forraje ofrecido que aquellos que pastorearon sudangrás. Asimismo, el contenido de materia seca del forraje de sudangrás fue, en

términos generales, mayor que en el sorgo. Todo esto podría explicar por qué se evidencia una tendencia a un menor desempeño animal en el tratamiento sudangrás sin suplemento y una tendencia a un mejor desempeño sobre sorgo que sobre sudangrás en los tratamientos suplementados.

Las eficiencias de conversión (EC) no difirieron estadísticamente ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos con inclusión de suplementación, siendo de 10,3 kg de suplemento/kg PV (kg S/kg PV) en animales pastoreando sudangrás (SudanCS) y de 11,0 kg S/kg PV en sorgo (SorgoCS). Simeone y Beretta (2004) presentaron eficiencias de conversión de novillos Hereford (280 kg PV) pastoreando praderas mezclas de gramíneas y leguminosas durante el verano de 6:1, 9:1 y 45:1, suplementados con grano de maíz al 1 % PV, para asignaciones de forraje de 3, 6 y 9 %, respectivamente.

Rovira (2002), evaluando novillos pastoreando sudangrás sin suplementación, encontró que la ganancia diaria animal estuvo correlacionada positivamente con el porcentaje de hojas disponible en el cultivo. En el presente trabajo, la proporción de hojas en el forraje entre tratamientos no difirió estadísticamente, tanto para forraje disponible como remanente. No obstante, al observar la evolución de la composición botánica en el tiempo, el tratamiento SorgoCS presenta una proporción de hojas en el forraje ofrecido mayor hacia el final del ensayo y esta fracción del forraje aumentó más drásticamente desde la mitad del período experimental en adelante. Al observar la gráfica de evolución del PV (Figura 4), puede notarse que en el tratamiento SorgoCS, comienza a diferenciarse en forma positiva del resto de los tratamientos a mitad del período evaluado. Si se observa el desempeño de los animales de los tratamientos CS, se puede señalar que a partir de mediados de enero, la ganancia de peso vivo resulta mayor que en los tratamientos no suplementados y esta tendencia continúa hasta que se hace notoriamente evidente a partir del inicio del mes de marzo.

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de producción animal relacionados a la calidad de canal *in vivo*.

**Cuadro 8.** Efecto de la base forrajera y la suplementación sobre la calidad de canal y carne de novillos sobre verdeo estival (Año 1)

Parámetro	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
AOB i (cm <sup>2</sup> )	29,4	30,2	ns	30,2	29,5	ns	ns
AOB f (cm <sup>2</sup> )	48,2	48,8	ns	46,9	50,1	ns	ns
EGS i (mm)	2,1	2,1	ns	2,0	2,1	ns	ns
EGS f (mm)	3,1	3,4	ns	2,9 <sup>b</sup>	3,6 <sup>a</sup>	*	ns
P8 i (mm)	2,0	2,2	ns	1,9	2,2	ns	ns
P8 f (mm)	3,8	4,4	ns	3,5 <sup>b</sup>	4,8 <sup>a</sup>	**	ns
GIM i (%)	2,0	2,2	ns	2,3	1,9	ns	ns
GIM f (%)	3,0	3,1	ns	3,1	3,0	ns	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; i = inicial; f = final; AOB = área ojo de bife; EGS = espesor grasa subcutánea; P8 = espesor de grasa del cuadril; GIM = grasa intramuscular.

Las medidas registradas de área de ojo de bife (AOB), espesor de grasa subcutánea (EGS), espesor de grasa a nivel del cuadril (P8) y contenido de grasa intramuscular (GIM), al inicio del experimento no presentaron diferencias significativas en los diferentes factores evaluados. Al final del estudio, AOB y GIM fueron estadísticamente iguales en las diferentes alternativas nutricionales.

Al final del experimento, el efecto de la suplementación solo fue estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) para el espesor de grasa subcutánea (EGS) y a nivel del cuadril (P8), lográndose mayores valores en los animales suplementados. Los valores promedio, teniendo en cuenta únicamente el factor tipo de pastura, no difirieron estadísticamente ( $P > 0,05$ ) en estos dos parámetros evaluados.

En ninguno de los parámetros de calidad de la canal y carne analizados se observaron efectos de la interacción entre el tipo de forraje y el uso de suplemento.

### 2.2.1.3. Comentarios y conclusiones del Año 1

Las características de cantidad del forraje ofrecido de los cultivos, más que las características de calidad de los mismos, fueron las determinantes en afectar el desempeño animal, así como la inclusión o no de la suplementación. Si bien el forraje disponi-

ble fue significativamente mayor en el caso del sorgo forrajero, estas diferencias no fueron reflejadas de la misma manera en las variables referentes al desempeño animal. De hecho, más allá de la tendencia a favor del sorgo en comparación con el sudangrás, el factor más relevante en cuanto al desempeño animal individual y por unidad de superficie, fue la inclusión de la suplementación.

Esto concuerda con los resultados de comportamiento animal, en donde nuevamente se destaca que la inclusión de la suplementación tuvo un efecto en las proporciones de tiempo asignados a cada actividad por parte de los animales. Los animales que mejor desempeño lograron fueron los suplementados, que destinaron menos tiempo al pastoreo en proporción a las demás actividades. Cosgrove y Edwards (2007) señalan que las pasturas son ecosistemas complejos con múltiples interacciones que ocurren entre los componentes de estas, y entre el ganado y las plantas. En este sentido, la actividad de pastoreo implicaría costos energéticos asociados a la cosecha del forraje (Nicol y Brookes, 2007), lo cual, en este caso determinaría un gasto de energía mayor en los animales que destinaron mayor tiempo a esta actividad.

En términos generales y desde el punto de vista productivo, los tratamientos suplementados resultaron significativamente su-

periores que los no suplementados (Cuadro 7). De la misma forma, los tratamientos sobre sudangrás presentaron valores algo inferiores en comparación con el sorgo forrajero, si bien desde el punto de vista estadístico estas diferencias no fueron significativas para todos los parámetros evaluados. Por otra parte, la inclusión de un suplemento sí tiene un impacto de mayor relevancia, por lo cual, a pesar de haberse demostrado la conveniencia productiva de suplementar los animales, esta decisión por parte del productor deberá estar basada –contando con los coeficientes generados en este y otros experimentos– en la relación costo/beneficio de esta práctica.

## 2.2.2. Año 2

### 2.2.2.1. Resultados en pasturas

El Cuadro 9 presenta los resultados promedio registrados en la pastura durante el período de estudio.

Como fue mencionado en la sección 2.1, se realizaron cortes de pastura para determinar el forraje ofrecido y remanente. Durante este año, el último corte correspondiente

al final del ensayo no pudo realizarse por exceso de precipitaciones. Para poder realizar una mejor comprensión de la evolución del forraje ofrecido y del remanente, se presenta por un lado la disponibilidad promedio total del período y por otro la disponibilidad promedio de los cortes realizados para ofrecido y remanente, que corresponden con los cortes de estos últimos. La utilización del forraje fue calculada teniendo en cuenta los cortes de disponible con sus respectivos cortes de remanente.

En los parámetros estudiados, el tipo de pastura determinó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la disponibilidad de forraje ofrecido y remanente, sin presentar efecto en la altura del forraje. El sorgo forrajero presentó mayores niveles de disponibilidad de forraje ofrecido. Las mayores disponibilidades del sorgo forrajero en comparación al sudangrás son coincidentes con lo señalado por Silungwe (2011). Por otra parte, la suplementación no afectó ninguna de las variables de la pastura analizadas.

La utilización del forraje calculada para el período enero-febrero no difirió ( $P > 0,05$ ) entre las dos bases forrajeras, ni tampoco

**Cuadro 9.** Efecto de la base forrajera y la suplementación de novillos sobre el forraje de sudangrás y sorgo (Año 2).

Parámetro	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
<b>OFRECIDO</b>							
Altura (cm)	93,6	98,8	ns	95,5	96,9	ns	ns
Altura (cm) <sup>1</sup>	137,9	143,7	ns	141,1	140,6	ns	ns
Disponible (kg MS/ha)	2700,5 <sup>b</sup>	4107,4 <sup>a</sup>	**	3502,8	3305,1	ns	ns
Disponible (kg MS/ha) <sup>1</sup>	3295,4 <sup>b</sup>	5507,5 <sup>a</sup>	**	4570,0	4232,9	ns	ns
<b>REMANENTE</b>							
Altura (cm) <sup>1</sup>	93,3	104,8	ns	93,7	104,4	ns	ns
Disponible (kg MS/ha) <sup>1</sup>	1777,1 <sup>b</sup>	2686,7 <sup>a</sup>	**	2383,5	2080,4	ns	ns
<b>UTILIZACIÓN</b>							
Utilización (%) <sup>1</sup>	45,5	49,2	ns	48,0	46,7	ns	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \*\* =  $P < 0,01$ ; MS = contenido de materia seca. <sup>1</sup> durante el período enero - febrero.

entre los animales sin suplementación y los suplementados.

En este segundo año de evaluación, las utilidades fueron menores que en el primer año, pero en este caso los tratamientos no tuvieron un efecto significativo ( $P > 0,05$ ) en la utilización de la pastura. Rovira (2002), logró valores de utilización promedio superiores (53,5 %) a los encontrados en este ensayo pastoreando un sudangrás con una disponibilidad de 4366 kg MS/ha, sin suplementación. Sin embargo, existen registros reportados por Esquivel *et al.* (2006) con utilidades de sudangrás menores de 36 y 45 % para el primer y segundo pastoreo, con disponibilidades de 6084 y 4309 kg MS/ha, respectivamente. Las utilidades registradas para sorgo son comparables a lo registrado por Vaz Martins *et al.* (2003) quienes lograron valores de 45-53 % en un cultivo con disponibilidades entre 1331-1549 kg MS/ha, sin suplementación.

En el Cuadro 10 se presentan los resultados del valor nutritivo de cada verdeo, según el factor evaluado.

Al igual que en el Año 1, el valor nutricional del forraje ofrecido no difirió entre los materiales forrajeros utilizados y el uso o no de la suplementación. En el forraje remanen-

te, los contenidos de proteína cruda fueron similares para ambos factores estudiados. Sin embargo, los contenidos de FDA y FDN, y la digestibilidad de la materia seca fueron superiores ( $P < 0,05$ ) en el sudangrás en comparación con el sorgo, determinando una mejor calidad del forraje remanente para el caso del sorgo.

En el Cuadro 11 se presenta la composición botánica promedio de cada base forrajera utilizada y el efecto del uso de la suplementación.

Al igual que en el primer año de evaluación, la composición botánica y contenido de materia seca del forraje ofrecido no fueron afectados significativamente ( $P > 0,05$ ) por el tipo de forraje utilizado o por la inclusión del suplemento en el sistema de engorde. Comparando los valores del forraje ofrecido entre años se constata que estos fueron muy similares, a excepción del contenido de la fracción paja.

Al analizar el forraje remanente, se encontraron algunas diferencias en la composición botánica en el caso del factor suplementación, siendo superior la proporción de tallo y menor la de paja ( $P < 0,05$ ) en las parcelas en donde pastorearon los animales que no fueron suplementados.

**Cuadro 10.** Efecto de la base forrajera y la suplementación de novillos sobre la calidad de la pastura (Año 2).

%	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
<b>OFRECIDO</b>							
PC	9,0	11,0	ns	10,3	9,6	ns	ns
FDA	37,0	34,9	ns	35,3	36,6	ns	ns
FDN	62,8	61,7	ns	61,6	63,0	ns	ns
DMS	60,1	61,7	ns	61,4	60,3	ns	ns
<b>REMANENTE</b>							
PC	4,0	4,3	ns	4,4	3,9	ns	ns
FDA	41,6 <sup>a</sup>	34,7 <sup>b</sup>	**	37,8	38,5	ns	ns
FDN	65,7 <sup>a</sup>	56,6 <sup>b</sup>	**	60,7	61,7	ns	ns
DMS	56,5 <sup>b</sup>	61,9 <sup>a</sup>	**	59,5	58,9	ns	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \*\* =  $P < 0,01$ ; PC = proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro; DMS = Digestibilidad de la materia seca.

**Cuadro 11.** Efecto de la base forrajera y la suplementación de novillos sobre la composición botánica de la pastura de sudangrás y sorgo (Año 2).

%	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
<b>OFRECIDO</b>							
RS	3,5	2,2	ns	3,3	2,4	ns	ns
MS verde	96,5	97,8	ns	96,7	97,6	ns	ns
Hoja <sup>1</sup>	29,9	34,2	ns	30,2	33,8	ns	ns
Tallo <sup>1</sup>	70,1	63,1	ns	69,0	64,2	ns	ns
Panoja <sup>1</sup>	0,0	2,7	ns	0,7	2,0	ns	ns
<b>REMANENTE</b>							
RS	2,0	1,7	ns	1,7	2,0	ns	ns
MS verde	98,0	98,3	ns	98,3	98,0	ns	ns
Hoja <sup>1</sup>	9,9	9,0	ns	7,9	11,0	ns	ns
Tallo <sup>1</sup>	87,2	85,3	ns	91,5 <sup>a</sup>	81,0 <sup>b</sup>	**	ns
Panoja <sup>1</sup>	3,0	5,6	ns	0,6 <sup>b</sup>	8,0 <sup>a</sup>	*	ns

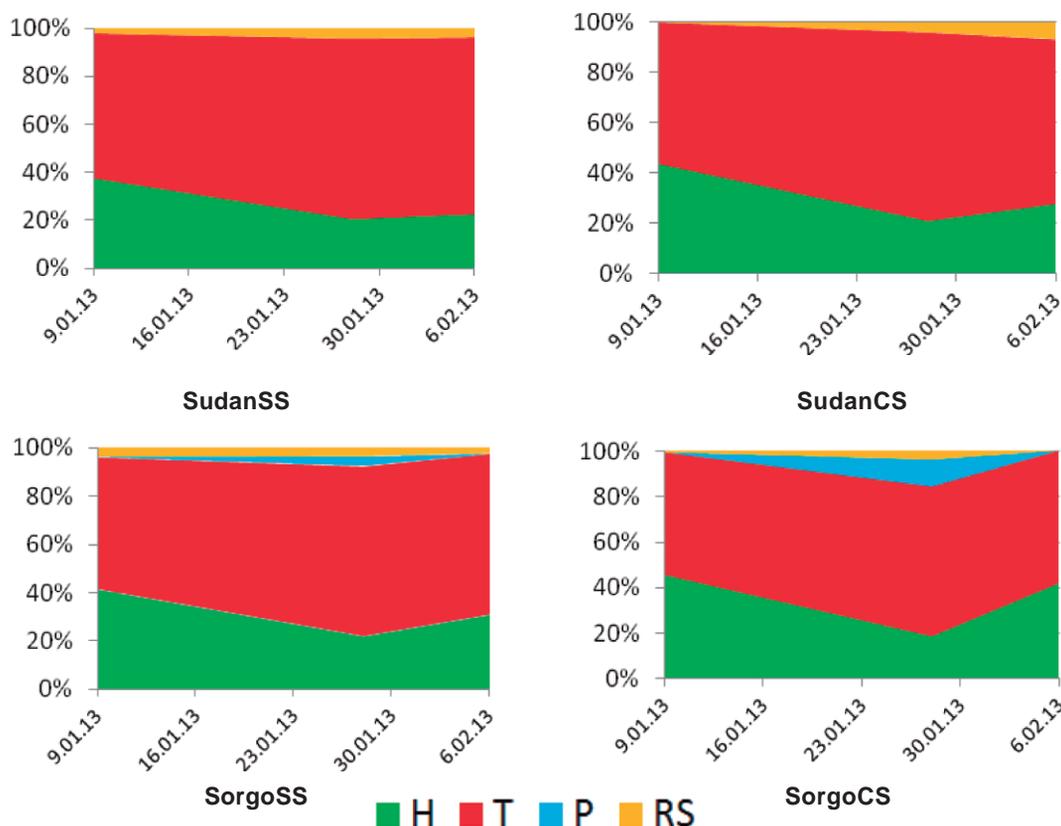
Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; MS = contenido de materia seca; RS = fracción restos secos. <sup>1</sup> en relación al contenido de MS verde.

Cabe destacar que no se registraron interacciones significativas ( $P > 0,05$ ) entre los factores evaluados para ninguna de las fracciones de la composición botánica.

La Figura 5 presenta la evolución (en porcentaje) de la composición botánica de forraje ofrecido y de la interacción entre los dos factores evaluados.

En el cultivo de sudangrás, el contenido de hojas fue mayor al principio y tuvo un aumento hacia el final del período. Al comparar la representación gráfica de la Figura 5 con los del Año 1 (Figura 1), se encuentra que en ambos años se registró el mismo aumento de esta fracción hacia el último tercio del período experimental. En este segundo año de evaluación, el contenido de hojas del fo-





Nota: SS = sin suplementación; CS = con suplementación; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

**Figura 5.** Evolución de la composición botánica del forraje ofrecido de sudangrás y sorgo forrajero, con y sin suplementación, bajo pastoreo de novillos (Año 2).

rraje ofrecido en el tratamiento Sudan con suplementación (SudanCS) fue siempre superior al sin suplemento (SS).

La evolución de la composición botánica del cultivo de sorgo forrajero es relativamente similar entre los tratamientos SS y CS. Sin embargo, la proporción de tallo se mantuvo relativamente constante en el tiempo para el caso de CS, mientras que para los SS aumentó este componente hacia el final del período experimental. Al contrastar los dos años de evaluación, se puede mencionar que la fracción panoja se registró más tempranamente en el Año 1 con respecto al Año 2.

La Figura 6 presenta la evolución de la composición botánica del forraje remanente para cada base forrajera, según tratamiento.

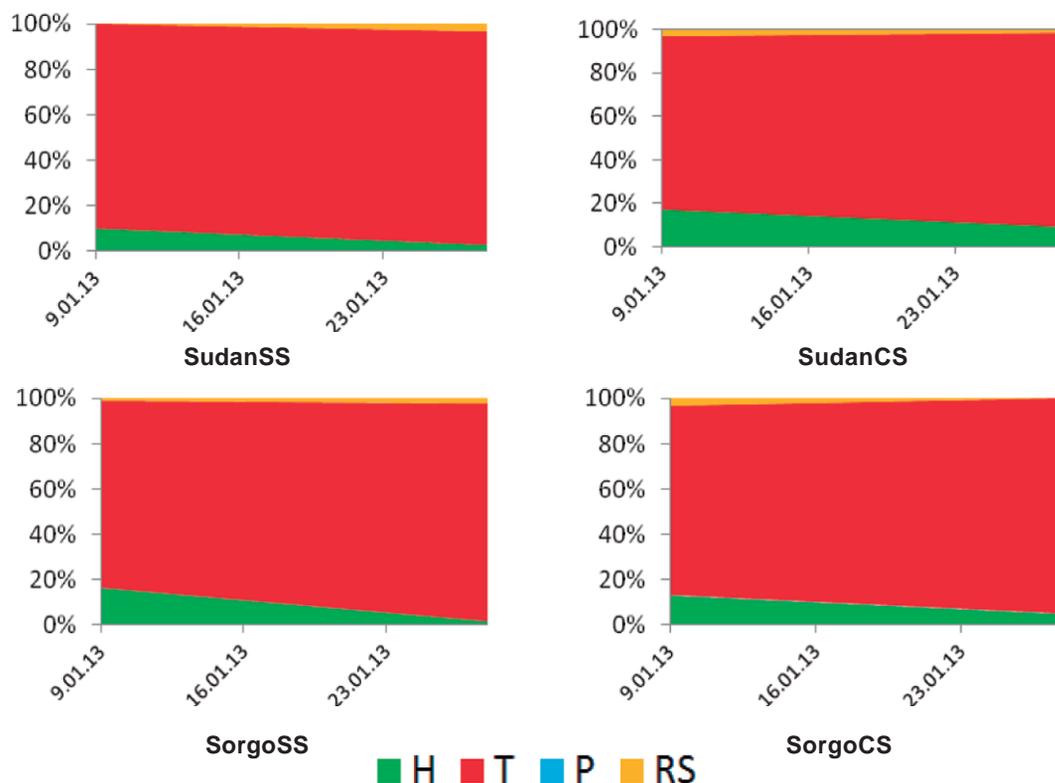
La evolución de la composición botánica del forraje remanente tuvo comportamientos muy similares entre los tratamien-

tos y con muy poca variación al comparar los valores iniciales con los finales de cada fracción. En todos los casos la fracción hoja fue disminuyendo gradualmente a medida que fue transcurriendo el período de evaluación, observándose una mayor proporción de hojas en SudanCS y SorgoSS.

### 2.2.2.2. Resultados en comportamiento y producción animal

Al igual que para el Año 1, se presentan en esta sección los resultados registrados en comportamiento animal y posteriormente en desempeño animal.

Los resultados obtenidos en el comportamiento animal a partir de los dos factores evaluados (tipo de forraje y uso de suplemento) se muestran en el Cuadro 12, mientras que la Figura 7 presenta los resultados de comportamiento animal.



Nota: SS = sin suplementación; CS = con suplementación; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

**Figura 6.** Evolución de la composición botánica del forraje remanente de sudangrás y sorgo forrajero, con y sin suplementación, bajo pastoreo de novillos (Año 2).

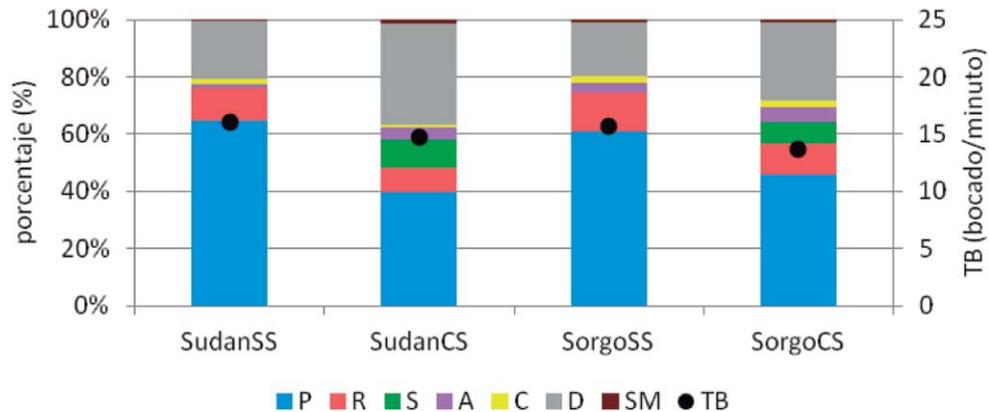
**Cuadro 12.** Efecto de la base forrajera y la suplementación de novillos sobre la conducta animal (Año 2).

%	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
<b>OFRECIDO</b>							
Pastoreo	52,2	53,3	ns	62,8 <sup>a</sup>	42,7 <sup>b</sup>	**	ns
Rumia	9,8 <sup>b</sup>	14,3 <sup>a</sup>	*	12,5 <sup>a</sup>	9,7 <sup>b</sup>	*	ns
Suplemento	5,0 <sup>a</sup>	3,7 <sup>b</sup>	*	-	8,7	-	*
Agua	2,7 <sup>b</sup>	4,3 <sup>a</sup>	**	2,5 <sup>b</sup>	4,6 <sup>a</sup>	**	ns
Caminar	1,5	2,2	ns	2,0	1,7	ns	ns
Descanso	27,8	23,3	ns	19,6 <sup>b</sup>	31,4 <sup>a</sup>	**	ns
Tasa de bocado (bocados/minuto)	15,4	14,7	ns	15,9	14,2	ns	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01.

No se registraron diferencias significativas en la actividad de pastoreo al comparar las dos bases forrajeras. Sin embargo, al evaluar el efecto de la suplementación, se observa que aquellos animales sin

acceso al suplemento dedicaron significativamente mayor tiempo (P < 0,05) al pastoreo y a la rumia. Esto podría explicarse por el hecho de que los animales no suplementados debieron cubrir sus requeri-



Nota: SS = sin suplementación; CS = con suplementación; TB = tasa de bocado; P = actividad de pastoreo; R = actividad de rumia; S = actividad de consumo de suplemento; A = actividad de consumo de agua; C = actividad de caminata; D = descanso; SM = consumo de sal mineral

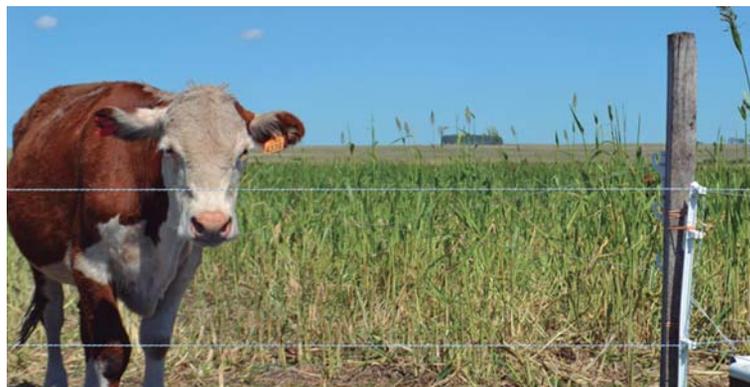
**Figura 7.** Efecto de la base forrajera y la suplementación sobre el comportamiento animal y la tasa de bocado de novillos (Año 2).

mientos dedicando un mayor tiempo al pastoreo que sus contrapartes suplementados (Montossi, 1995).

En cuanto al tiempo dedicado al consumo de suplemento, los animales pastoreando sorgo dedicaron un menor tiempo ( $P < 0,05$ ) a esta actividad en comparación a aquellos que pastorearon sudangrás (3,7 vs. 5,0 %).

En este segundo año de evaluación no se detectaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en las tasas de bocado según la hora del día, ni en los valores promedio. Esto contrasta con lo hallado en el Año 1, donde se encontraron diferencias en la tasa de bocado entre los animales suplementados y no suplementados, donde fueron menores para los animales suplementados.

La interacción entre los factores del animal y del forraje influye en la selectividad y el valor nutricional de la dieta, las cuales actúan conjuntamente determinando la tasa de bocado y el consumo total del animal (Gordon, 2000). Según Wade y Carvalho (2000), la altura del forraje sería un factor determinante en el consumo diario de forraje. Se debe tener en cuenta que el pastoreo es una actividad que resulta de interacciones muy complejas entre las plantas y los animales (Cosgrove y Edwards, 2007), por lo tanto, no puede simplificarse todo a uno o dos factores en el momento de explicar el comportamiento animal, en este caso la tasa de bocado, sin considerar el tamaño del bocado y el valor nutricional de la dieta.



En el Cuadro 13 se presentan los principales resultados obtenidos en desempeño animal, mientras que en la Figura 8 se presenta la evolución del peso vivo de los novillos de cada tratamiento.

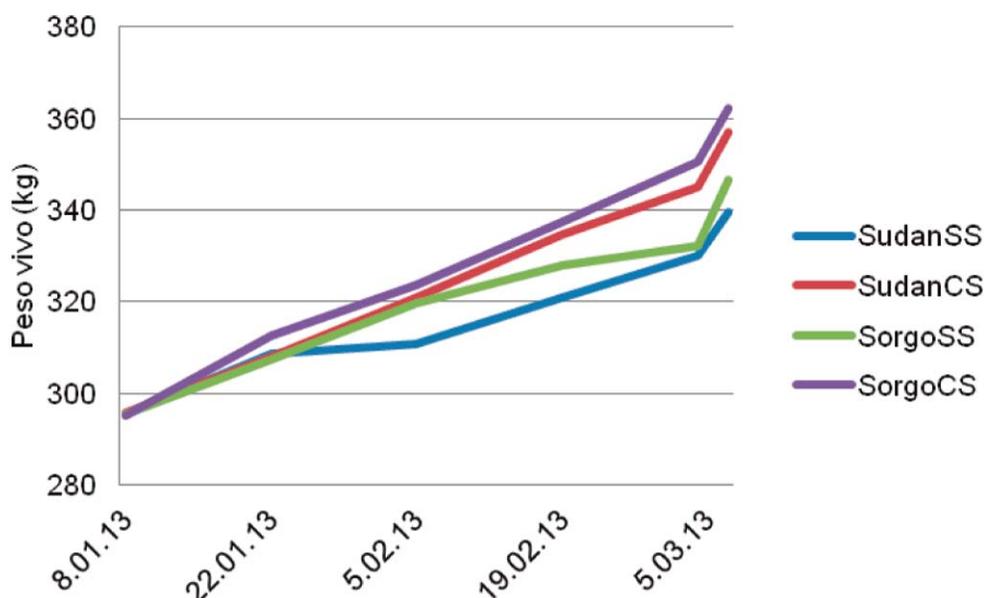
Durante el segundo año de estudio, las diferencias encontradas en los pesos vivos llenos finales se debieron principalmente al efecto de la suplementación, siendo mayores ( $P < 0,05$ ) en los animales que consumieron expeller de girasol. Asimismo, a pe-

sar de no haber encontrado efecto del tipo de pastura, la interacción entre los dos factores estudiados (forraje y uso de suplemento) mostró diferencias ( $P < 0,05$ ) en los resultados finales, siendo el Sorgo suplementado (SorgoCS) (362,2 kg) estadísticamente superior a Sudan sin suplementación (SudanSS) (339,5 kg) y ubicándose los restantes tratamientos en posiciones intermedias (356,9 kg SudanCS y 346,7 kg SorgoSS).

**Cuadro 13.** Efecto de la base forrajera y la suplementación sobre el desempeño animal de novillos (Año 2).

Parámetro	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
PVLL i (kg)	295,6	295,5	ns	295,5	295,5	ns	ns
PVLL f (kg)	348,2	354,5	ns	343,1 <sup>b</sup>	359,6 <sup>a</sup>	**	*
PVV i (kg)	271,0	270,3	ns	263,3	271,9	ns	ns
PVV f (kg)	330,4	334,4	ns	324,4 <sup>b</sup>	340,4 <sup>a</sup>	*	*
GPVLL (kg/an/día)	0,908 <sup>b</sup>	1,017 <sup>a</sup>	*	0,821 <sup>b</sup>	1,104 <sup>a</sup>	**	ns
GPVV (kg/an/día)	1,024	1,106	ns	0,951 <sup>b</sup>	1,179 <sup>a</sup>	**	ns
Producción (kg PV/ha)	394,9 <sup>b</sup>	442,5 <sup>a</sup>	*	357,0 <sup>b</sup>	480,4 <sup>a</sup>	**	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; i = inicial; f = final; PVLL = peso vivo lleno; PVV = peso vivo vacío; AA = altura de anca; GPV = ganancia de peso vivo.



Nota: SS = sin suplementación; CS = con suplementación.

**Figura 8.** Evolución del peso vivo lleno de novillos sobre verdeos de verano (Año 2).

Al observar la Figura 8 se destaca que la evolución de pesos correspondientes a los tratamientos suplementados y la correspondiente al tratamiento SorgoSS fueron muy similares hasta el principio de febrero, a partir de donde el SudanSS tiende a presentar ganancias muy inferiores con respecto a los tratamientos suplementados o al SorgoSS. Podría decirse que hasta esa fecha, la mayor productividad del sorgo que reporta la bibliografía (Carámbula, 2007a) y que fuera mencionada previamente, se asemeja al tratamiento sobre SudanCS, mientras que el tratamiento de SorgoCS probablemente presente un fenómeno de sustitución simple o adición más sustitución de suplemento por forraje.

Hacia el final del ensayo, los tratamientos CS tienden a comportarse de manera muy similar, resaltando la importancia del factor suplementación sobre la base forrajera para explicar el mejor desempeño animal.

En el otro extremo, se encuentra la evolución del tratamiento SudanSS, que como ya se mencionó, contó con una menor cantidad de forraje disponible y esto se reflejó en la curva de crecimiento de los animales de este tratamiento en contraste con los otros tres tratamientos, al menos hasta el segundo tercio de febrero (Figura 8).

El peso vivo vacío final presentó el mismo comportamiento que el peso vivo lleno, en donde el principal efecto se asoció al suministro de suplemento con la misma respues-

ta ( $P < 0,05$ ) para la interacción entre el tipo de forraje utilizado y la inclusión de expeller de girasol en la dieta ( $\text{SorgoCS} \geq \text{SudanCS} = \text{SorgoSS} \geq \text{SudanSS}$ ).

Las ganancias medias diarias, comparadas con el Año 1, fueron muy superiores para los dos factores evaluados por separado, sin encontrar diferencias en la interacción de los mismos ( $P > 0,05$ ). Asimismo, en términos generales se puede decir que estos desempeños superaron todos los registros revisados de ensayos nacionales (Rovira, 2002; Vaz Martins *et al.*, 2003; Esquivel *et al.*, 2006; Rovira y Echeverría, 2013).

En cuanto a la producción animal por unidad de superficie, nuevamente se ubica a los animales que pastorearon sorgo y a los suplementados en las posiciones superiores.

La eficiencia de conversión del Año 2 presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) a favor del sudangrás (11,1 kg S/kg PV) en relación al sorgo forrajero (12,1 kg S/kg PV).

Los resultados obtenidos del estudio realizado en las canales medidas por ultrasonografía según el efecto del forraje y la suplementación se presentan en el Cuadro 14.

Los valores de área de ojo de bife (AOB) finales fueron inferiores a los registrados en el Año 1, incluso partiendo de valores iniciales más altos. El efecto de la suplementación determinó mayores AOB ( $P < 0,05$ ) en los animales suplementados en comparación con los que no lo fueron. Los valores finales

**Cuadro 14.** Efecto de la base forrajera y la suplementación sobre la calidad de canal y carne de novillos (Año 2).

Parámetro	Pastura			Suplemento			P Past*Supl
	Sudan	Sorgo	P	No	Si	P	
AOB i (cm <sup>2</sup> )	41,7	40,4	ns	41,0	41,1	ns	ns
AOB f (cm <sup>2</sup> )	45,3	46,2	ns	44,1 <sup>b</sup>	47,4 <sup>a</sup>	*	ns
EGS i (mm)	2,1	2,1	ns	2,1	2,1	ns	ns
EGS f (mm)	2,4	2,5	ns	2,3	2,6	ns	ns
P8 i (mm)	2,4	2,2	ns	2,3	2,4	ns	ns
P8 f (mm)	3,3	3,3	ns	2,9 <sup>b</sup>	3,6 <sup>a</sup>	**	ns
GIM f (%)	2,8	2,7	ns	2,7	2,8	ns	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; i = inicial; f = final; AOB = área ojo de bife; EGS = espesor grasa subcutánea; P8 = espesor de grasa del cuadril; GIM = grasa intramuscular.

de espesor de grasa subcutánea (EGS) se encuentran por debajo de lo obtenido en el primer año de evaluación.

Es de destacar que no existieron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en la interacción entre el forraje y el suplemento para ninguna de las variables bajo estudio.

### **2.2.2.3. Comentarios y conclusiones del Año 2**

Una vez más, las características de cantidad de forraje fueron las de mayor relevancia para explicar el desempeño animal, mientras que el valor nutricional fue menos relevante.

El factor suplementación fue determinante en los resultados finales de producción animal en general, así como en el comportamiento animal.

Al igual que en el Año 1, los tratamientos sobre sorgo forrajero tendieron a tener un desempeño animal superior en comparación a aquellos sobre sudangrás, en términos de ganancia de peso y peso vivo final (Fernández Mayer *et al.*, 2011). En algunos casos, no se detectaron diferencias significativas en las variables del valor nutricional del forraje evaluado, pero se observan tendencias a favor del sorgo en términos de valores más altos en contenido de proteína y menores en el contenido de fibra y mayores proporciones de la fracción hoja. En otros casos, como con la disponibilidad de forraje, las diferencias sí fueron estadísticamente significativas a favor del sorgo.

Cuando se suplementa sobre un forraje de alta calidad y en condiciones no limitantes de disponibilidad, el consumo de forraje disminuye en mayor proporción que el aumento del consumo total de materia seca provocado por la suplementación. En otras palabras, se da un fenómeno de sustitución de forraje por suplemento. Normalmente los efectos de la sustitución son mayores cuando mayor es la calidad del forraje y si este no es limitante. En estos casos el animal dejará de consumir forraje y las respuestas al suplemento serán un reflejo de la calidad del forraje (Elizalde, 2003). En tal sentido, los tratamientos con inclusión de suplementación

determinaron mejores desempeños animales, con mayor ganancia de peso vivo y producción por unidad de superficie que los no suplementados, al igual que en el Año 1.

### **2.2.3. Comentarios y conclusiones de ambos años (1 + 2) en conjunto**

La cantidad de forraje fue determinante en los resultados en producción animal en ambos años, que resultaron muy contrastantes en la productividad forrajera. En este contexto, la tendencia de superioridad del sorgo sobre el sudangrás se ubicó en el rango de 12 a 17 % cuando estas diferencias se llevan a producción de PV/ha. Es posible obtener productividades por unidad de superficie sin suplementación entre 300 y 350 kg PV/ha. Incluso aunque se pudieran lograr ganancias diarias superiores a 1,500 kg/an/día, con animales que comienzan el engorde sobre los diferentes tipos de sorgo con aproximadamente 300 kg PV, no es posible terminarlos para faena.

Con el uso de 7,5 novillos/ha sobre esta base forrajera es posible lograr ganancias diarias entre 0,400 a 0,800 kg/an/día. Por efecto de la suplementación estas aumentan a un rango de 0,700 a 1,100 kg/an/día con eficiencias de conversión en el rango de 10 a 12 kg de suplemento por kg PV. La suplementación permitió aumentar la productividad por unidad de superficie en el rango de 480 a 580 kg PV/ha, pero aún no es posible terminar los novillos con los pesos de faena que en la actualidad requiere el mercado, cuando estos comienzan el uso de estos verdeos con 300 kg PV.

La suplementación tuvo la repercusión más evidente en términos de producción total, más que en performance individual. Por ende, se puede reflexionar que: i) estas opciones forrajeras permitirían ganancias individuales para acelerar el proceso de recría de novillos durante el verano, y que podrían lograrse pesos de terminación más cercanos a los adecuados para la faena, si se acelera la ganancia de peso previamente durante el proceso de recría y

ii) que la suplementación proteica con expeller de girasol, sobre sudangrás o sorgo forrajero es una estrategia tecnológica para mejorar la productividad de esta base forrajera de manera de aumentar la productividad de los predios ganaderos del norte del Uruguay. Cabe señalar que se generaron coeficientes biológicos que permiten a productores y técnicos la evaluación económica del uso de esta tecnología para diferentes condiciones productivas y económicas.

### 3. EVALUACIÓN DE NOVILLOS SOBRE SORGO FORRAJERO CON DISTINTAS CARGAS Y TIPOS DE SUPLEMENTACIÓN

En esta sección, se presentan tres ensayos distintos centrados en: i) la evaluación del uso de distintos suplementos en novillos pastoreando sorgo, ii) la evaluación del uso de distintos suplementos combinados con distintas cargas animales de novillos y finalmente iii) la evaluación del uso de distintos tipos de suplementos en la fisiología ruminal de novillos fistulados.

#### 3.1. Evaluación del uso de diferentes suplementos sobre sorgo forrajero

El primer ensayo tuvo por objetivo principal evaluar el pastoreo de un sorgo forrajero en combinación con el uso de diferentes tipos de suplemento como alternativas para acelerar el proceso de recría y/o engorde y calidad de canal de novillos durante el período estival en la región de Basalto. Este ensayo fue replicado por dos años (2014 y 2015).

Los objetivos específicos fueron:

- Evaluar el desempeño de novillos Hereford sobre un verdeo de sorgo forrajero a una carga única de 7,5 novillos/ha.
- Evaluar el efecto de la suplementación con grano de maíz (GM) al 0,5 % del peso vivo (PV) en la productividad animal (carne), sobre un verdeo de sorgo forrajero.

- Evaluar el efecto de la suplementación con afrechillo de arroz (AA) al 0,5 % del PV en la productividad animal (carne), sobre un verdeo de sorgo forrajero.
- Evaluar el efecto de la suplementación con expeller de girasol (EG) al 0,5 % del PV en la productividad animal, sobre un verdeo de sorgo forrajero.
- Evaluar el efecto de la suplementación con expeller de soja (ES) (solo año 2015) al 0,5 % del PV en la productividad animal, sobre un verdeo de sorgo forrajero.
- Evaluar el efecto de la suplementación en la productividad de un verdeo de sorgo forrajero.
- Evaluar el efecto de los tratamientos sobre la deposición de tejidos en el animal in vivo.

#### 3.1.1. Materiales y métodos

Este ensayo se realizó durante dos años. El primer año, el período experimental comenzó el 11 de diciembre de 2013 y finalizó el 27 de marzo de 2014 (106 días), mientras que el segundo año, el período experimental comenzó el 18 de diciembre de 2014 y finalizó el 25 de marzo de 2015 (96 días).

Los novillos se encontraban a una única carga de 7,5 novillos/ha. Se evaluaron 4 tratamientos en el año 1 (2014) y 5 tratamientos en el año 2, en ambos casos con dos repeticiones en cada tratamiento. El Cuadro 15 presenta un esquema de los tratamientos aplicados para ambos años.

La distribución de los animales para cada tratamiento tuvo en cuenta el tipo de alimentación que recibieron los mismos previamente.

A los efectos de presentar las condiciones en las cuales se desarrolló el ensayo, el Cuadro 16 detalla el manejo de los verdeos según el año de evaluación.

Se utilizaron 10 novillos de la raza Hereford en cada tratamiento (dos repeticiones de cada tratamiento), con 15 meses de edad en promedio al inicio del período experimental (nacidos en la primavera de 2012 y 2013, para los años 1 y 2, respectivamente).

**Cuadro 15.** Tratamientos experimentales y peso vivo lleno al inicio del ensayo para los años 2014 y 2015.

Tratamiento	1	2*	3	4	5
Nomenclatura	T (testigo)	ES	EG	AA	GM
Forraje	Sorgo				
Suplemento	–	Expeller de soja	Expeller de girasol	Afrechillo de arroz	Grano de maíz
Nivel de suplementación (% PV)	–	0,5 %			
PV inicial (kg) - Año 2014	269,6	–	268,8	269,3	268,3
PV inicial (kg) - Año 2015	265,4	265,2	265,1	265,0	265,8

\* Solo en el año 2 (2015).

**Cuadro 16.** Manejo de los verdes según año de evaluación.

Labor	Año 2014 (Año 1)	Año 2015 (Año 2)
Acondicionamiento previo	3 L/ha de glifosato potásico 2.4 D Amina (1 L/ha)	3 L/ha de glifosato potásico 2.4 D Amina (1,5 L/ha)
Material genético	Sorgo forrajero ACA 727	Sorgo BMR 715
Tratamiento de la semilla	Protector (Concep) 4 cc/10 kg semilla Insecticida (Imidacloprid 60 % FS) 350 cc/100 kg semilla Fungicida (Metalaxil 35 %) 350 cc/100 kg semilla	
Método de siembra	Siembra directa, a 32 cm entre hileras	
Densidad de siembra	25 kg/ha	20 kg/ha
Fertilización basal	100 kg/ha de 25.33.0	150 kg/ha 25.33.0
Fecha de siembra	17/10/13	23/10/14
Re-fertilización	50 kg/ha urea	50 kg/ha urea

El sistema de pastoreo utilizado en ambos años fue rotativo, en 3 parcelas, con 10 días de ocupación y 20 días de descanso. Los animales de los tratamientos suplementados eran racionados una vez al día, temprano en la mañana, a razón del 0,5 % del PV lleno, en forma grupal (comederos). No fue necesario realizar un período de acostumbamiento a los suplementos, debido a que los animales tenían experiencia previa reciente. Los animales contaron con agua de calidad y sales minerales *ad libitum* durante todo el período experimental. Las determinaciones en el forraje se realizaron de la misma forma en que se describe en la sección 2.1.3.1. Pasturas.

El peso vivo lleno (PVLL) se registró al inicio y al final de cada período experimen-

tal y cada 14 días en el año 1 y cada 10 días en el año 2. El peso vivo vacío (PVV) se registró siempre con 16 horas de ayuno, al inicio y al final del período experimental.

El manejo de la sanidad, las determinaciones del comportamiento animal, el ajuste del suplemento ofrecido y la estimación del mismo, se realizaban siguiendo la misma metodología que la descrita en la sección 2.1.3.2. Animales.

Las determinaciones por ultrasonografía fueron tomadas en cuatro oportunidades a lo largo de cada período experimental, según lo descrito en la sección 2.1.3.2. Animales.

### 3.1.1.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con dos repeticiones, en donde se evaluó el efecto de la suplementación. Las variables de pasturas fueron analizadas con el procedimiento GLM y las de origen animal mediante el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2013). Luego del análisis de varianza (ANOVA), las medias de mínimos cuadrados fueron calculadas para la comparación entre tratamientos con niveles de significancia de  $\alpha = 0,05$ , utilizando la opción PDIF del LSmeans, cuando los test de F fueron significativos ( $P < 0,05$  o  $P < 0,01$ ).

### 3.1.2. Resultados

A continuación se presentan los resultados del ensayo, primero discriminado por el año de evaluación y finalmente se realiza un comentario conjunto de los dos años.

#### 3.1.2.1. Año 1

##### 3.1.2.1.1. Resultados en pasturas

El Cuadro 17 presenta los resultados obtenidos en el forraje, según el tratamiento aplicado.

Todos los parámetros que describen el forraje cuantitativamente fueron afectados ( $P < 0,01$ ) por los tratamientos aplicados. La

**Cuadro 17.** Efecto de la suplementación de novillos sobre sorgo forrajero (Año 1).

Parámetro	T	EG	AA	GM	P
<b>OFRECIDO</b>					
Altura promedio (cm)	63,7 <sup>b</sup>	64,7 <sup>b</sup>	62,9 <sup>b</sup>	88,5 <sup>a</sup>	**
MS promedio (%)	19,8	19,5	19,5	20,3	ns
Disponibilidad promedio (kg MS/ha)	1842,9 <sup>b</sup>	2073,5 <sup>b</sup>	1732,9 <sup>b</sup>	3210,3 <sup>a</sup>	**
<b>REMANENTE</b>					
Altura promedio (cm)	25,7 <sup>b</sup>	31,5 <sup>b</sup>	25,5 <sup>b</sup>	57,8 <sup>a</sup>	**
MS promedio (%)	18,1 <sup>b</sup>	18,5 <sup>ab</sup>	20,8 <sup>a</sup>	18,1 <sup>b</sup>	**
Disponibilidad promedio (kg MS/ha)	898,3 <sup>b</sup>	1036,9 <sup>b</sup>	817,8 <sup>b</sup>	1490,0 <sup>a</sup>	**
<b>UTILIZACIÓN</b>					
Utilización (%)	54,6	51,9	54,5	52,3	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; \*\* =  $P < 0,01$ ; MS = contenido de materia seca; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz.



altura y disponibilidad del forraje ofrecido y remanente fueron mayores ( $P < 0,05$ ) en el tratamiento GM respecto a los otros tres tratamientos.

El contenido de materia seca del forraje ofrecido no presentó diferencias ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos, mientras que en el forraje remanente los mayores valores fueron registrados en el tratamiento suplementado con AA en comparación con el tratamiento testigo y el suplementado con GM.

En relación a la utilización del forraje, no existieron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos. Los valores encontrados son superiores a los reportados en el primer ensayo de esta publicación y se asemejan a las utilidades registradas por Vaz Martins *et al.* (2003), en uno de los híbridos de sorgo evaluados y que fuera pastoreado por novillos, siendo estas de 51 a 53 %.

En el Cuadro 18 se presenta el valor nutritivo de la pastura ofrecida y remanente.

Los tratamientos no afectaron significativamente ( $P > 0,05$ ) ninguno de los parámetros asociados al valor nutritivo del forraje ofrecido ni remanente.

Trabajos realizados por Pigurina y Methol (2004) sobre una base de datos de aproximadamente 2000 muestras de sorgo, reportaron niveles promedio de proteína cruda en

el forraje ofrecido de 6 %. Esquivel *et al.* (2006) observaron niveles inferiores al 8 % de contenido de este nutriente y Berlangeri (2008) reportó valores entre 12,6 y 13,0 %. Por su parte, Rovira y Echeverría (2014), evaluaron el contenido de proteína en las diferentes fracciones botánicas, encontrando valores en la fracción hoja de 14,7 % y en la fracción tallo de 5,0 %.

Se presenta en el Cuadro 19, la composición botánica promedio del sorgo forrajero, según el tratamiento aplicado.

La composición botánica del forraje ofrecido y remanente no fue afectada ( $P > 0,05$ ) por ninguno de los tratamientos experimentales. En general, la principal diferencia en la composición botánica se observa entre el forraje ofrecido y el remanente, donde se detectó un aumento de los restos secos y de la fracción tallo con relación al forraje verde y la hoja. Este proceso puede atribuirse al proceso de selectividad que ejercen los animales durante el pastoreo como ha sido documentado por Montossi (1996) y Montossi *et al.* (2000).

La Figura 9 presenta la evolución de la composición botánica para el forraje ofrecido, durante todo el período experimental.

Todos los tratamientos fueron evolucionando hacia una menor proporción de hojas

**Cuadro 18.** Efecto de la suplementación de novillos sobre la calidad del sorgo forrajero (Año 1).

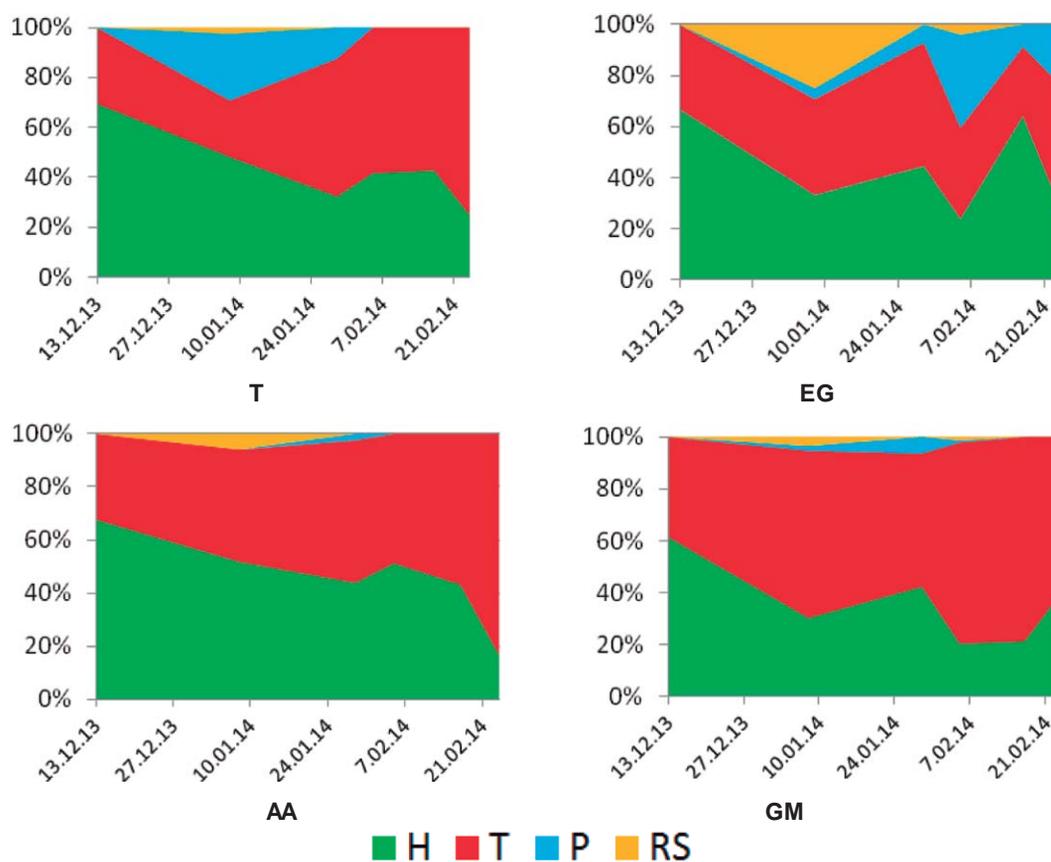
%	T	EG	AA	GM	P
<b>OFRECIDO</b>					
PC	8,4	10,0	9,0	8,9	ns
FDA	38,5	37,3	38,0	38,9	ns
FDN	66,3	63,6	64,7	64,3	ns
DMS	58,9	59,9	59,3	58,6	ns
<b>REMANENTE</b>					
PC	8,4	7,3	8,5	6,6	ns
FDA	39,7	41,6	40,8	40,2	ns
FDN	63,3	66,4	65,2	58,6	ns
DMS	58,0	56,5	57,1	57,6	ns

Nota: ns = no significativo; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; PC = proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro; DMS = digestibilidad de la materia seca.

**Cuadro 19.** Efecto de la suplementación de novillos sobre la composición botánica del sorgo forrajero (Año 1).

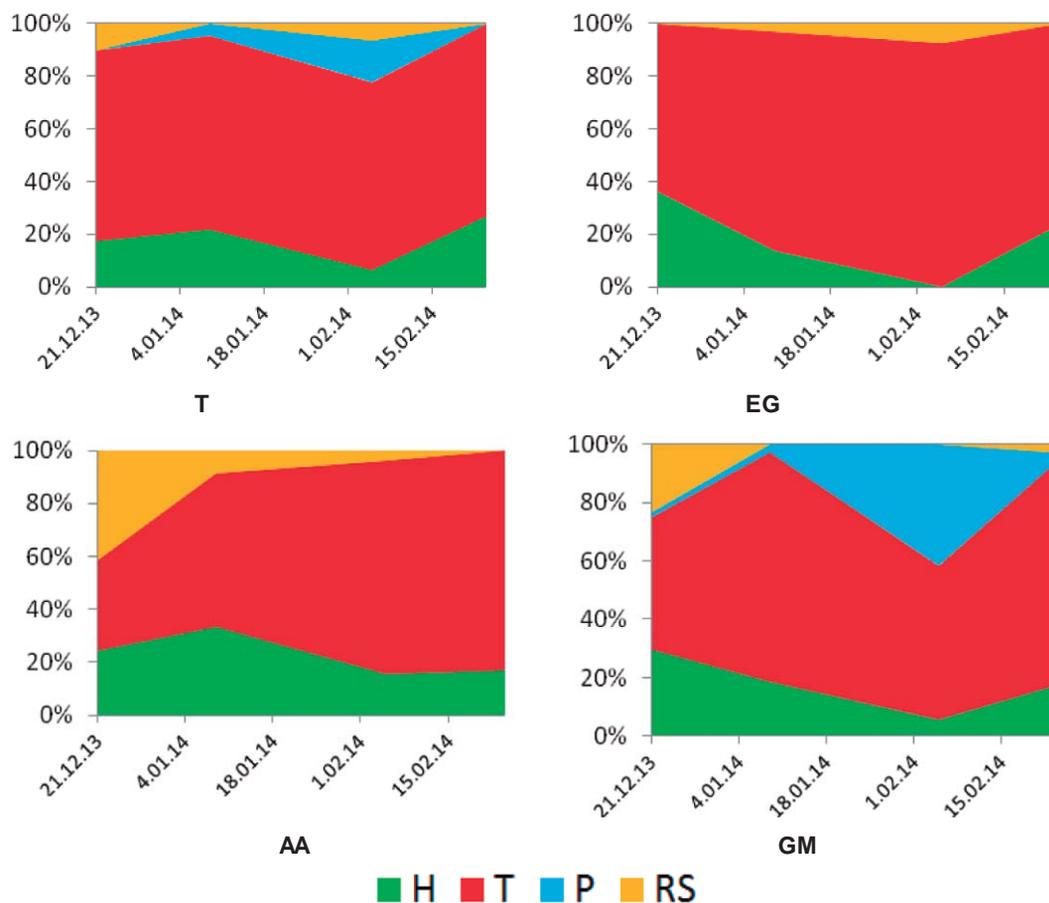
%	T	EG	AA	GM	P
<b>OFRECIDO</b>					
MS verde	99,6	96,0	99,1	99,2	ns
Hoja	43,5	45,7	46,3	36,4	ns
Tallo	49,9	40,5	53,3	62,1	ns
Panoja	6,6	13,7	0,4	1,4	ns
RS	0,4	6,2	1,0	0,8	ns
<b>REMANENTE</b>					
MS verde	95,9	97,4	89,0	95,2	ns
Hoja	19,0	18,6	27,9	20,4	ns
Tallo	75,6	81,4	72,1	67,3	ns
Panoja	5,4	0,0	0,0	12,3	ns
RS	4,5	2,8	2,1	7,6	ns

Nota: ns = no significativo; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz MS = contenido de materia seca; RS = fracción restos secos.



Nota: T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

**Figura 9.** Evolución de la composición botánica del sorgo forrajero ofrecido bajo pastoreo de novillos según tratamiento experimental (Año 1).



Nota: T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

**Figura 10.** Evolución de la composición botánica del sorgo forrajero remanente con suplementación bajo pastoreo de novillos (Año 1).

en promedio, con un aumento concomitante de los tallos y de la panoja, en particular para el caso del tratamiento EG.

La Figura 10 presenta la evolución de la composición botánica del forraje remanente, según tratamiento.

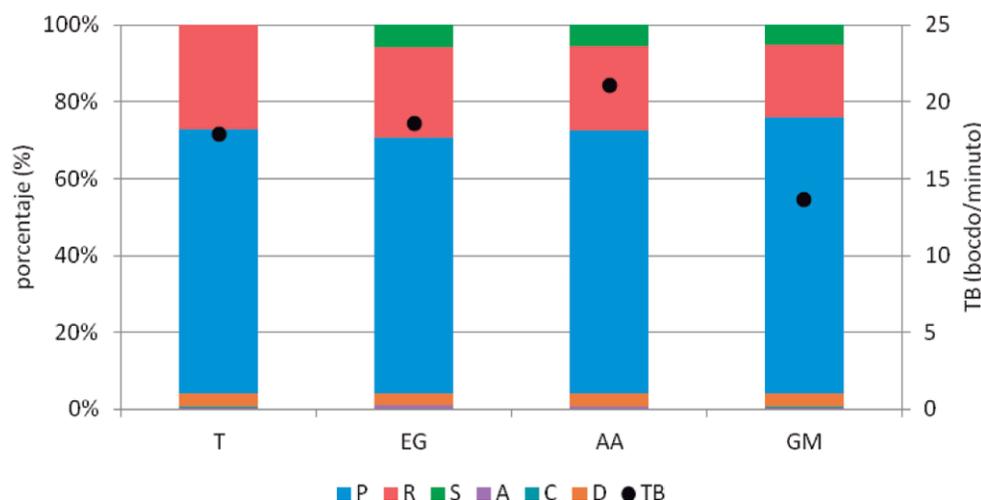
Al analizar la evolución de la composición botánica del forraje remanente, independientemente del tratamiento considerado, se observa un bajo aporte de la fracción hoja en relación al componente tallo. En algunos casos la panoja contribuye en una baja proporción como son los casos de GM y T. En los últimos pastoreos, la hoja vuelve a aumentar con respecto a los períodos previos, producto de un rebrote del sorgo.

### 3.1.2.1.2 Resultados en comportamiento y producción animal

Se presentan los registros de conducta animal, según tratamiento, en la Figura 11.

El pastoreo fue la actividad a la que más tiempo le dedicaron los animales, no registrándose diferencias significativas entre tratamientos en este parámetro ( $P > 0,05$ ). Si bien la actividad de rumia presentó los valores más elevados en T, estas diferencias no fueron significativas ( $P > 0,05$ ).

Los tratamientos tuvieron un efecto en las tasas de bocado (TB) ( $P < 0,05$ ) lográndose las mayores TB en el tratamiento AA, valores intermedios en T y EG y los menores valores en el tratamiento GM.



Nota: T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; TB = tasa de bocado; P = actividad de pastoreo; R = actividad de rumia; S = actividad de consumo de suplemento; A = actividad de consumo de agua; C = actividad de caminata; D = descanso.

**Figura 11.** Efecto de la suplementación sobre la conducta y tasa de bocado de novillos sobre sorgo forrajero (Año 1).

En el Cuadro 20 se presenta el resumen de los registros de desempeño animal según tratamiento experimental.

El único parámetro que fue afectado por los tratamientos fue la eficiencia de conversión (EC), a favor del tratamiento GM ( $P < 0,05$ ). Esta eficiencia es menor que la regis-

trada en el primer y segundo año de evaluación del ensayo presentado previamente en esta publicación, mientras que las registradas para EG y AA son sensiblemente superiores. Esto puede estar explicado por una tasa de sustitución de pastura diferencial por suplemento utilizado y por lo tanto la exis-

**Cuadro 20.** Efecto de la suplementación sobre la performance animal de novillos sobre sorgo forrajero (Año 1).

Parámetro	T	EG	AA	GM	P
PVLL i (kg)	269,6	268,8	269,3	268,3	ns
PVLL f (kg)	324,8	327,0	329,8	341,3	ns
PVV i (kg)	262,2	256,8	257,9	257,5	ns
PVV f (kg)	306,0	305,5	308,8	316,1	ns
AA i (cm)	119,2	119,8	119,1	118,2	ns
AAN (cm)	125,2	124,6	125,3	125,6	ns
GPVLL (kg)	0,521	0,549	0,571	0,689	ns
GPVV (kg)	0,413	0,459	0,480	0,553	ns
EC (kg S/kg PV)	-	52,6 <sup>c</sup>	30,0 <sup>b</sup>	9,1 <sup>a</sup>	**
Producción (kg PV/ha)	414,0	436,5	453,8	547,5	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \*\* =  $P < 0,01$ ; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; i = inicial; f = final; PVLL = peso vivo lleno; PVV = peso vivo vacío; AAN = altura de anca; GPV = ganancia de peso vivo; EC = eficiencia de conversión.



tencia de niveles de disponibilidad de forraje significativamente superiores (Cuadro 17), aunque la disponibilidad del forraje ofrecido promedio fue mayor en el caso de GM, probablemente por una mayor disponibilidad de forraje remanente del pastoreo previo.

La Figura 12 presenta la evolución en el tiempo de los pesos vivos según tratamiento.

Como ya se mencionó, no se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los PV finales, la gráfica muestra que los tratamientos evolucionaron de manera muy similar a lo largo del mismo si bien al final del mismo el tratamiento suplementado con GM comenzó a destacarse frente a los demás.

En cuanto a la evolución del PV del tratamiento GM, el aumento más marcado hacia el final del período podría estar asociado a

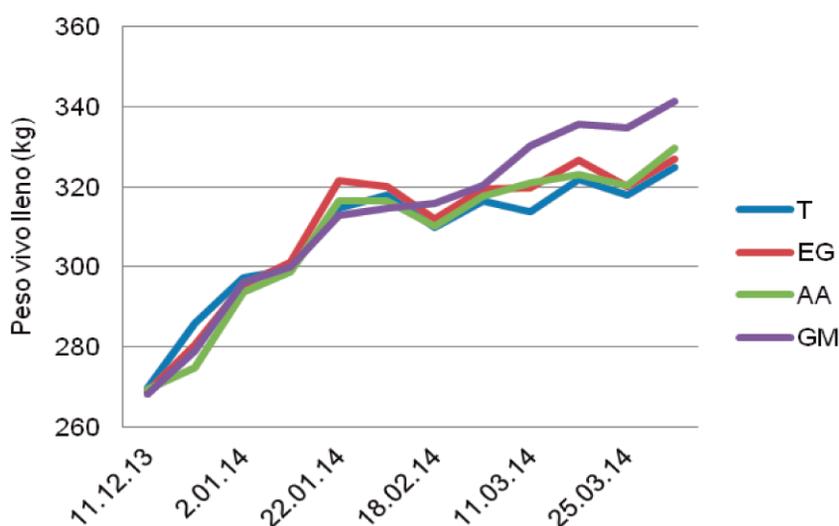
un aumento de la fracción hojas del forraje ofrecido e incluso en el remanente.

Se presenta en el Cuadro 21 los datos de calidad de canal in vivo según tratamiento.

Los tratamientos no afectaron ( $P > 0,05$ ) ninguno de los parámetros de calidad de la canal medidos en los animales *in vivo*.

### 3.1.2.1.3. Comentarios y conclusiones del Año 1

Los tratamientos aplicados no tuvieron un efecto en los parámetros de desempeño animal evaluados ( $P > 0,05$ ), salvo en la eficiencia de conversión a favor del tratamiento GM. El efecto de sustitución de forraje por el GM, se evidenciaría por la mayor cantidad de forraje promedio disponible y su altura, al igual que para el caso del forraje remanente.



Nota: T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz.

Figura 12. Evolución del peso vivo de novillos suplementados sobre sorgo forrajero (Año 1).

**Cuadro 21.** Efecto de la suplementación sobre la calidad de canal de novillos sobre sorgo forrajero (Año 1).

Parámetro	T	EG	AA	GM	P
AOB i (cm <sup>2</sup> )	38,61	36,76	35,37	37,25	ns
AOB f (cm <sup>2</sup> )	38,79	40,00	38,68	40,52	ns
EGS i (mm)	2,31	2,16	2,26	2,10	ns
EGS f (mm)	2,40	2,03	2,33	2,37	ns
P8 i (mm)	2,38	2,25	2,37	2,23	ns
P8 f (mm)	2,65	2,20	2,19	2,46	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; i = inicial; f = final; AOB = área ojo de bife; EGS = espesor grasa subcutánea; P8 = espesor de grasa del cuadril.

También puede mencionarse una evolución (tendencia) de la composición botánica con mayor proporción de hojas en el tratamiento suplementado con GM, especialmente hacia el final del período experimental, lo que se reflejó en las ganancias de peso vivo de los animales hacia el final del período.

Es de destacar que a una única carga de 7,5 novillos/ha y una oferta de suplemento del 0,5 % del PV, no es posible incidir en ganancias de PV diferenciales entre suplementos de una amplia variación en su contenido nutricional, particularmente en el com-

ponente PC. Las ganancias de PV estuvieron en un rango de 0,500 a 0,700 kg/an/día, con niveles de productividad por unidad de superficie de 400 a 550 kg PV/ha en un período de 106 días. Con las ganancias diarias obtenidas en este experimento no fue posible superar los 350 kg de PV final, demostrando que las opciones tecnológicas manejadas permiten acelerar el proceso de recría pero no son lo suficientemente importantes como para facilitar la terminación de animales sobre esta base forrajera con el nivel y tipo de suplementos y carga animal empleados.

**Cuadro 22.** Efecto de la suplementación de novillos sobre sorgo forrajero (Año 2).

Parámetro	T	ES	EG	AA	GM	P
<b>OFRECIDO</b>						
Altura (cm)	86,6	90,6	82,7	79,1	83,4	ns
MS (%)	24,3	23,7	23,4	24,2	23,3	ns
Disponibile (kg MS/ha)	3900,0	3958,9	3373,3	3327,0	3342,4	ns
<b>REMANENTE</b>						
Altura (cm)	63,3 <sup>ab</sup>	66,9 <sup>a</sup>	54,3 <sup>b</sup>	53,1 <sup>b</sup>	65,6 <sup>a</sup>	**
MS (%)	22,6	20,5	22,9	22,1	21,3	ns
Disponibile (kg MS/ha)	1908,4	1732,5	1587,5	1351,6	1511,4	ns
<b>UTILIZACIÓN</b>						
Utilización (%)	55,7	57,8	54,2	58,3	55,8	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; \*\* = P < 0,01; MS = contenido de materia seca; T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz.

### 3.1.2.2. Año 2

#### 3.1.2.2.1. Resultados en pasturas

Los resultados registrados en la pastura se presentan en el Cuadro 22.

Salvo en la altura del forraje remanente, ninguno de los parámetros de la pastura fueron afectados ( $P > 0,05$ ) por los tratamientos experimentales.

Las alturas, tanto del forraje ofrecido como del forraje remanente, fueron sensiblemente mayores a las presentadas en el Año 1, lo cual también se vio reflejado en mayores disponibilidades de forraje. De cualquier manera, las alturas del forraje ofrecido están por debajo de las reportadas para el primer y segundo ciclo de pastoreo de la experiencia llevada a cabo por Rovira y Echeverría (2013), quienes registraron 98 y 93 cm, respectivamente.

Al considerar las disponibilidades ofrecidas, en todos los casos se superaron los 3000 kg MS/ha. Sin embargo, estas disponibilidades de sorgo BMR están por debajo de lo reportado por Rovira y Echeverría (2013), las que fueron 6845, 9550 y 6935 kg MS/ha para el primer, segundo y tercer pastoreo, respectivamente.

De la misma manera que en el Año 1, las utilidades de forraje no registraron diferen-

cias significativas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ), si bien en este último caso presentaron valores superiores a los del Año 1. Las eficiencias de utilización del forraje reportadas por Vaz Martins *et al.* (2003) corresponden a valores de entre 45-53 % para una altura de ingreso a la franja de 60 cm y 46-51 % para alturas de ingreso de 100 cm.

El Cuadro 23 presenta los parámetros de calidad del forraje determinados para cada tratamiento.

Al igual que en el Año 1, ninguno de los parámetros del valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente fue afectado significativamente ( $P > 0,05$ ) por los tratamientos.

Rovira y Echeverría (2013) registraron contenidos de proteína cruda del orden del 12,9 % en hoja y 3,5 % en tallo. En esta oportunidad, el contenido de proteína cruda del forraje ofrecido está por debajo del contenido reportado por Rovira y Echeverría (2013) para la fracción hoja, resultando en valores similares a los de la fracción tallo. Sin embargo, es importante tener presente que en este trabajo los resultados no se encuentran discriminados en fracción hoja y tallo, sino que es un valor promedio de todas las fracciones del forraje.

Los valores de digestibilidad, tanto del forraje ofrecido como del forraje remanente, se

**Cuadro 23.** Efecto de la suplementación de novillos sobre los parámetros del valor nutritivo del sorgo forrajero (Año 2).

%	T	ES	EG	AA	GM	P
<b>OFRECIDO</b>						
PC	8,4	9,2	8,4	8,7	7,4	ns
FDA	50,1	50,1	49,2	50,0	48,7	ns
FDN	64,7	60,9	64,5	63,2	65,5	ns
DMS	49,9	49,9	50,5	49,9	50,9	ns
<b>REMANENTE</b>						
PC	3,2	3,4	3,2	3,4	3,3	ns
FDA	47,8	46,2	47,5	47,4	48,1	ns
FDN	74,6	72,9	73,9	73,8	74,6	ns
DMS	51,7	52,9	51,9	51,9	51,5	ns

Nota: ns = no significativo; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; PC = proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro; DMS = digestibilidad de la materia seca.

encuentran muy por debajo de lo reportado por Rovira y Echeverría (2014) quienes publicaron valores de 67,7 y 70,7 % de digestibilidad *in vitro* para la fracción hoja y tallo, respectivamente, de un sorgo de pastoreo BMR. Por otro lado, Cummins (1981) citado por Contreras-Govea *et al.* (2010) reportaron valores de digestibilidad de sorgos con distintos grados de madurez de 38-44 y 53-55 % para la fracción hoja y tallo, respectivamente. Ambas fuentes citan valores mayores de digestibilidad en la fracción tallo con respecto a la fracción hoja, lo cual podría explicar por qué en este caso, las digestibilidades del forraje ofrecido (mayor contenido de hoja relativo) son menores que las del forraje remanente (mayor contenido de tallo relativo).

Los valores de FDA son mayores que los reportados por Rovira y Echeverría (2014) de 38,8 y 39,4 % para hoja y tallo, respectivamente. De la misma forma, estos autores encontraron valores inferiores de FDN: 63,7 y 60,2 % para hoja y tallo, respectivamente.

El Cuadro 24 presenta los resultados registrados en la composición botánica del sorgo forrajero, según tratamiento.

Ninguno de los parámetros descriptivos de la composición botánica del verdeo fue

afectado ( $P > 0,05$ ) por los tratamientos experimentales, tanto para el forraje ofrecido como para el remanente.

Al comparar estos resultados con los del primer año de evaluación, se destaca que en el Año 2, la proporción de la fracción hoja está muy por debajo de la obtenida en el Año 1, mientras lo inverso sucede con la fracción tallo. En otras palabras, desde el punto de vista de la composición botánica, en esta oportunidad el forraje fue de menor calidad que en el primer año de evaluación.

Al igual que en Año 1, al comparar la composición botánica del forraje ofrecido con respecto al permanente, se observan los efectos de la selectividad (Montossi, 1996; Montossi *et al.*, 2000), favoreciendo la utilización del componente verde y en particular de la fracción hoja en desmedro del resto de los componentes; en particular la fracción tallo de esta opción forrajera.

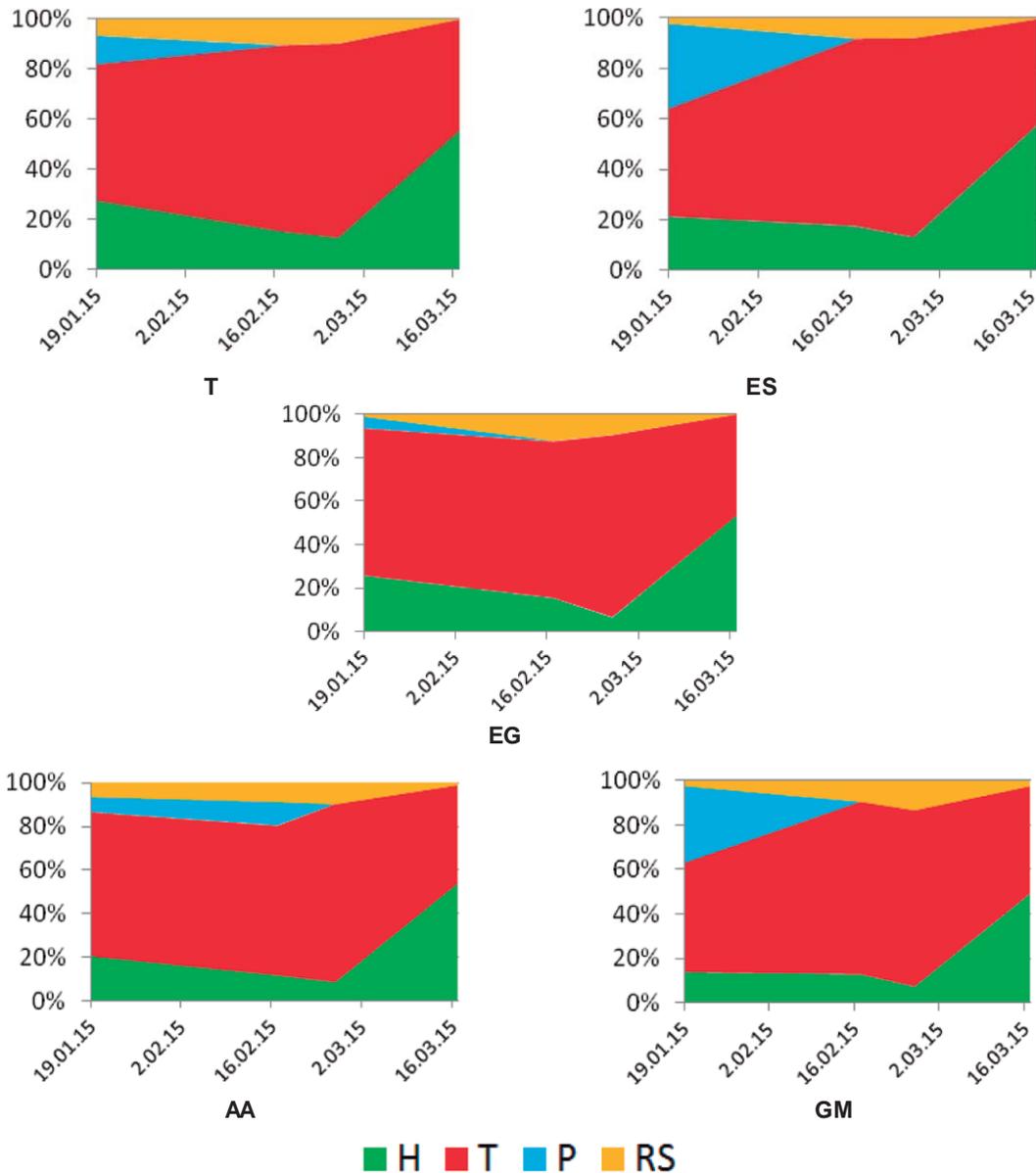
La Figura 13 presenta la evolución de la composición botánica en el forraje ofrecido, a lo largo del período experimental.

Todos los tratamientos presentaron una mayor proporción de panojas al principio del ensayo, para luego desaparecer. Esto podría indicar que el inicio del pastoreo se realizó

**Cuadro 24.** Efecto de la suplementación de novillos sobre la composición botánica del sorgo forrajero (Año 2).

Parámetro	T	ES	EG	AA	GM	P
<b>OFRECIDO (%)</b>						
MS verde	92,4	93,5	92,6	92,8	91,2	ns
Hoja	28,9	24,2	25,8	25,1	22,8	ns
Tallo	69,8	71,0	73,8	70,8	72,6	ns
Panoja	1,3	4,8	0,4	4,1	4,6	ns
RS	7,6	6,5	7,4	7,2	8,8	ns
<b>REMANENTE (%)</b>						
MS verde	89,2	92,4	87,9	88,4	90,0	ns
Hoja	4,1	3,1	2,9	2,4	1,7	ns
Tallo	95,9	95,3	97,1	97,6	98,3	ns
Panoja	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	ns
RS	10,8	7,6	12,1	11,6	10,0	ns

Nota: ns = no significativo; T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; MS = contenido de materia seca; RS = fracción restos secos.



Nota: T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

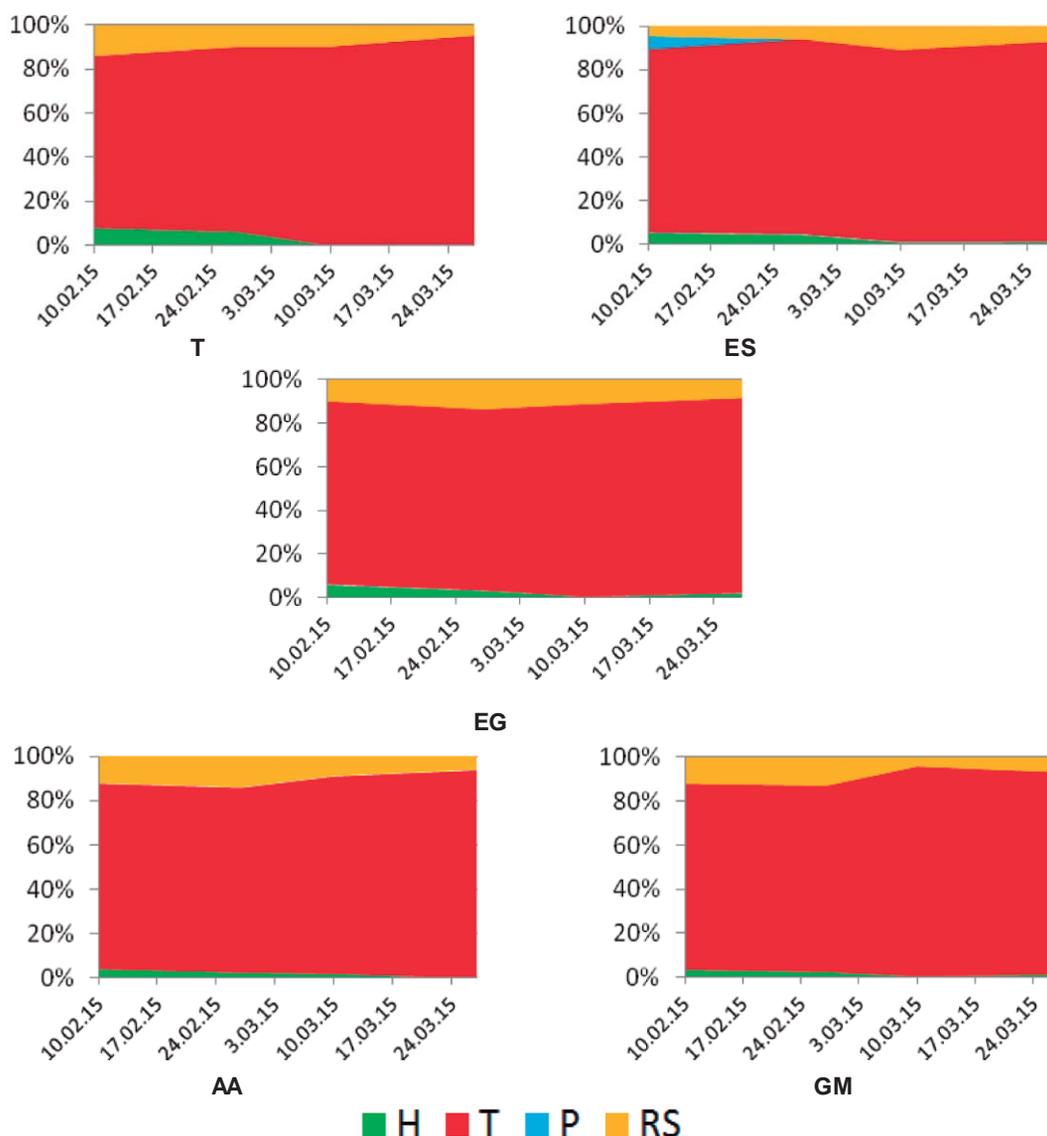
**Figura 13.** Evolución de la composición botánica del sorgo forrajero ofrecido según tratamiento (Año 2).

en un estado vegetativo del sorgo un tanto avanzado. Por otra parte, en el último tercio del período experimental, la fracción hoja aumentó en todos los tratamientos. Esto indicaría que el sorgo fue manejado correctamente desde el punto de vista del control de la floración y de la proporción de hojas en el forraje.

En la Figura 14 se presenta la evolución de la composición botánica del forraje rema-

nente del sorgo forrajero, a lo largo del período de evaluación.

Cabe destacar que todos los tratamientos tuvieron una evolución de la composición del forraje remanente muy similar entre sí. A diferencia de lo que se registró en el Año 1, el forraje remanente del Año 2 evolucionó con proporciones muy bajas de la fracción hoja y un predominio total de la fracción tallo. A diferencia del Año 1, los RS estuvieron pre-



Nota: T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

**Figura 14.** Evolución de la composición botánica del sorgo forrajero remanente, según tratamiento (Año 2).

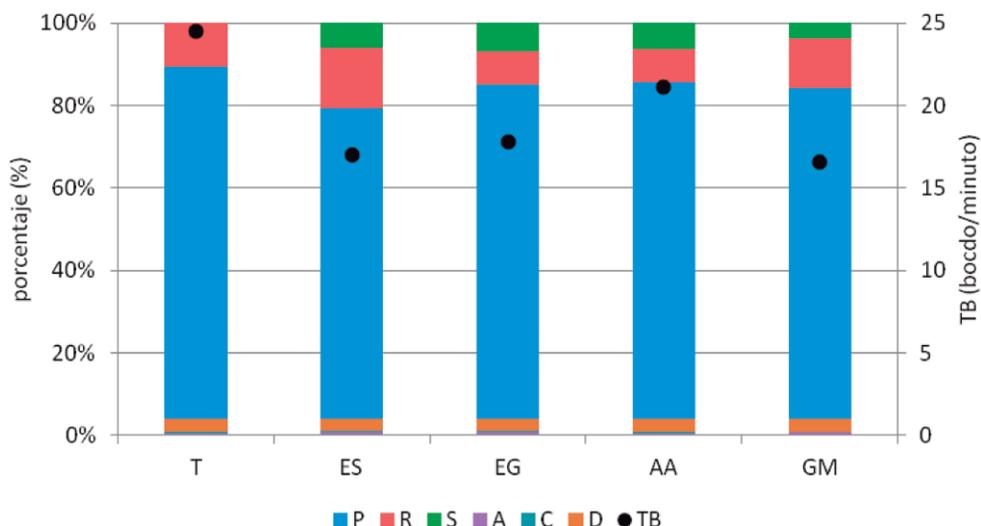
sentes a lo largo de todas las evaluaciones realizadas, demostrando un mayor grado de madurez del forraje, que concuerda con la composición botánica y valor nutricional obtenidos en este estudio.

#### 3.1.2.2.2. Resultados en comportamiento y producción animal

En la Figura 15 se presentan los resultados del comportamiento animal, según tratamiento. Al igual que en el primer año de

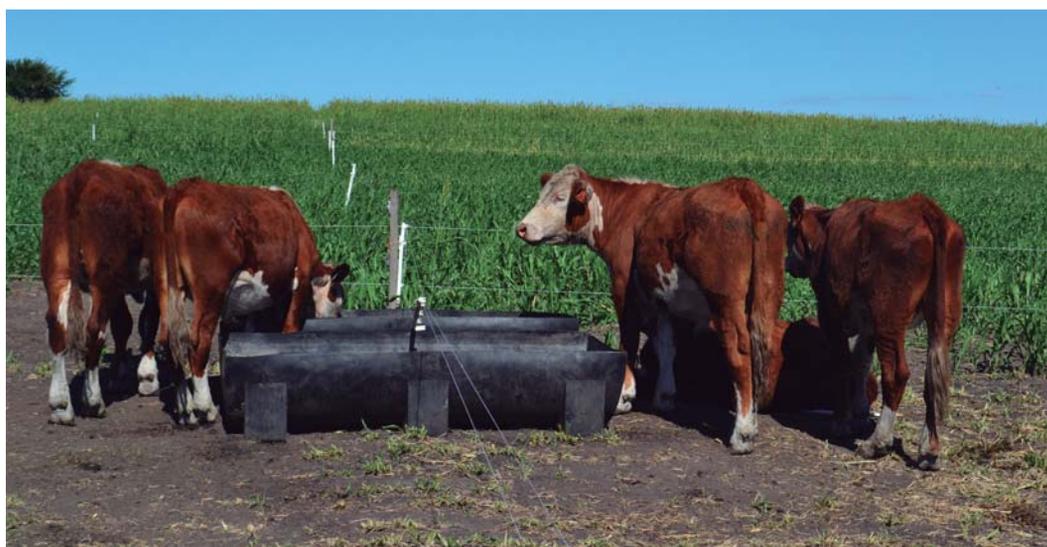
evaluación, el pastoreo fue la actividad con mayor dedicación de tiempo por parte de los animales. Al comparar este parámetro estadísticamente, se encuentra que los tratamientos T y GM fueron iguales entre sí ( $P > 0,05$ ) y superiores al tratamiento ES ( $P < 0,05$ ), mientras que EG y AA se situaron en una posición intermedia.

Por otra parte, al analizar las tasas de bocado, el tratamiento T logró los valores más elevados, si bien no difirieron significa-



Nota: T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; TB = tasa de bocado; P = actividad de pastoreo; R = actividad de rumia; S = actividad de consumo de suplemento; A = actividad de consumo de agua; C = actividad de caminata; D = descanso.

**Figura 15.** Efecto de la suplementación sobre el comportamiento animal y tasa de bocado, según tratamiento experimental (Año 2).



tivamente respecto al tratamiento suplementado con AA; no obstante, los tratamientos ES, EG y GM presentaron tasas de bocado significativamente ( $P < 0,05$ ) menores al tratamiento T. Situaciones más restrictivas para la producción animal en pastoreo resultan en aumentos en la tasa de bocados de bovinos y ovinos (Montossi, 1996).

En el Cuadro 25 se presentan los resultados del desempeño animal.

Es de destacar que no se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos en los pesos vivos finales, tanto llenos como vacíos. Sin embargo, se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la GPVLL, en donde el tratamiento suplementado con GM obtuvo los menores valores productivos respecto a los otros tres tratamientos suplementados. Con respecto al tratamiento GM, en este segundo año de evalua-

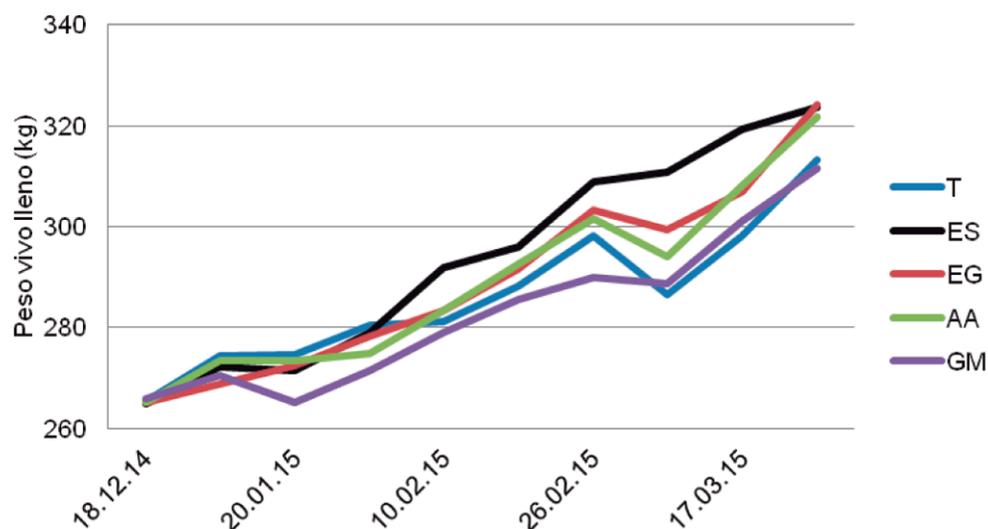
**Cuadro 25.** Efecto de la suplementación sobre el desempeño animal según tratamiento (Año 2).

Parámetro	T	ES	EG	AA	GM	P
PVLL i (kg)	265,4	265,0	265,1	265,2	265,8	ns
PVLL f (kg)	313,2	323,7	324,1	321,8	311,6	ns
PVV i (kg)	248,7	250,7	246,3	248,7	249,7	ns
PVV f (kg)	297,1	315,4	311,8	304,8	294,3	ns
AA i (cm)	117,3	117,2	117,2	117,3	117,3	ns
AA f (cm)	123,0 <sup>ab</sup>	124,1 <sup>ab</sup>	124,2 <sup>ab</sup>	124,3 <sup>a</sup>	122,7 <sup>b</sup>	*
GPVLL (kg)	0,503 <sup>bc</sup>	0,618 <sup>a</sup>	0,621 <sup>a</sup>	0,596 <sup>ab</sup>	0,482 <sup>c</sup>	*
GPVV (kg)	0,504 <sup>b</sup>	0,674 <sup>a</sup>	0,682 <sup>a</sup>	0,584 <sup>ab</sup>	0,464 <sup>b</sup>	**
EC (kg S/kg PV)	-	13,0 <sup>b</sup>	12,6 <sup>b</sup>	16,0 <sup>b</sup>	-69,3 <sup>a</sup>	**
Producción (kg PV/ha)	358,5 <sup>bc</sup>	440,3 <sup>ab</sup>	442,5 <sup>a</sup>	424,5 <sup>ab</sup>	343,5 <sup>c</sup>	*

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; i = inicial; f = final; PVLL = peso vivo lleno; PVV = peso vivo vacío; AA = altura de anca; GPV = ganancia de peso vivo; EC = eficiencia de conversión.

ción se registró un comportamiento inverso a lo observado en el Año 1, donde si bien las ganancias no fueron significativamente diferentes entre tratamientos, el GM en esa oportunidad presentó una eficiencia de conversión significativamente ( $P > 0,05$ ) más favorable respecto a los otros tratamientos suplementados.

Las ganancias de peso vivo registradas en el presente experimento fueron inferiores a aquellas reportadas por Rovira y Echeverría (2013) de 0,945 kg/an/día en 73 días de evaluación, con una disponibilidad promedio de 8677 kgMS/ha en un rango de carga animal de 4,5 a 7 novillos/ha. Estas ganancias también fueron inferiores a las publica-



Nota: T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz.

**Figura 16.** Evolución del peso vivo de novillos pastoreando un sorgo forrajero, según tratamiento (Año 2).

das por Vaz Martins *et al.* (2003) quienes reportaron 0,788-0,980 kg/an/día en 79-107 días de evaluación con disponibilidades ubicadas entre 1537 y 1549 kg MS/ha.

La eficiencia de conversión del tratamiento suplementado con GM fue negativa, ello refleja que los animales suplementados con GM tuvieron ganancias de peso vivo inferiores a las registradas en el tratamiento T.

Las EC de los tratamientos ES, EG y AA no fueron significativamente diferentes entre sí ( $P > 0,05$ ), presentando, en general, valores más favorables que los registrados en el primer año.

La Figura 16 presenta la evolución del peso vivo de los animales a lo largo del período experimental.

Desde la segunda pesada, el tratamiento GM quedó rezagado, por debajo de todos los demás tratamientos incluido T, si bien en las últimas tres pesadas estos dos tratamientos (T y GM) evolucionaron de manera muy similar.

Cabe señalar que el tratamiento de los animales suplementados con ES fue el único cuyo promedio de pesos siempre evolucionó positivamente.

El Cuadro 26 presenta los parámetros de calidad de la canal medidos *in vivo*.

Las medidas de P8 y GIM iniciales registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), a

favor de T y GM respecto a ES para P8 y a favor de EG respecto a ES para GIM. No obstante, al finalizar el período experimental, no se observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos en ninguno de los parámetros de calidad de la canal medidos *in vivo*.

### 3.1.2.2.3. Comentarios y conclusiones del Año 2

El forraje no fue afectado por los tratamientos, en términos de su cantidad y calidad (valor nutritivo y composición botánica). Además, las evoluciones de la composición botánica de cada tratamiento no presentaron mayores diferencias atribuibles a los tratamientos.

Al igual que en el Año 1, se señala que a una única carga de 7,5 novillos/ha y una oferta de suplemento del 0,5 % del PV, no es posible incidir en ganancias de PV diferenciales entre suplementos con una amplia variación en su contenido nutricional, particularmente en el componente de PC. Las ganancias medias se ubicaron en un rango de 0,480 a 0,620 kg/an/día, con niveles de productividad por unidad de superficie de 340 a 440 kg PV/ha en un período de 96 días. Con las ganancias diarias obtenidas en este nuevo experimento no fue posible superar los 320 kg de PV final, demostrando que las op-

**Cuadro 26.** Efecto de la suplementación sobre la calidad de canal y carne determinada *in vivo* de novillos sobre sorgo forrajero (Año 2).

Parámetro	T	ES	EG	AA	GM	P
AOB i (cm <sup>2</sup> )	32,15	31,78	30,37	34,16	31,84	ns
AOB f (cm <sup>2</sup> )	38,25	40,78	38,12	42,21	39,41	ns
EGS i (mm)	1,87	1,68	1,68	1,68	1,69	ns
EGS f (mm)	2,41	2,71	2,34	2,81	2,52	ns
P8 i (mm)	1,97 <sup>a</sup>	1,63 <sup>b</sup>	1,83 <sup>ab</sup>	1,70 <sup>ab</sup>	1,93 <sup>a</sup>	*
P8 f (mm)	3,05	3,35	2,95	3,26	3,27	ns
GIM i (%)	1,95 <sup>ab</sup>	1,88 <sup>b</sup>	2,22 <sup>a</sup>	1,99 <sup>ab</sup>	1,90 <sup>ab</sup>	*
GIM f (%)	2,62	2,57	2,27	2,52	2,71	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; i = inicial; f = final; AOB = área ojo de bife; EGS = espesor grasa subcutánea; P8 = espesor de grasa del cuadril; GIM = grasa intramuscular.

ciones tecnológicas manejadas aceleran el proceso de recría, pero no son lo suficientemente importantes para facilitar la terminación de animales sobre esta base forrajera con el nivel y tipo de suplementos empleados y partiendo de PV iniciales de 260 kg.

La respuesta animal obtenida entre las diferentes variantes de suplementos fue diferente a la obtenida en el Año 1. En el Año 2 el valor nutricional del forraje fue inferior en contenido de PC, la eficiencia de conversión fue desfavorable para el GM, mientras que las otras alternativas con mayor nivel de contenido proteico (AA, ES y EG) fueron más favorables.

### **3.1.3. Comentarios y conclusiones de ambos años (1 + 2) en conjunto**

Al analizar los dos años en conjunto, se puede decir que tanto la producción vegetal como la animal fue muy afectada por el año de evaluación. Por ejemplo, en el Año 1 la cantidad de forraje ofrecido y remanente fue afectado significativamente ( $P < 0,05$ ) por los tratamientos, mientras que en el Año 2 solamente la altura del forraje remanente fue afectada.

El valor nutritivo y la composición botánica no fueron afectados por los tratamientos en ninguno de los dos años. Además, al comparar los valores de la composición botánica y valor nutricional del forraje ofrecido, y particularmente el remanente, se observa que estos fueron superiores para la producción animal en el primer año.

Las ganancias medias diarias oscilaron entre 0,500-0,700 y 0,480-0,600 kg/an/día para el Año 1 y Año 2, respectivamente. Sobre sorgos forrajeros, cabe señalar que los valores alcanzados en desempeño animal de los presentes trabajos realizados sobre suelos de Basalto fueron menores a los reportados por la bibliografía nacional (Rovira y Echeverría, 2013; Vaz Martins *et al.*, 2003; Berlangeri, 2008). Asimismo, también es importante tener en cuenta que para la mayoría de los casos la carga animal utilizada fue menor a la de los trabajos presentados en esta publicación y que -en general- tam-

bién están asociados a niveles de disponibilidad de forraje mayores.

En términos de producción animal por unidad de superficie, en períodos cercanos a los tres meses de utilización de forraje de sorgos durante el verano, la producción varió entre 400 a 550 kg PV/ha y 340 a 440 kg PV/ha para el Año 1 y Año 2, respectivamente.

A la carga (7,5 novillos/ha) y niveles de oferta de suplemento (0,5 % de PV) manejados, la suplementación no significó un aumento sustancial en la ganancia diaria de peso vivo con respecto a los animales que no recibieron suplemento. Sin embargo, en términos generales, la suplementación permitió mayor productividad por hectárea. Los coeficientes de eficiencia de conversión de suplementos en PV logrados señalan que las condiciones de suplementación no fueron óptimas para utilizar esta tecnología. Ello puede deberse a una serie de factores asociados, principalmente a las características de la base forrajera utilizada y el manejo animal empleado, donde potencialmente las restricciones no fueron lo suficientemente severas para mejorar la eficiencia y la dimensión de la respuesta a la suplementación en la producción animal esperada.

En cuanto a las diferentes alternativas de suplementos evaluadas, se observó una situación dispar entre años para el caso del GM, donde en condiciones más restrictivas de niveles de proteína en el forraje de base su respuesta es limitada. En cuanto a las diferentes opciones de suplementos con mayores niveles de proteína (AA, EG y ES), los resultados son más consistentes entre años, pero sin encontrar importantes diferencias de respuesta entre las diferentes fuentes consideradas en estos experimentos.

La suplementación establecida en estos trabajos experimentales demuestra claramente que el uso de suplementos no tiene implicancias mayores en la deposición de los diferentes tejidos (músculo y grasa) en esta categoría animal.

Como consideración general, es claro que los sorgos forrajeros permiten sostener altas cargas instantáneas por hectárea. No

obstante, su valor nutritivo es adecuado para favorecer la recría con ganancias moderadas para novillos de sobre año por un período corto de tiempo. Por otro lado, la suplementación en estas condiciones permite aumentar la capacidad de carga del sistema de recría en su conjunto más que la producción individual.

La viabilidad económica de esta alternativa no solo debe ser evaluada durante el período en la cual se aplica, sino en su impacto en todo el sistema productivo, como lo demuestran las modelaciones bio-económicas realizadas por Montossi *et al.* (2014) para los sistemas ganaderos del Basalto.

### 3.2. Evaluación del uso de diferentes suplementos y cargas sobre sorgo forrajero

Esta línea de trabajo experimental tuvo por objetivo principal evaluar el pastoreo del sorgo forrajero bajo diferentes cargas y tipos de suplementos como alternativas para acelerar la recría y/o el engorde de novillos durante el período estival, en la región de Basalto.

Los objetivos específicos fueron:

- Evaluar el desempeño animal de novillos Hereford sobre un verdeo de sorgo forrajero a una carga de 7,5 novillos/ha.
- Evaluar el desempeño animal de novillos Hereford sobre un verdeo de sorgo forrajero a una carga de 10 novillos/ha.

- Evaluar el efecto de la suplementación con expeller de girasol (EG) al 0,5 % del peso vivo (PV) en la productividad animal, sobre un verdeo de sorgo forrajero.
- Evaluar el efecto de la suplementación con afrechillo de arroz (AA) al 0,5 % del peso vivo (PV) en la productividad animal, sobre un verdeo de sorgo forrajero.
- Evaluar el efecto de la suplementación con grano de maíz (GM) al 0,5 % del peso vivo (PV) en la productividad animal, sobre un verdeo de sorgo forrajero.
- Evaluar el efecto de la suplementación en la productividad de un verdeo de sorgo forrajero.
- Evaluar el efecto de los tratamientos sobre la deposición de tejidos en el animal *in vivo*.
- Evaluar el efecto interactivo de los factores evaluados.

#### 3.2.1. Materiales y métodos

El período experimental comenzó el 23 de diciembre de 2013 y finalizó 28 de marzo de 2014 (95 días).

Se evaluaron 2 cargas animales (7,5 y 10 novillos/ha) sobre un sorgo forrajero, combinando 3 tipos de suplemento y el testigo sin suplementación, con dos repeticiones por cada tratamiento. El Cuadro 27 detalla los tratamientos aplicados.

**Cuadro 27.** Descripción de los tratamientos experimentales aplicados y peso vivo lleno al inicio del ensayo.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8
Nomenclatura	T	EG	AA	GM	T	EG	AA	GM
Carga	7,5 novillos/ha				10 novillos/ha			
Pastura	Sorgo BMR							
Suplemento	–	Expeller de girasol	Afrechillo de arroz	Grano de maíz	–	Expeller de girasol	Afrechillo de arroz	Grano de maíz
% PV de suplemento	–	0,5			–	0,5		
PV inicial (kg)	237,8	237,0	236,5	236,3	237,0	236,6	237,0	237,6

Nota: T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz.

El manejo de los verdeos fue el mismo que el descrito en el Cuadro 16, dentro de la sección 3.1.1. Materiales y métodos (Año 1).

Se trabajó con un total de 64 novillos Hereford de 15 meses de edad al inicio del período experimental (nacidos en la primavera de 2012).

El sistema de pastoreo, la suplementación, el suministro de agua y sales fueron iguales a los descritos en la sección 3.1.1. Materiales y métodos. Las determinaciones en la base forrajera, así como todas las determinaciones registradas sobre los animales, también fueron descritas la sección previamente mencionada. De todas maneras, es importante señalar que en este caso los pesos vivos llenos se tomaron cada 14 días y que se realizaron en tres instancias mediciones de peso vivo vacío (inicio, medio y final del período experimental).

### 3.2.1.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue uno factorial de 2 x 4 completamente aleatorizado con dos repeticiones. Un factor estuvo representado por la carga animal (7,5 y 10 novillos/ha) y el otro por la suplementación

(testigo sin suplementar, expeller de girasol, afrechillo de arroz y grano de maíz). Las variables fueron analizadas mediante un modelo mixto utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2013).

## 3.2.2. Resultados

### 3.2.2.1. Resultados en las pasturas

El Cuadro 28 presenta los resultados registrados en la pastura.

Las disponibilidades del forraje ofrecido y remanente estuvieron dentro de los rangos de los ensayos anteriormente presentados en esta misma publicación. En contraste, Berlangeri (2008) estimó disponibilidades de 11152 y 9918 kg MS/ha con un material de sorgo BMR en el primer pastoreo con novillos Holando, mientras que Rovira y Echeverría (2013) estimaron disponibilidades ofrecidas de 6845, 9550 y 9635 kg MS/ha para el primer, segundo y tercer ciclo de pastoreo de sorgo BMR con alturas de 98, 93 y 82 cm, respectivamente.

Al contrastar las dos cargas utilizadas (7,5 y 10 novillos/ha) la disponibilidad, tanto del forraje ofrecido como del remanente, y

**Cuadro 28.** Efecto de la carga animal y suplementación de novillos pastoreando sorgo forrajero sobre las características de la pastura.

Parámetro	Carga		P	Suplementación				P	P C*S
	Baja	Alta		T	EG	AA	GM		
<b>OFRECIDO</b>									
Altura (cm)	70,9	68,7	ns	66,6	68,2	70,9	73,4	ns	ns
MS (%)	19,7	19,7	ns	19,6	19,2	20,2	19,8	ns	**
Disponible (kg MS/ha)	2443,3	2188,9	ns	2310,1	2342,0	2335,7	2276,6	ns	ns
<b>REMANENTE</b>									
Altura (cm)	48,8	45,2	ns	48,3	47,0	45,5	47,2	ns	ns
MS (%)	19,6	20,0	ns	18,6 <sup>c</sup>	20,2 <sup>ab</sup>	19,1 <sup>bc</sup>	21,4 <sup>a</sup>	**	ns
Disponible (kg MS/ha)	1154,4	1128,3	ns	1158,9	1200,7	1041,3	1164,5	ns	*
<b>UTILIZACIÓN</b>									
Utilización (%)	45,0	50,6	ns	46,4	47,6	52,1	45,1	ns	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; Carga baja = 7,5 novillos/ha; Carga alta = 10 novillos/ha; C = carga; S = Suplemento; MS = contenido de materia seca.

su correspondiente altura, no se vieron afectadas por el factor carga animal.

Por su parte, la suplementación determinó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) únicamente en el % MS del forraje remanente, siendo menor en el tratamiento que no recibió ningún tipo de suplemento en comparación con los tratamientos suplementados con EG y GM. Las eficiencias de utilización del sorgo forrajero no fueron

afectadas ( $P > 0,05$ ) por la carga animal ni por la suplementación.

La interacción entre los dos factores de estudio fue significativa ( $P < 0,05$ ) para % MS de ambos forrajes analizados y en la disponibilidad de forraje remanente (Cuadro 29).

En el Cuadro 30 se presentan los parámetros de calidad de la pastura, según carga animal y tipo de suplementación.

**Cuadro 29.** Efecto de la interacción de carga por suplementación en novillos pastoreando sorgo forrajero sobre las características de la pastura.

Parámetro	7,5 novillos/ha				10 novillos/ha				P
	T	EG	AA	GM	T	EG	AA	GM	
<b>OFRECIDO</b>									
MS (%)	19,6 <sup>b</sup>	19,2 <sup>b</sup>	20,2 <sup>a</sup>	19,8 <sup>b</sup>	19,7 <sup>b</sup>	18,7 <sup>b</sup>	18,8 <sup>b</sup>	21,4 <sup>a</sup>	**
<b>REMANENTE</b>									
MS (%)	18,9 <sup>ab</sup>	19,4 <sup>ab</sup>	18,8 <sup>ab</sup>	21,4 <sup>a</sup>	18,3 <sup>b</sup>	21,0 <sup>a</sup>	19,5 <sup>ab</sup>	21,3 <sup>a</sup>	**
Disponible (kg MS/ha)	1359,0 <sup>a</sup>	1125,3 <sup>ab</sup>	939,2 <sup>b</sup>	1194,2 <sup>ab</sup>	958,9 <sup>b</sup>	1276,1 <sup>a</sup>	1143,4 <sup>ab</sup>	1134,8 <sup>ab</sup>	*

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; MS = contenido de materia seca.

**Cuadro 30.** Efecto de la carga y suplementación de novillos sobre los parámetros de calidad del sorgo forrajero.

%	Carga			P	Suplementación				P	P C*S
	Baja	Alta			T	EG	AA	GM		
<b>OFRECIDO</b>										
PC	8,4	9,1	ns	7,9	10,3	8,5	8,3	ns	ns	
FDA	35,6	35,9	ns	37,4 <sup>a</sup>	34,2 <sup>b</sup>	35,8 <sup>ab</sup>	35,8 <sup>ab</sup>	*	*	
FDN	61,8	62,6	ns	63,0	60,5	62,8	62,6	ns	*	
C	10,7	11,6	ns	12,2	11,4	10,4	10,6	ns	ns	
DMS	66,3	65,2	ns	67,3	66,0	65,0	64,7	ns	ns	
<b>REMANENTE</b>										
PC	4,7	4,0	ns	4,7	4,0	4,3	4,5	ns	ns	
FDA	42,0	45,0	ns	42,4	42,3	42,7	45,3	ns	ns	
FDN	66,2 <sup>b</sup>	71,0 <sup>a</sup>	*	66,5	67,8	68,6	71,5	ns	ns	
C	8,3	8,9	ns	9,3	8,0	8,7	8,6	ns	ns	
DMS	66,5	61,8	ns	65,5	64,2	63,6	61,4	ns	ns	

Nota: ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; Carga baja = 7,5 novillos/ha; Carga alta = 10 novillos/ha; PC = proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro; C = cenizas; DMS = digestibilidad de la materia seca.

A excepción del porcentaje de FDA, ninguno de los parámetros descriptivos del valor nutritivo fue afectado ( $P > 0,05$ ) por la carga animal ni por la suplementación en el forraje ofrecido. Rovira y Echeverría (2014) reportaron valores de FDA de 38,8-39,4 % para hoja y tallo, respectivamente. Estos autores reportaron contenidos de FDN similares a los obtenidos en el presente trabajo sobre el forraje ofrecido, del orden de 60,2-63,7 %. La carga animal tuvo un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) en el porcentaje de FDN en el forraje remanente, presentando un mayor valor la carga de 10 novillos/ha.

La digestibilidad tanto del forraje ofrecido como del remanente, fue mayor a los valores reportados anteriormente en esta misma publicación. Sin embargo, los valores presentados en el Cuadro 30 son inferiores a las digestibilidades de 67,7-70,7 % reportadas por Rovira y Echeverría (2014).

Los valores de proteína cruda en el presente trabajo se encontraron por encima del 6 % reportado por Pigurina y Methol (2004), aunque están por debajo del 12,6-13,0 % hallado por Berlangeri (2008).

La interacción entre factores determinó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el

**Cuadro 31.** Interacción significativa de carga por suplementación en novillos sobre sorgo forrajero sobre la pastura.

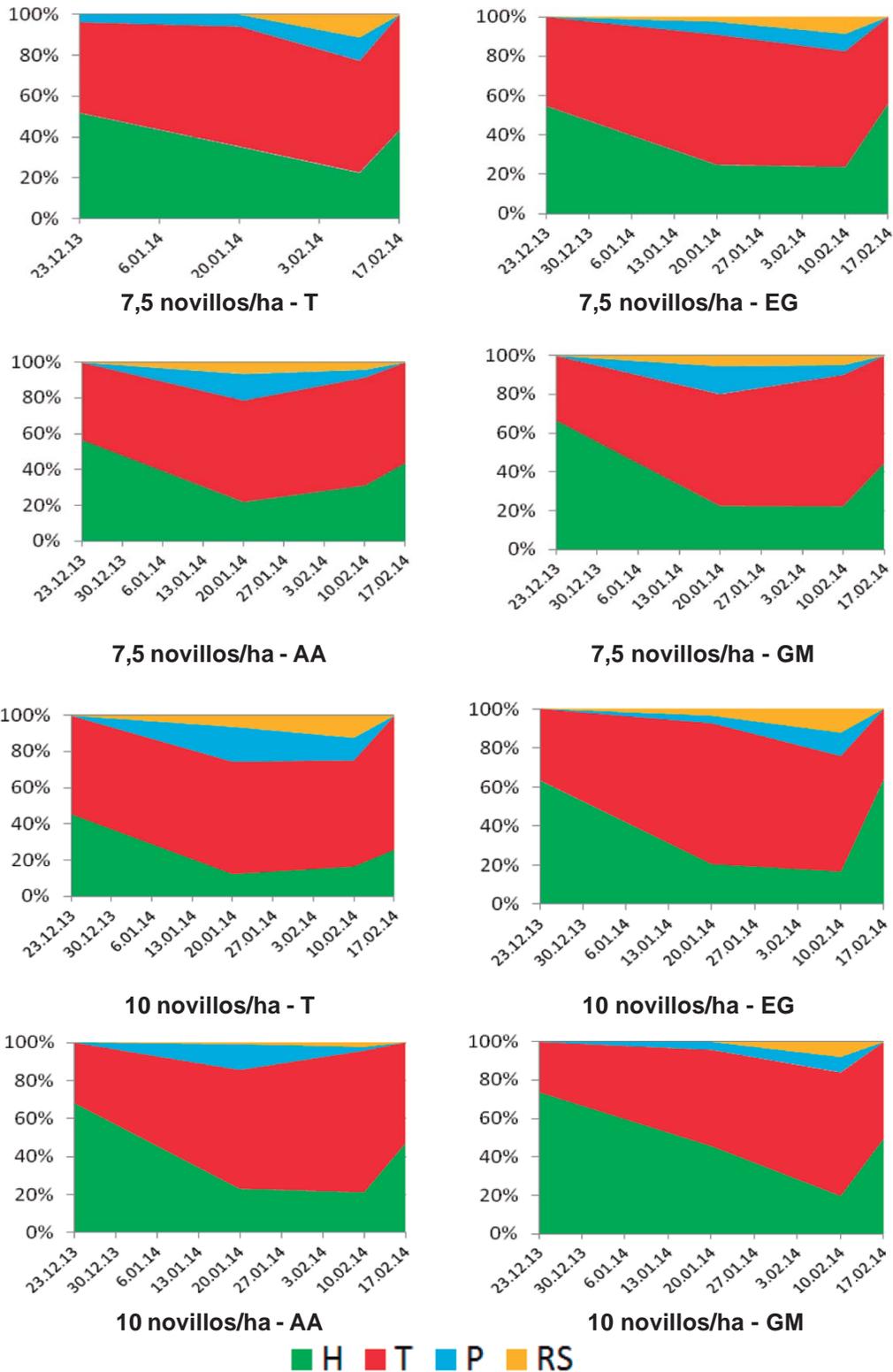
%	7,5 novillos/ha				10 novillos/ha				P
	T	EG	AA	GM	T	EG	AA	GM	
<b>OFRECIDO</b>									
FDA	36,0 <sup>abc</sup>	33,6 <sup>b</sup>	35,7 <sup>ab</sup>	37,1 <sup>ab</sup>	38,7 <sup>a</sup>	34,8 <sup>ab</sup>	35,9 <sup>ab</sup>	34,4 <sup>b</sup>	*
FDN	61,8 <sup>abc</sup>	59,3 <sup>c</sup>	62,2 <sup>abc</sup>	64,0 <sup>ab</sup>	64,2 <sup>a</sup>	61,7 <sup>abc</sup>	63,3 <sup>ab</sup>	61,1 <sup>bc</sup>	*

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro.

**Cuadro 32.** Efecto de la carga y suplementación de novillos sobre la composición botánica del sorgo forrajero.

%	Carga			P	Suplementación				P	P C*S
	Baja	Alta			T	EG	AA	GM		
<b>OFRECIDO</b>										
MS verde	97,0	96,7	ns	95,4	96,2	98,3	97,5	ns	ns	
Hoja	39,5	39,7	ns	33,1	41,2	40,3	43,8	ns	ns	
Tallo	55,2	57,3	ns	62,6	54,5	55,8	52,2	ns	ns	
Panoja	5,3	2,9	ns	4,3	4,3	3,8	4,1	ns	ns	
RS	3,0	3,0	ns	4,6	3,8	1,7	2,5	ns	ns	
<b>REMANENTE</b>										
MS verde	98,9	98,3	ns	98,9	99,3	98,0	98,1	ns	ns	
Hoja	21,0	16,7	ns	17,9	22,1	15,6	24,1	ns	ns	
Tallo	78,6	83,1	ns	86,8	77,5	82,3	75,9	ns	ns	
Panoja	0,4	0,2	ns	0,6	0,5	0,2	0	ns	ns	
RS	1,1	1,7	ns	1,1	0,7	2,0	1,9	ns	ns	

Nota: ns = no significativo; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; H = hoja; T = tallo; P = panoja; MS = contenido de materia seca; RS = restos secos.



Nota: T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

**Figura 17.** Evolución de la composición botánica del forraje ofrecido de sorgo forrajero con y sin suplementación y con dos cargas animales bajo pastoreo de novillos.

contenido de fibra (FDA y FDN) del forraje ofrecido. Las interacciones significativas son ampliadas en el Cuadro 31.

El Cuadro 32 presenta los componentes de la composición botánica promedio del forraje ofrecido y remanente según carga animal y suplementación.

Coincidentemente con los resultados anteriormente presentados en esta publicación, la composición botánica no fue afectada ( $P > 0,05$ ) por el tipo de suplementación, así como tampoco por la carga animal.

Rovira y Echeverría (2014) reportaron porcentajes de hoja del 49 %, 26 % y 21 % para el primer, segundo y tercer pastoreo de un sorgo BMR con novillos de razas británicas. Si bien no se registraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,10$ ) entre tratamientos, todos los porcentajes de hoja de la carga baja son mayores que los de la carga alta. Asimismo, lo inverso ocurre en la fracción tallo.

En la Figura 17 se presenta la evolución de la composición botánica del forraje ofrecido según tratamiento para todo el período experimental.

En términos generales, la fracción hoja fue descendiendo desde el inicio del período pero aumentó abruptamente al final del período experimental en todos los tratamientos, producto de condiciones favorables que permitieron un rebrote del sorgo. De la misma manera, en general, se observa que la fracción panoja registra un aumento hacia la mitad del período, pero disminuyendo hacia el final del mismo. Esto podría estar asociado a un correcto manejo del pastoreo, que controló la fase reproductiva del cultivo, especialmente hacia el final del período experimental.

Al comparar el tratamiento T-carga baja con el T-carga alta, se observó que en el primer caso, el contenido de hoja inicial se ubicó apenas por encima del contenido final (diferencia menor del 10 %), mientras que en el segundo caso, el contenido inicial fue 20 % mayor que el contenido de hoja final.

La Figura 18 presenta la evolución de la composición botánica del forraje remanente según tratamiento a lo largo del período experimental. La fracción tallo predominó en el forraje remanente en todos los tratamientos, a lo largo de todo el período. Asimismo, en todos los tratamientos, el contenido de hojas en el remanente tiende a ser insignificante al final del período experimental, con la única excepción del tratamiento GM-7,5 nov/ha, que presentó un 8 % de contenido de hojas.

Se destaca que el contenido de panojas en todos los casos se mantuvo controlado a lo largo de todo el período, lo que es coherente con el correcto manejo reflejado en el forraje disponible.

Se destaca que el contenido de panojas en todos los casos se mantuvo controlado a lo largo de todo el período, lo que es coherente con el correcto manejo reflejado en el forraje disponible.

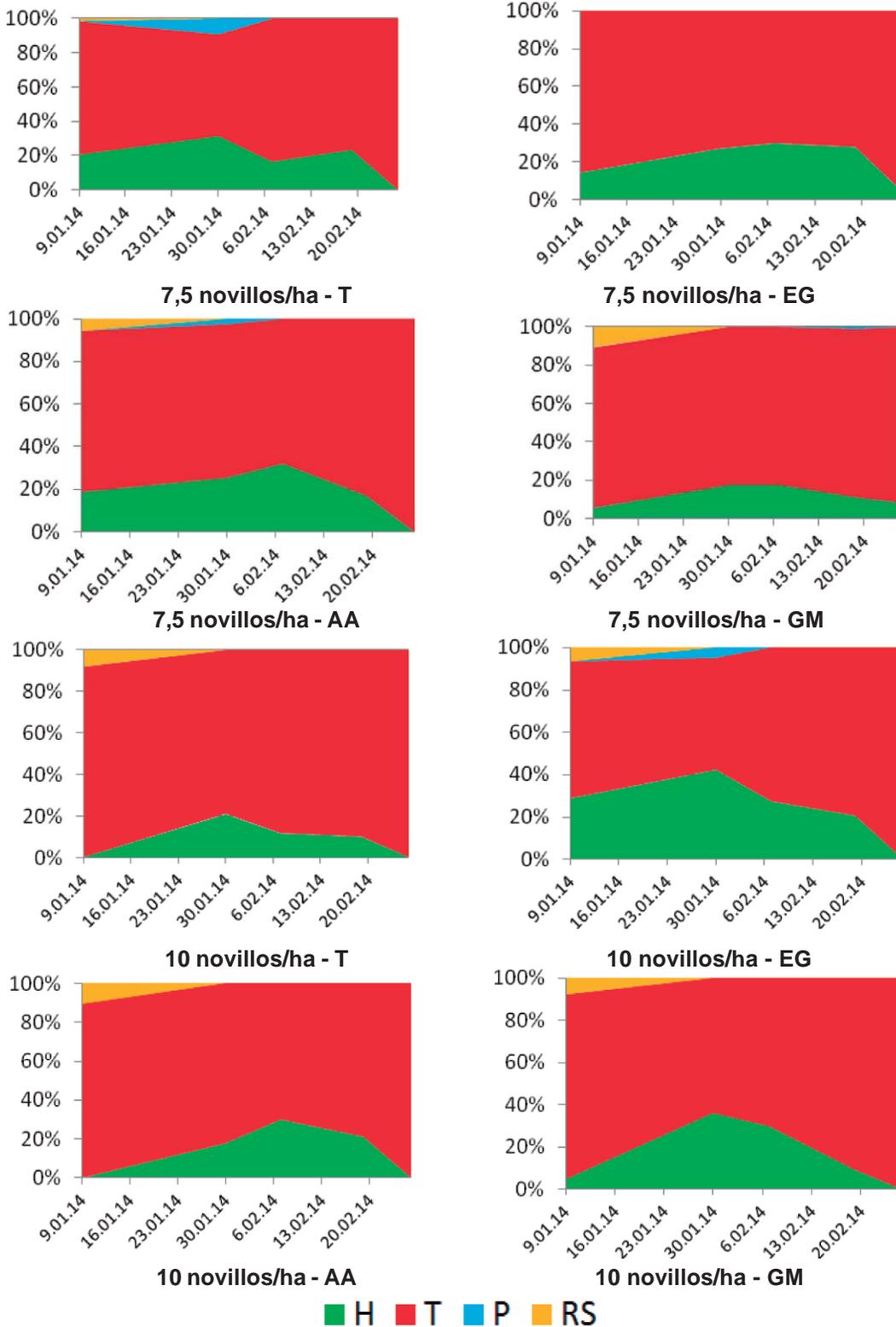
### **3.2.2.2. Resultados en comportamiento y producción animal**

Los resultados obtenidos en el comportamiento animal a partir de los dos factores evaluados (carga animal y uso de suplemento) se detallan en el Cuadro 33 y en la Figura 19, donde se presentan los resultados en conducta y tasa de bocado promedio para el período experimental, según tratamiento.

El pastoreo fue la actividad a la que los animales dedicaron más tiempo, lo cual es coincidente con los ensayos presentados anteriormente. El tiempo destinado al pastoreo no fue afectado por la carga animal empleada. Sin embargo, fue afectado significativamente ( $P < 0,05$ ) por el factor suplementación, siendo los animales que no recibieron suplemento los que dedicaron mayor tiempo en esta actividad, en comparación a todos los animales suplementados.

Con respecto a la tasa de bocado, se registraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre las cargas utilizadas, siendo superiores las de la carga baja. La interacción entre ambos factores en la tasa de bocado, no determinó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en las variables estudiadas.

Los resultados del desempeño animal se presentan en el Cuadro 34, según carga animal y suplementación. Los resultados obtenidos en este estudio determinaron que el



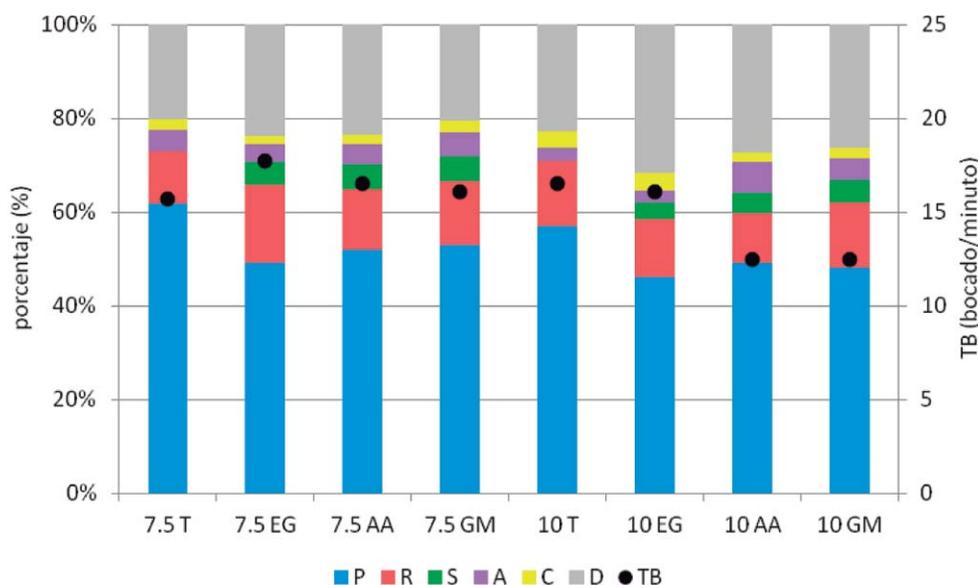
Nota: T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; H = hoja; T = tallo; P = panoja; RS = restos secos.

**Figura 18.** Evolución de la composición botánica del forraje remanente de sorgo forrajero con y sin suplementación y con dos cargas animales, bajo pastoreo de novillos.

**Cuadro 33.** Efecto de la carga y la suplementación de novillos sobre la conducta animal (Año 1).

%	7,5 novillos/ha				10 novillos/ha				P
	T	EG	AA	GM	T	EG	AA	GM	
P	53,9	50,1	ns	59,5 <sup>a</sup>	47,6 <sup>b</sup>	50,6 <sup>b</sup>	50,5 <sup>b</sup>	**	ns
R	13,6	12,7	ns	12,5	15,5	11,7	13,8	ns	ns
S	3,8 <sup>a</sup>	3,1 <sup>b</sup>	*	0 <sup>b</sup>	4,2 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	**	ns
A	4,5	4,1	ns	3,7	3,3	5,4	4,8	ns	ns
C	2,1 <sup>b</sup>	2,9 <sup>a</sup>	*	2,8	2,7	2,0	2,4	ns	ns
D	22,0 <sup>b</sup>	27,1 <sup>a</sup>	**	21,5 <sup>b</sup>	27,7 <sup>a</sup>	25,5 <sup>ab</sup>	23,4 <sup>b</sup>	*	ns
Tasa de bocado (boc/min)	16,5 <sup>a</sup>	13,5 <sup>b</sup>	**	14,1	15,1	15,4	15,3	ns	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; T = testigo; EG= expeller de girasol; AA=afrechillo de arroz; GM = grano de maíz. P = actividad de pastoreo; R = actividad de rumia; S = actividad de consumo de suplemento; A = actividad de consumo de agua; C = actividad de caminata; D = descanso.



Nota: T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; P = actividad de pastoreo; R = actividad de rumia; S = actividad de consumo de suplemento; A = actividad de consumo de agua; C = actividad de caminata; D = descanso.

**Figura 19.** Efecto de la carga animal y la suplementación sobre la conducta animal y tasa de bocado de novillos pastoreando sorgo forrajero.

factor carga animal tuviera un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) en el peso vivo lleno final, en donde los animales a una menor carga pesaron casi 17 kg más ( $P < 0,05$ ) que aquellos que estuvieron a una carga de 10 novillos/ha. Las ganancias medias diarias, tanto para el peso vivo lleno como vacío, presenta-

ron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para ambos factores evaluados. Todos los tratamientos suplementados tuvieron ganancias de peso vivo lleno significativamente superiores ( $P < 0,05$ ) al tratamiento T.



**Cuadro 34.** Efecto de la carga y la suplementación sobre el desempeño animal de novillos.

Parámetro	Carga		P	Suplementación				P	P C*S
	Baja	Alta		T	EG	AA	GM		
PVLL i (kg)	236,7	237,1	ns	237,4	236,8	236,8	237,0	ns	ns
PVLL f (kg)	279,5 <sup>a</sup>	262,8 <sup>b</sup>	*	260,9	272,8	274,7	276,3	ns	ns
PVV i (kg)	221,6	222,0	ns	222,5	221,1	221,7	222,0	ns	ns
PVV f (kg)	255,8	245,1	ns	241,5	254,6	252,2	253,4	ns	ns
AA i (cm)	113,1	113,7	ns	113,8	113,1	113,1	113,7	ns	ns
AA f (cm)	118,3	117,7	ns	118,1	118,1	118,1	117,9	ns	ns
GPVLL (kg)	0,453 <sup>a</sup>	0,274 <sup>b</sup>	**	0,251 <sup>b</sup>	0,382 <sup>a</sup>	0,403 <sup>a</sup>	0,418 <sup>a</sup>	**	ns
GPVV (kg)	0,359 <sup>a</sup>	0,242 <sup>b</sup>	**	0,200 <sup>b</sup>	0,352 <sup>a</sup>	0,321 <sup>ab</sup>	0,330 <sup>a</sup>	**	ns
EC (kg S/kg PV)	–	–	–	–	9,8	8,1	8,4	ns	–
Producción (kg PV/ha)	319,5 <sup>a</sup>	257,8 <sup>b</sup>	**	193,0 <sup>b</sup>	302,8 <sup>a</sup>	322,0 <sup>a</sup>	336,7 <sup>a</sup>	**	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; i = inicial; f = final; PVLL = peso vivo lleno; PVV = peso vivo vacío; AA = altura de anca; GPV = ganancia de peso vivo; EC = eficiencia de conversión. (La EC fue calculada separadamente entre cargas; se presentan por separado los niveles de significancia).

**Cuadro 35.** Interacción entre la carga animal y suplementación sobre la eficiencia de conversión del suplemento de novillos pastoreando sorgo.

Parámetro	7,5 novillos/ha				P	10 novillos/ha				P
	T	EG	AA	GM		T	EG	AA	GM	
EC (kg S/kg PV)	–	10,9	10,3	11,1	ns	–	8,6 <sup>b</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	**

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \*\* = P < 0,01; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz.

Con respecto a los valores de ganancias logrados, en términos generales, estos son los menores que se han registrado en los trabajos realizados en el marco de la presente publicación. Las referencias bibliográficas consultadas que trabajaron con sorgos híbridos o BMR (Berlangeri, 2008; Vaz Martins *et al.*, 2003; Rovira y Echeverría, 2013) siempre registraron valores superiores a los obtenidos en esta instancia.

Las EC del suplemento fueron comparadas dentro de cada carga animal evaluada. En este sentido, se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la carga de 10 novillos/ha a favor de los animales suplementados con AA y GM respecto a aquellos que recibieron EG, siendo menos favorables en esta última (Cuadro 35).

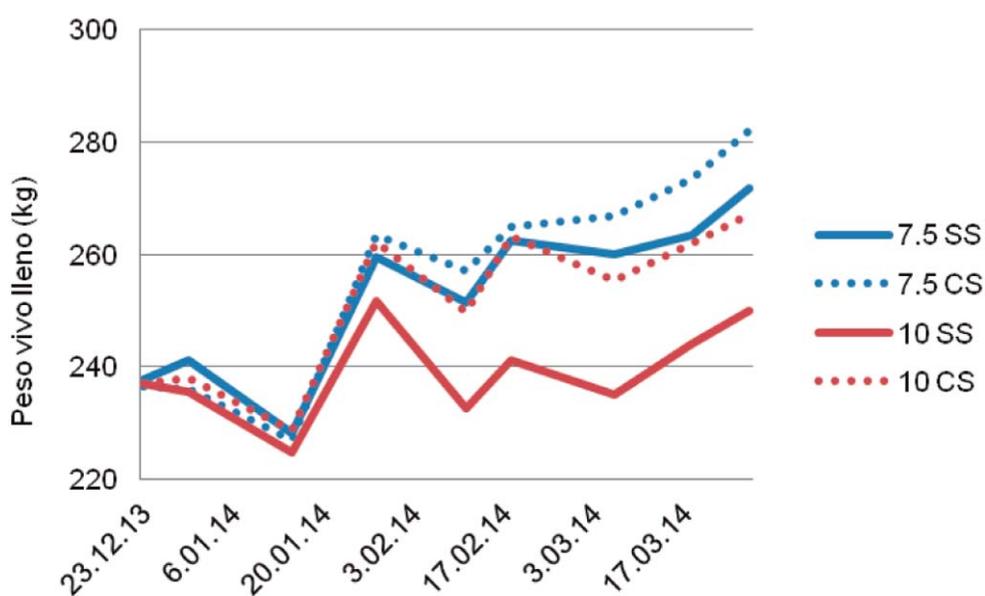
En la carga alta (10 novillos/ha) se registraron las mejores EC de todos los ensayos anteriormente presentados en esta publicación, e incluso al compararlas con los datos provenientes de la bibliografía nacional (Peruchena, 1999; Peruchena, 2003), que utilizaron animales de igual categoría que los de esta experiencia.

Pordomingo (2003), señala que, en términos generales, solamente con niveles de

suplementación mayores al 0,75 % PV se manifiesta una mejora en la eficiencia; en esta experiencia se trabajó a razón del 0,50 % PV de suplementación con cada tipo de alimento. Teniendo esto en cuenta, en combinación con el hecho que las EC de la carga baja fueron menores que las EC de la carga alta, puede decirse que la afirmación de este autor concuerda con los valores registrados en la carga baja, pero no así en el caso de la carga alta.

Al observar la producción total de carne por unidad de superficie (Cuadro 34), también se destaca que son de las menores registradas hasta el momento en esta publicación, en especial en el tratamiento T, y que además fue significativamente menor a todas las demás producciones con inclusión de suplemento. En relación a la carga, la utilización de mayor cantidad de novillos por unidad de superficie determina menores producciones por hectárea.

La Figura 20 presenta la evolución del peso vivo según la carga animal y los animales suplementados (combinados) versus sin suplementar. Al observarse la evolución del peso vivo a lo largo del período experimental, se aprecia que, si bien los animales tu-



Nota: SS = sin suplementación; CS = con suplementación.

**Figura 20.** Evolución del peso vivo de los novillos según carga y suplementados vs. sin suplementar.

vieron el correspondiente período previo de acostumbramiento al suplemento, recién a mediados de enero comenzó a observarse un aumento del peso vivo. Las pérdidas de peso hacia la mitad del período coincidieron con la disminución de la fracción hoja en ese momento y la predominancia de la fracción tallo.

En la Figura 20, se destaca consistentemente el menor desempeño animal de los novillos de la carga alta sin suplementación,

lo cual es coincidente con los resultados finales de producción animal presentados en el Cuadro 34. También se destaca que la evolución del peso vivo de los animales correspondientes a la carga alta con suplementación se comportó de manera muy similar a la evolución registrada en los animales de la carga baja sin suplementación.

La Figura 21 presenta la evolución del peso vivo de los novillos durante el período experimental según la carga animal. En

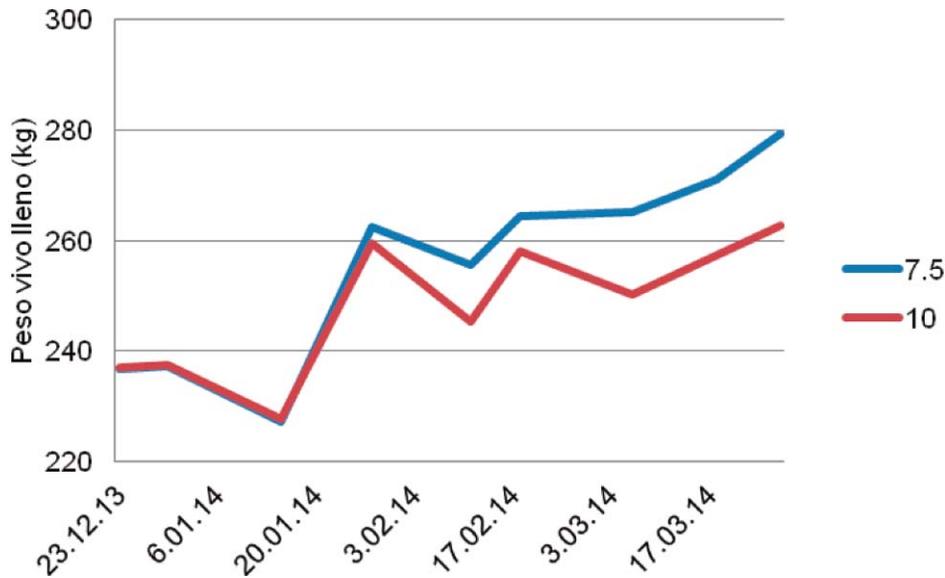


Figura 21. Evolución del peso vivo de los novillos según carga animal.



Figura 22. Evolución del peso vivo de los novillos comparando animales suplementados vs. sin suplementación.

el primer tercio del período experimental, la evolución de los pesos vivos fue prácticamente la misma para ambas cargas animales, pero posteriormente se comienzan a visualizar diferencias por efecto de este factor. Como era de esperar, los animales manejados a una menor carga (7,5 novillos/ha) presentaron un mejor desempeño animal a partir de fines de enero, y las diferencias con la carga de 10 novillos/ha, se amplió aún más hacia el final del experimento.

La evolución del peso vivo de los animales evaluando el efecto de la suplementación se presenta en la Figura 22. El efecto de la suplementación en la evolución del peso vivo comenzó a visualizarse más tempranamente que el efecto de la carga animal. No obstante, la magnitud de las diferencias en la evolución del peso vivo entre animales suplementados y sin suplementar parecería mantenerse hasta el final del experimento.

Los parámetros de calidad de la canal según los factores de la carga animal y la suplementación se presentan en el Cuadro 36.

El AOB no se vio afectado ( $P > 0,05$ ) por la diferencia de carga o la inclusión y tipo de suplemento en el sistema, pero el engrasamiento de los animales a nivel de la 12<sup>a</sup> costilla fue mayor en animales que se encontraron a una menor carga y en los

que fueron suplementados, en este último caso coincidiendo con Luzardo *et al.* (2014) si bien trabajando sobre pasturas sembradas. A nivel del cuadril (P8), la diferencia fue observada entre los animales T y EG con los AA y GM.

La proporción de animales a los que se les pudo efectuar la medición de grasa intramuscular (GIM) fue muy baja, por lo que no se presentan en este ensayo.

### 3.2.2.3. Comentarios y conclusiones

En esta experiencia, la cantidad y calidad del forraje ofrecido y remanente no presentó grandes diferencias entre los tratamientos evaluados, así como tampoco se registraron diferencias sustanciales al analizar cada factor por separado.

Las ganancias de PV estuvieron en un rango de 0,250 a 0,450 kg/an/día, con niveles de productividad por unidad de superficie de 190 a 330 kg PV/ha en un período con una extensión de 95 días.

Los resultados del desempeño (individual y por unidad de superficie) obtenidos a cargas de 7,5 novillos/ha –con y sin suplementación– siguen la misma línea de los resultados obtenidos en las experiencias previas presentadas en esta publicación, con diferentes fuentes de suplementos, demostrando similares respuestas a los suplementos GM, AA y EG.

**Cuadro 36.** Efecto de la carga y suplementación sobre la calidad de la canal determinada *in vivo*.

%	Carga		P	Suplementación				P	P C*S
	Baja	Alta		T	EG	AA	GM		
AOB i (cm <sup>2</sup> )	29,9	29,5	ns	31,0	29,0	29,2	29,6	ns	ns
AOB f (cm <sup>2</sup> )	34,5	32,6	ns	33,2	34,0	33,8	33,3	ns	ns
EGS i (mm)	1,9	1,8	ns	1,9	1,8	1,9	1,8	ns	ns
EGS f (mm)	2,0 <sup>a</sup>	1,9 <sup>b</sup>	*	1,9 <sup>b</sup>	1,8 <sup>b</sup>	2,1 <sup>a</sup>	2,0 <sup>ab</sup>	*	ns
P8 i (mm)	1,7	1,8	ns	1,8	1,7	1,8	1,7	ns	ns
P8 f (mm)	2,2	2,0	ns	2,0 <sup>b</sup>	2,0 <sup>b</sup>	2,4 <sup>a</sup>	2,1 <sup>ab</sup>	*	ns

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; i = inicial; f = final; AOB = área ojo de bife; EGS = espesor grasa subcutáneas; P8 = espesor de grasa del cuadril.

El explorar sistemas productivos con cargas de 10 novillos/ha sobre sorgos forrajeros sin suplementación no permitiría superar niveles de ganancias de peso de 0,300 kg/an/día e inclusive generaría un nivel de productividad por unidad de superficie inferior al de una carga de 7,5 novillos/ha, demostrándose así la limitación de la capacidad de carga de esta alternativa tecnológica. A esta carga extrema se observa el efecto positivo y aditivo de la inclusión de la suplementación, permitiendo que los niveles de ganancias de peso vivo alcancen valores cercanos a los 0,400 kg/an/día. En esta situación, las eficiencias de conversión alcanzan valores dentro del rango de 5,8 a 8,6 kg de suplemento por kg PV adicional obtenido. Aquí, la diferencia en el uso alternativo entre las diferentes opciones de suplementos probados, muestran ventajas a favor de GM y AA con relación a EG, explicado por la eficiencia de conversión lograda más que por las diferencias en las ganancias de peso obtenidas por las diferentes fuentes.

Los resultados de desempeño animal afirman el uso del sorgo forrajero como una alternativa para mejorar la recría estival de novillos de sobreaño, demostrando su alta capacidad de carga pero sus restricciones para alcanzar ganancias altas, al menos en las condiciones productivas de suelos medios a profundos de Basalto.

### **3.3. Evaluación del uso de diferentes suplementos sobre sorgo forrajero en la fisiología ruminal**

Este ensayo tuvo por objetivo principal evaluar el efecto del pastoreo de sorgo forrajero de alto rendimiento y el uso de diferentes suplementos en la fisiología ruminal de novillos fistulados.

#### **3.3.1. Materiales y métodos**

El período experimental comenzó el 9 de enero y finalizó el 18 de febrero (40 días).

Se llevó a cabo simultáneamente y en el marco del ensayo descrito en la sección 3.1.1. Materiales y métodos, por lo tanto, los tratamientos fueron los mismos que los pre-

sentados en dicha sección (Año 1). Cada tratamiento contaba con 4 animales fistulados, con un peso vivo promedio inicial de 694 kg.

Los animales fistulados fueron asignados a los diferentes tratamientos en 4 períodos experimentales de 10 días cada uno, dividiendo dicho período en dos subciclos (1 y 2) de 5 días cada uno en cada repetición de muestreo según el experimento de referencia ya mencionado. Cada novillo fistulado pasó por cada uno de los tratamientos (T, GM, AA y EG) y se encontraban pastoreando junto con los novillos del ensayo de referencia, durante todo el período experimental.

El último día de cada período del subciclo 2, se realizaron medidas cada 5 horas del líquido ruminal, comenzando a las 6:00 a.m. y culminando a las 9:00 p.m.

El muestreo del contenido ruminal se realizó una vez en cada estrategia de alimentación para cada animal fistulado. En cada día de muestreo se realizaban diferentes mediciones horarias, de tal forma que la primera se tomaba antes del suministro de suplemento y luego, los siguientes muestreos se realizaban a las 5, 10 y 15 horas posteriores del primer muestreo.

A cada una de las muestras de líquido ruminal se les medía el pH y posteriormente se conservaban a -20 °C con reactivo ácido (ácido sulfúrico al 5 %) hasta el momento de la determinación de la concentración de amonio en el Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela.

#### **3.3.1.1. Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue un diseño de cuadrado latino de 4 x 4. Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2013). Las medias se contrastaron con el test de LSmeans ( $P < 0,01$ ).

#### **3.3.2. Resultados**

Los resultados de los parámetros descriptivos de la fisiología ruminal se presentan en el Cuadro 37. El pH ruminal es una variable de importancia clave, ya que sus cambios modifican el ambiente ruminal y repercuten

**Cuadro 37.** Efecto de la suplementación de novillos pastoreando sorgo forrajero sobre la fisiología ruminal.

Parámetro	T	EG	AA	GM	P
pH	5,7	5,7	6,0	5,9	ns
N-NH <sub>3</sub> (mgNH <sub>3</sub> /100 ml)	31,5 <sup>b</sup>	46,3 <sup>a</sup>	29,5 <sup>b</sup>	34,6 <sup>b</sup>	**

Nota: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes; ns = no significativo; \*\* =  $P < 0,01$ ; T = testigo sin suplementación; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrechillo de arroz; GM = suplementación con grano de maíz.

sobre su dinámica. Los valores de pH en el rumen se encuentran influenciados por varios factores, como ser el tipo de alimentación y el tiempo de ingestión. Normalmente se encuentran en valores de entre 5,5 y 6,9 (Relling y Mattioli, 2003).

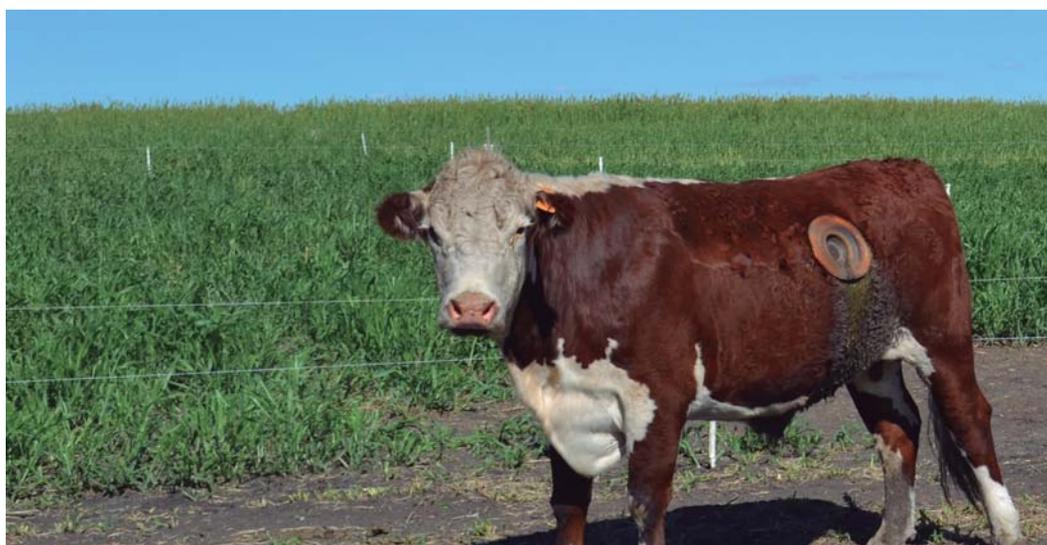
En el presente estudio, las diferentes estrategias nutricionales no presentaron un efecto significativo ( $P > 0,05$ ) en el pH ruminal, encontrándose los mismos dentro de los valores normales mencionados (Relling y Mattioli, 2003).

Los niveles normales de concentración de amoníaco en el rumen varían según diferentes autores, oscilando entre 2 y 50 mg por 100 ml, dependiendo de la ración y del tiempo transcurrido desde la ingesta. Este compuesto es el principal nutriente nitrogenado para las bacterias del rumen (Garriz y López, 2002). Si la concentración del N amoniacal es baja, desciende la efectividad del crecimiento microbiano, por lo cual, también la síntesis de proteína microbiana, la que re-

presenta el 40 % del N no amoniacal que se absorbe a nivel del intestino (Church, 1988).

En el estudio, el nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) fue afectado ( $P < 0,01$ ) por la dieta. Los niveles de N-NH<sub>3</sub> fueron significativamente mayores ( $P < 0,05$ ) en el caso de la suplementación con EG que en los otros tres tratamientos. Esto tendría su lógica ya que el EG es un suplemento proteico, por lo cual es esperable que el nivel de N-NH<sub>3</sub> aumentara más que en los casos de la suplementación energética (GM), energética-proteica (AA) o directamente sin suplementación (T) (Church, 1988).

Cuanto menor sea el pH en el rumen, mayor será la captación de amoníaco en forma de ion (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Además, la absorción del amoníaco desde el rumen depende del N amoniacal y del pH (Church, 1988), con lo cual ambos parámetros están muy relacionados. Sin embargo, en este estudio, el pH no fue afectado significativamente pero sí lo fue el nitrógeno amoniacal.



### 3.3.3. Comentarios y conclusiones

La suplementación con distintas fuentes no varió el pH ruminal de los animales, pero sí afectó el contenido de amonio en sangre. Esto significa que los animales suplementados con un concentrado proteico (EG) lograron aumentar la concentración de N amoniacal en rumen, posiblemente favoreciendo la síntesis de proteína microbiana, de muy elevada calidad biológica para el animal. Esto cobra especial importancia en animales jóvenes que se encuentran en etapa de recría.

A pesar de estas diferencias, si se considera la performance individual y grupal de los animales que estaban bajo el mismo tratamiento que los de este ensayo (Cuadros 20 y 21), se observa que no se registraron diferencias significativas en ningún parámetro, salvo en la EC, aunque el tratamiento con suplemento proteico (EG) no fue quien presentó mejor eficiencia.

## 4. RESUMEN Y DISCUSIÓN CONJUNTA DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA

A partir de la información presentada previamente, se sintetizan y sistematizan una serie de consideraciones y reflexiones finales en relación el engorde de novillos sobre verdeos estivales en la región de Basalto.

### 4.1. Base forrajera: sorgo híbrido vs. sudangrás

En términos generales, como fuera indicado en la revisión bibliográfica, los sorgos híbridos han representado una alternativa mejorada al sudangrás para mejorar la productividad animal.

En las experiencias presentadas en esta publicación, el sorgo forrajero tipo BMR resultó siempre superior al sudangrás, especialmente en términos de la ganancia de peso y la producción de peso vivo por unidad de superficie (Cuadros 7 y 13). Las diferencias en términos de la conducta animal y deposición de tejidos en el animal fueron escasas o nulas (Figuras 3 y 7; Cuadros 8 y 14).

Estas diferencias se deben principalmente a la mayor disponibilidad de forraje generado por el sorgo híbrido en comparación con el sudangrás (Cuadros 3 y 9) y en menor medida a las diferencias observadas en los parámetros del valor nutritivo analizados en estos estudios (Cuadros 4 y 10).

La incorporación de la suplementación cuando se compararon estos dos tipos de sorgos no influyó en la producción vegetal (Cuadros 3 y 9) o en su valor nutritivo (Cuadros 4 y 10).

### 4.2. Manejo del pastoreo y comportamiento animal

Al examinar lo ocurrido con la composición botánica, se observa que en todos los ensayos la proporción de panoja en el forraje, tanto de sudangrás como de sorgo, siempre fue mínima. Esto estaría indicando un correcto manejo del pastoreo (rotativo) aplicado con franjas de pastoreo por 7 días con descansos de 21 días entre pastoreos, permitiendo así que la fracción vegetativa del forraje siempre predominara por sobre la reproductiva y/o restos secos. Se puede destacar entonces que el manejo del pastoreo propuesto a las cargas consideradas fue correcto y puede recomendarse para las condiciones manejadas en estas experiencias. De cualquier manera, cuando sea necesario, el uso estratégico de una rotativa puede controlar rápidamente potenciales excesos de forraje y sus implicancias positivas en la mejora del valor nutritivo del forraje y la producción animal.

En cuanto al comportamiento animal, se concluye que el pastoreo tendió a ser siempre la actividad a la que los animales le dedicaron más tiempo, independientemente del año de evaluación y del tipo de ensayo. En los dos primeros ensayos se observó que los tratamientos suplementados presentaron significativamente menor tiempo dedicado al pastoreo, en contraste con los animales no suplementados. Posiblemente la adición de nutrientes mediante el suplemento permitió mejorar la dieta global (cantidad y calidad) de los animales, lo cual repercutió en que los animales requirieran de un menor aporte

**Cuadro 38.** Resumen de la información del forraje y producción animal de los seis ensayos presentados en esta publicación.

Ensayo	Inicio	Días de ensayo	% utilización	Disponibilidad (kg MS/ha)	% Supl	GPVV SS (g/lan/día)		GPVV CS (g/lan/día)			kg PV/ha	
						T	ES	EG	AA	GM	SS	CS*
1 Sd/Sg Año 1	19/12	105	53,4	3427	1	528	-	805	-	-	317	577
2 Sd/Sg Año 2	08/01	58	49,2	5508	1	951	-	1179	-	-	357	480
3 Sg supl Año 1	11/12	106	53,3	1883	0,5	413	-	459	480	553	414	479
4 Sg supl Año 2	18/12	96	56,4	3580	0,5	504	674	682	584	464	359	413
5 Sg supl/carga CB	23/12	95	48,2	2368	0,5	289	-	464	312	372	256	340
6 Sg supl/carga CA												

Nota: Sd = sudangrás; Sg = sorgo forrajero; Supl = evaluación de suplementación; CB = carga baja (7,5 animales/ha); CA = (10 animales/ha); % utiliz = porcentaje de utilización de la pastura; Disp = disponibilidad promedio de la pastura (en todos los casos no existieron diferencias significativas entre tratamientos, salvo en el Ensayo n° 3, en donde GM fue significativamente mayor ( $P < 0,01$ ), con 3210 kg MS/ha; los datos del cuadro corresponden al promedio del resto de los tratamientos, sin diferencias significativas ( $P > 0,05$ ); % Supl = nivel de suplementación en % del PV; GPVV = ganancia de peso vivo vacío; SS = sin suplementación; CS = con suplementación; T = testigo sin suplementación; ES = suplementación con expeller de soja; EG = suplementación con expeller de girasol; AA = suplementación con afrecho de arroz; GM = suplementación con grano de maíz; kg PV/ha = producción de peso vivo por hectárea; \* = promedio de todos los tratamientos suplementados.

relativo desde el forraje, en comparación con aquellos provenientes del suplemento. Sin embargo, en los demás ensayos esta tendencia no fue tan clara. Los niveles de suplementación utilizados fueron bajos (0,5 a 1,0 % del PV) y esto podría explicar los efectos menores de la suplementación sobre los parámetros de la conducta animal.

### 4.3. Producción forrajera y producción animal

En el Cuadro 38 se presenta un resumen de los principales resultados en relación al forraje y producción animal de todos los ensayos considerados en esta publicación.

Como se puede apreciar, salvo en el caso del Ensayo 2 que tuvo que ser finalizado tempranamente (duración total de aproximadamente 2 meses) debido a intensas precipitaciones registradas durante los meses de verano que impidieron un correcto seguimiento del mismo, los ensayos tuvieron un rango de duración de 95 a 106 días. Este período

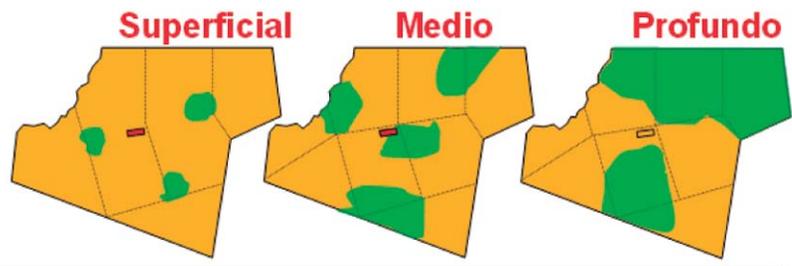
coincide -en términos generales- con el tiempo de utilización del cultivo en condiciones comerciales, lo que facilita la interpretación y uso de la información en el contexto de estos sistemas productivos. Es importante destacar que la información obtenida fue generada sobre suelos medios a profundos del Basalto, donde pueden ubicarse estas propuestas tecnológicas para mejorar la producción de forraje y su efecto positivo en la producción animal. El modelo conceptual subyacente se presenta en la Figura 23 (Montossi *et al.*, 2014).

En las áreas "verdes" representadas en la Figura 23 se pueden implementar esquemas forrajeros mejorados, donde el cultivo de sorgo puede ser parte de una rotación de cultivos forrajeros de verano e invierno (avenas y raigrases) y pasturas cultivadas con diferentes mezclas de gramíneas y leguminosas. La rotación forrajera seleccionada no solo tendrá en cuenta la potencialidad de los suelos para la optimización de la productividad vegetal y animal, si no por sobre todo,

## La Intensificación de la Ganadería Extensiva

### El ejemplo del Basalto

Área: 4:1 há  
 Superficial: 40%  
 Medio: 22%  
 Profundo: 38%



Área mejorada	5-10 %	20-30 %	>40 %
Invernada	-	+	+
Cría Bovina	+	-	-
Lana	+	-	-
Carne Ovina	-	+	-
Agricultura	-	-	+
Riego	-	-	+

Nota: Áreas en naranja = suelos superficiales; áreas verdes = suelos medios y profundos.

Figura 23. Representación esquemática y conceptual de la especialización productiva ovina y bovina, combinada con otros rubros agrícolas, de acuerdo a la aptitud productiva de los diferentes suelos del Basalto (Montossi *et al.*, 2014).

la maximización del margen bruto de la rotación planteada como un todo. Por otra parte, además del efecto de las condiciones agroecológicas sobre la producción de forraje de los sorgos utilizados sobre los suelos mencionados, es importante señalar que es imprescindible seguir las recomendaciones agronómicas (ej. densidad de siembra, control de malezas, fertilización) para el cultivo de sorgo forrajero en la búsqueda de favorecer su producción forrajera y animal.

Las utilidades de forraje oscilaron entre 45,5 y 46,9 % (Cuadros 3 y 9) en el caso del sudangrás, y entre un máximo de 58,3 % (Cuadro 22) y un mínimo de 45,0 % (Cuadro 28), para el caso del sorgo forrajero utilizando una carga de 7,5 animales/ha. Al aumentar la carga a 10 animales/ha, las utilidades del sorgo se ubicaron en el entorno de 50,6 % (Cuadro 28). Estos valores son cercanos a los reportados por la bibliografía nacional para sudangrás: 53,5 % (Rovira, 2002), 44-72 % (Gabard y Russi, 2005), 36-45 % (Esquivel *et al.*, 2006) y Vaz Martins *et al.* (2003) 42-49 %; y para sorgo forrajero: Vaz Martins *et al.* (2003) 45-53 % y Berlangieri (2008) 48-58 %.

Las variaciones en el tipo de sorgo usado, el nivel de suplementación (0,5-1,0 % del PV) y el tipo de suplemento empleado no tuvieron una clara implicancia en el nivel de utilización logrado.

La morfología y fisiología de los sorgos de pastoreo no permite una alta utilización de pastoreo como ocurre con otras especies de gramíneas, templadas o sub-tropicales. Por otro lado, el uso de mayores cargas animales por unidad de superficie como instrumento de mejora de la utilización de forraje, tendría implicancias negativas en la producción animal.

Al analizar la cantidad de forraje disponible promedio de cada ensayo, en ningún caso se registraron diferencias significativas entre los tratamientos, con la única excepción del Ensayo 3 y solamente distinguiéndose el tratamiento GM por su mayor forraje disponible. El tipo y nivel de suplementación empleados en estos ensayos demuestra que no tienen implicancias mayores en la producción de forraje en los sorgos utilizados.

Se observó, en términos generales, que a una misma carga animal (7,5 novillos/ha), el pasar de suplementar de una tasa del 1 % PV (Ensayos 1 y 2) a 0,5 % PV (Ensayos 3 al 5), significó que las ganancias individuales se vieran disminuidas. Si solo se toma en cuenta el Ensayo 1 –con un período comparable a los demás ensayos– se observa que los tratamientos suplementados presentan mejores desempeños individuales (0,321-0,805 kg/an/día; Cuadros 34 y 7) y producción por hectárea (343-577 kg PV/ha; Cuadros 25 y 7) que los no suplementados (0,200-0,528 kg/an/día; Cuadros 34 y 7, y 193-414 kg PV/ha; Cuadros 34 y 20), independientemente de la base forrajera considerada. Estos aumentos de ganancia con respecto a T tuvieron una magnitud de 52-60 %, mientras que la producción de kg PV/ha de lotes suplementados fue entre un 40 % y un 78 % superior a los lotes no suplementados.

Según los estudios liderados por Beretta *et al.* (2008) sobre praderas artificiales durante el verano, para obtener una respuesta a la suplementación es necesario manejar el ganado con una asignación de forraje (AF) restringida (3 % PV). En este caso, se lograría una eficiencia de conversión de 6:1; mientras que asignaciones de forraje del orden del 9-12 % no tendrían respuesta a la suplementación en las condiciones estudiadas. En los ensayos presentados en esta publicación, las asignaciones de forraje oscilaron entre 3,3 y 5,5 % cada 100 kg de PV por lo que se estaría algo por encima del límite que estos autores consideran para una AF restringida. A ello se debería agregar el componente de valor nutricional del forraje ofrecido del sorgo forraje, el cual en general es menor al de las praderas cultivadas en el verano (Carámbula, 2007b). Como se puede observar en los Cuadros 20, 25 y 34, la EC fue muy variable en función del año de evaluación y del suplemento evaluado. Es el caso de suplemento GM con resultados variables entre experimentos (Cuadros 20 y 34).

Por otro lado, en términos cuantitativos, se observa por ejemplo que un mismo suplemento (EG) presentó una diferencia máxima de 43,2 puntos (Cuadros 20 y 34) entre un año y otro. En definitiva, las EC fueron su-

mamente variables y por lo tanto pueden considerarse difíciles de predecir con precisión a partir de la información generada en estas experiencias.

En cuanto a la carga óptima para este tipo de cultivos, los Ensayos 5 y 6 demuestran que al aumentar la carga de 7,5 a 10 novillos/ha sin suplementación, tanto el desempeño individual como la producción por unidad de superficie, se vieron afectados negativamente. En definitiva, en base a los resultados obtenidos en este ensayo, el pasar de una carga de 7,5 a 10 novillos/ha sin el uso de suplemento, significaría afectar negativamente tanto la ganancia individual como la producción por hectárea.

El desempeño animal individual sobre verdeos de verano con una carga de 7,5 animales/ha sin suplementación, logró un máximo de 0,951 kg/an/día, lo cual se logró en un ensayo que tuvo una duración de 58 días en total (Ensayo 2). Para el resto de los ensayos, con una duración aproximadamente equivalente al período normal de utilización del cultivo, el rango osciló entre un máximo de 0,528 (Cuadro 7) kg/an/día y un mínimo de 0,200 kg/an/día (Cuadro 34).

Al comparar estas ganancias con las reportadas por Vaz Martins *et al.* (2003), quienes trabajaron por períodos superiores a los 100 días con 60 cm de altura al ingreso a las parcelas de sudangrás y sorgo forrajero, lograron una ganancia promedio de 0,906 kg/an/día. De cualquier manera, estos autores trabajaron con cargas de 3,0-3,5 UG/ha y los animales comenzaron con pesos cercanos a los 190 kg PV, finalizando con 270-290 kg PV, es decir, se trataba de un pastoreo mucho menos intenso en dotación animal y se utilizaron animales más jóvenes y por lo tanto más eficientes biológicamente.

Por otro lado, Rovira (2002) trabajando con sudangrás y animales similares a los de estos ensayos (PV inicial = 400 kg), con utilizaciones de forraje también similares (53,5 %) –pero con una carga menor, correspondiente a 5,5 UG/ha– y solamente por un período de 53 días, lograron ganancias promedio de 0,451 kg/an/día. En este caso, es la dotación animal utilizada la que podría explicar

las buenas ganancias registradas, que sin embargo, se encuentran dentro del rango reportado para los ensayos de la presente publicación, que duraron aproximadamente 100 días.

Por otra parte, al analizar el factor suplementación sin considerar la carga manejada, los resultados indican que sería conveniente suplementar sobre esta base forrajera, ya que se obtienen mejores ganancias de peso vivo y producciones totales por unidad de superficie.

Al contrastar las cargas evaluadas en las mismas condiciones (Ensayos 5 y 6) en relación al efecto de la suplementación, se observa que los animales suplementados utilizando la carga baja presentaron performances individuales 34 % mayores en promedio que los animales suplementados de la carga alta. Al contrastar estos dos lotes en producción total, la carga baja presentó una producción 15 % superior a la carga alta. A la razón de suplementación considerada (0,5 % PV), tanto la producción individual como producción por hectárea se vieron resentidas por utilizar una carga de 10 novillos/ha a igualdad de condiciones ambientales, por lo que no se verificó ninguna ventaja por utilizar una carga mayor.

Sobre las bases forrajeras consideradas, en términos del desempeño animal, no se observó una clara superioridad por el uso de un determinado suplemento versus otra opción, donde se compararon distintas clases de suplementos: proteicos (ES y EG), energético-proteicos (AA) y energéticos (GM). Inclusive no se lograron diferencias en algunos casos en la respuesta individual entre los diferentes suplementos y el tratamiento testigo sin suplementación. Sin embargo, cuando los efectos de la suplementación se evalúan a nivel de la producción por unidad de superficie, esta tecnología fue consistentemente superior a los tratamientos donde los animales no recibieron suplemento.

Del punto de vista de la comparación entre las diferentes fuentes de suplementos en la respuesta animal, se presentaron solo dos ocasiones donde existieron diferencias significativas entre tratamientos, que fueron los casos de los Ensayos 4 y 5. En el primer

caso, solamente se puede afirmar que la performance individual en los animales suplementados con GM (energético) fue inferior a la de los novillos suplementados con ES y EG (proteicos), mientras que los animales suplementados con AA presentaron valores intermedios (Cuadro 25). En el Ensayo 5 se observó que la performance individual de los animales suplementados con AA (suplemento energético-proteico) no fue estadísticamente diferente a EG y GM, pero tampoco lo fue del testigo (T) (Cuadro 34). Por lo tanto, para las condiciones experimentales que se presentaron en estos ensayos, el uso de las diferentes fuentes de suplementos no tendrían implicancias consistentes en la producción animal, pero sí podrían tenerlas en la respuesta económica, más aún si se incluye la eficiencia de conversión de suplemento en peso vivo.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- BERLANGERI, S.** 2008. Efecto del manejo y el material genético en la productividad de sorgo forrajero bajo pastoreo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 189 p.
- BERETTA, V.; SIMEONE, A. ELIZALDE, J.** 2008. Manejo de animales en engorde durante el verano. En: Una década de investigación para una ganadería más eficiente: Décima jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne. Montevideo: Facultad de Agronomía. E.E.M.A.C. p. 29-31.
- CARÁMBULA, M.** 2007a. Verdeos de verano. Montevideo: Hemisferio Sur. 226 p.
- CARÁMBULA, M.** 2007b. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo: Hemisferio Sur. v. 1. 357 p.
- CHURCH, C.** 1988. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza: Acribia. 641 p.
- COSGROVE, G.; EDWARDS, G.** 2007. Control of grazing intake. En: Rattray, P.V.; Brookes, I.M.; Nicol, A.M. (eds.). Pasture and supplements for grazing animals. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production. p. 61-80. (Occasional publication; 14).
- CONTRERAS-GOVEA, F.; MARSALIS, M.; LAURIAULT, L.; BEAN, B.** 2010. Forage sorghum nutritive value: A review. *Forage and Grazinglands*, 8(1).
- ESQUIVEL, J.; VELAZCO, J.; ROVIRA, P.** 2006. Efecto del acceso a sombra artificial en la ganancia de peso, estrés y conducta de novillos pastoreando sudangrás durante el verano. En: Jornada Anual Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. Montevideo: INIA. p 22-36. (Serie Actividades de Difusión; 511).
- ELIZALDE, J.** 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. [En línea]. Consultado 19 ene. 2017. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/13-suplementacion\\_en\\_condiciones\\_de\\_pastoreo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/13-suplementacion_en_condiciones_de_pastoreo.pdf)
- FERNÁNDEZ MAYER, A.; STUART, R.; CHONGO, B.; MARTIN, P.** 2011. Ceba pastoril con sorgos nervadura marrón o BMR (Brown Middle Rib) como forraje fresco. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45 (3): 251-256.
- GABARD, L.; RUSSI, I.** 2005. Efecto de la intensidad de pastoreo en producción y dinámica poblacional de *Sorghum sudanense* var. Comiray. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
- GIORELLO, D.; JAURENA, M.; BOGGIANO, P.; PÉREZ GOMAR, E.** 2012. Respuesta al riego suplementario en pasturas y forrajes. En: Seminario internacional, riego en cultivos y pasturas, 2., Salto, Uruguay. Montevideo: INIA. p. 45 - 54.
- GORDON, I.** 2000. Plant-animal interactions in complex plant communities: from mechanism to modelling. En: *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. Cambridge: CABI Publishing. p. 191-207.
- HOLLAND, C.; KEZAR, W.** 1990. Pioneer forage manual: A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International. 55 p.
- JAMIESON, W.; 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: 261-271.

- KJELDAL, J.** 1984. Official methods of analysis. Washington, D. C.: Association of Official Agricultural Chemists.
- LUZARDO, S.; CUADRO, R.; LAGOMARSINO, X.; BRITO, G.; LA MANNA, A.** 2014. Tecnologías para la intensificación de la cría bovina en el basalto - suplementación infrecuente sobre campo natural y pasturas mejoradas en basalto. En: Berretta, E.J.; Montossi, F.; Brito, G. (eds.). Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. Montevideo: INIA. p. 93-125. (Serie Técnica; 217).
- MONTOSSI, F.** 1996. Comparative studies of the implications of condensed tannins in the evaluation of *Holcus lanatus* and *Lolium* spp. swards for sheep performance. PhD. Thesis. Massey University. New Zealand. 228 p.
- MONTOSSI, F.; PIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E.** 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica, INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. 84 p. (Serie Técnica; 113).
- MONTOSSI, F.; SOARES DE LIMA, J. M.; BRITO, G.; BERRETTA, E.** 2014. Impacto en lo productivo y económico de las diferentes orientaciones productivas y tecnológicas propuestas para la región de Basalto. En: Berretta, E.J.; Montossi, F.; Brito, G. (eds.). Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. Montevideo: INIA p. 557-568 (Serie Técnica; 217).
- NICOL, A.; BROOKES, A.** 2007. The metabolisable energy requirements of grazing livestock. En: Rattray, P.V.; Brookes, I.M.; Nicol, A.M. (eds.). Pasture and supplements for grazing animals. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production. p. 151-172. (Occasional publication; 14).
- PIGURINA, G.; METHOL, M.** 2004. Anexo I. Recopilación de resultados de análisis efectuados en el laboratorio nutrición animal de la Estación Experimental Alberto Böerger, INIA La Estanzuela, Años 1972-1985. En: Mieres, J.M. (ed.). Guía para la alimentación de rumiantes, INIA La Estanzuela. Montevideo: INIA. p. 7-8. (Serie Técnica; 142).
- PORDOMINGO, A.** 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. [En línea]. Consultado abr. 2015. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/67-suplementacion\\_con\\_granos\\_en\\_pastoreo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf)
- RELLING, A. E.; MATIOLLI, G. A.** 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. La Plata: EDULP. 72 p.
- ROVIRA, P.** 2002. Efecto de la sombra artificial en el engorde de novillos durante los meses de verano. En: Jornada anual de producción animal. Resultados experimentales, INIA Treinta y Tres. Montevideo: INIA. p. 79-95. (Serie Actividades de Difusión; 294).
- ROVIRA, P.; ECHEVERRÍA, J.** 2013. Desempeño productivo de novillos pastoreando sudangras o sorgo forrajero nevadura marrón (BMR) durante el verano. Revista Veterinaria, 24 (2): 91-96.
- ROVIRA, P.; ECHEVERRÍA, J.** 2014. Desempeño productivo de novillos pastoreando sudangras o sorgo forrajero nevadura marrón (BMR) durante el verano. En: Estrategias de intensificación ganadera, INIA Treinta y Tres. Montevideo: INIA. p. 59-65. (Serie Actividades Difusión; 734).
- SAS INSTITUTE INC.** 2013. SAS/STAT 9.4 User's Guide. Cary: SAS Institute Inc.
- SILUNGWE, D.** 2011. Evaluation of forage yield and quality of sorghum, sudangrass and pearl millet cultivars in Manawatu. MSc. Thesis, Massey (NZ), Massey University. 140 p.
- SIMEONE, A.; BERETTA, V.** 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos: ¿Es buen negocio suplementar al ganado? En: Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Manejo nutricional en ganado de carne. Montevideo: Facultad de Agronomía. EEMAC. p. 10-17.
- VAN SOEST, J.** 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, New York: Cornell University Press. p. 23-38.
- VAZ MARTINS, D.; SEIGAL, E.; PITTALUGA, O.** 2003. Producción de carne con sudangrass dulce, híbrido de sudangrass por sorgo granífero y sorgo doble propósito. En: Vaz Martins, D. (eds.). Avances sobre engorde de novillos en forma in-

tensiva, INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. p. 19-22. (Serie Técnica; 135).

**WADE, M.; CARVALHO, P.** 2000. Defoliation patterns and herbage intake on pastures. En: Lemaire, G.; Hodgson, J.; De Moraes, A.; Carvalho, P.C. de F.; Nabinger, C. (eds.). Grassland ecophysiology and grazing ecology. Oxfordshire: Cab International. p. 233-248.

**WILLAMSON, J.; BLAIR, H.; GARRICK, D.; POMROY, W.; P. DOUCH.** 1994. The relationship between internal parasite burden, faecal egg count, and mucosal mast cells in fleeceweight-selected and control sheep. Proc. New Zeal. Soc. An., 54: 9-13.