

# Efecto del nivel de suplementación con harina de algodón sobre el consumo y el aumento de peso en bovinos en recría alimentados con silaje de sorgo

Publicado online 06 de abril de 2022

Chiossone, J.L.<sup>1</sup>; Balbuena, O.<sup>2</sup>

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto la suplementación proteica con harina de algodón (HA; 351 g kg<sup>-1</sup> PB) a niveles de 0 (P0; Testigo), 3,0 (P1), 6,0 (P2) y 9,0 (P3) g kg<sup>-1</sup> de peso vivo (PV), sobre el consumo de materia seca (CMS), consumo de silaje (CS), aumento de peso (ADPV), eficiencia de conversión de los alimentos (IC) y nitrógeno ureico en sangre (NUS) en bovinos jóvenes alimentados con silaje de sorgo (SS). Se emplearon un total de 24 animales, 12 machos castrados y 12 hembras de peso promedio 187 ± 12 kg, distribuidos en 8 corrales a razón de tres por corral en un diseño completamente aleatorizado. El SS de planta entera fue confeccionado, a partir de un híbrido doble propósito ("VDH 422"), en el estadio de grano pastoso. La duración del experimento fue de 98 días, con 14 días de acostumbramiento y 84 de medición. Las variables fueron sometidas a análisis de la varianza, y los tres grados de libertad pertenecientes a los tratamientos se partitionaron en contrastes lineal, cuadrático y cúbico. El CMS, ADPV, IC y NUS se incrementaron ( $p > 0,05$ ) en forma cuadrática con el aumento en el nivel de suplementación, con excepción del NUS que presentó efecto cúbico ( $C < 0,05$ ). El consumo de silo (CS) expresado en kg MS an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> difirió ( $p < 0,05$ ) con el aumento del nivel de suplementación, pero no se detectan diferencias ( $p = 0,12$ ) como g kg<sup>-1</sup> PV, aunque en ambos casos se verificó un efecto cuadrático ( $Q < 0,05$ ). El tratamiento testigo (P0) presentó un ADPV de 0,07 kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, con un CS de 18,2 g kg<sup>-1</sup> PV que se incrementó 31,3% al incluir 3 g kg<sup>-1</sup> PV de HA. La evidencia permite concluir que no es recomendable la utilización del silaje de sorgo como único alimento. La suplementación con harina de algodón tuvo un efecto positivo sobre CMS, CS, ADPV e IC, siendo recomendable hasta el nivel de 6 g kg<sup>-1</sup> del peso vivo, ya que un nivel superior no cambia estas variables.

**Palabras clave:** silaje de sorgo, suplementación proteica, consumo, ganancia de peso, harina de algodón, nitrógeno ureico en sangre.

## ABSTRACT

The aim of this work to was study the effect of protein supplementation with Cottonseed meal (CSM; 351 g kg<sup>-1</sup> PB) at levels of 0 (P0; Control), 3,0 (P1), 6,0 (P2) y 9,0 (P3) g kg<sup>-1</sup> of live weight (LW), on total dry matter intake (DMI), silage dry matter intake (SI) average daily gain (AVG), feed conversion efficiency (FC) and blood urea nitrogen (BUN) in young beef cattle fed with sorghum silages. Twelve steers and twelve heifers averaging 8 months of age and 187 ± 12 kg, were distributed in 8 pens in a completely randomized design. Whole plant sorghum silage was made from double purpose hybrid, at late-dough stage of maturity. The experiment lasted 98 days, with 14 days for adaptation and 84 days for measurement. The variables were subjected to analysis of variance, and the three degrees of freedom from the traits were partitioned in lineal, quadratic and cubic effect contrast. DMI, AVG, FC and BUN increased ( $p < 0,05$ ) in a quadratic manner with supplementation level, except BUN that showed cubic effect ( $p < 0,05$ ). SI in kg DM an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> was different ( $p < 0,05$ ) with the increase of supplementation level, but there was not different ( $p = 0,12$ ) expressed as g kg<sup>-1</sup> BW, although in both cases a quadratic effect was observed ( $p < 0,05$ ). AVG of Control (P0) was 0,07 kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, with a

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Sáenz Peña y Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), Cmte. Fernández 755 (3700), Sáenz Peña, Chaco. Correo electrónico: chiossone.jose@inta.gob.ar

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Cnia. Benítez y Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Echeverría 1155, (3500), Resistencia, Chaco.

18,2 g kg<sup>-1</sup> LW of SI, that was increased 31,3% when was included 3 g kg<sup>-1</sup> LW of CSM. The results of the assessments show that is not recommended feed young animals with sorghum silages as only feed. Supplementation with CSM had a positive effect on DMI, SI, ADG and FC, being recommended a 6 g kg<sup>-1</sup> LW level, because a superior level showed no improvement.

**Keywords:** sorghum silage, protein supplementation, intake, weight gain, cottonseed meal, blood urea nitrogen.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es una de las principales actividades económicas del NEA y de la provincia del Chaco (Plan Ganadero Chaco, 2020), y se sustenta sobre una base forrajera compuesta principalmente por pastizales naturales y en menor medida pasturas, cuya característica principal es que están compuestas por especies estivales, y esto determina una oferta de forraje desuniforme, ofreciendo escasa cantidad y baja calidad durante el invierno (Pizzio y Bendersky, 2018). Este déficit invernal de alimento compromete, entre otros aspectos productivos de relevancia, las adecuadas ganancias de peso en la cría de las hembras de reposición para llegar con peso adecuado al primer servicio (Sampedro y Flores, 2018). En este contexto, la utilización de forrajes conservados, como henos y silajes, cumplen un rol fundamental para mantener adecuados niveles nutricionales durante el periodo invernal (Bendersky y Flores, 2011).

Una de las principales características de los henos y silajes de gramíneas tropicales es que poseen un contenido de proteína bruta (PB) que varía de 50 a 90 g kg<sup>-1</sup> de pesos vivo (PV) (Bendersky y Flores, 2011), deficientes para cubrir los requerimientos de bovinos jóvenes, tanto del huesped (Santini *et al.*, 1997; De León y Simondi, 2002), como de los microorganismos ruminales. Por debajo de un nivel crítico mínimo de 60 a 80 g kg<sup>-1</sup> de PB en la dieta, la degradación de la materia orgánica y la síntesis de proteína microbiana se deprimen, y el consumo y la digestibilidad disminuyen (Clark *et al.*, 1992; Van Soest, 1994). En la región chaqueña existen numerosas experiencias de utilización de henos con distintos niveles de suplementación proteica (Balbuena *et al.*, 2002a; Kucseva *et al.*, 2002; Slanac *et al.*, 2002), pero pocas con silajes de sorgo (Chiossone y Balbuena, 2010). Por lo tanto, es necesario caracterizar la respuesta de animales alimentados con silaje de sorgo con distintos niveles de suplementación de PB. El consumo de exceso de PB incrementa los requerimientos de energía en 13,3 kcal de ED por gramo en exceso de N, los suplementos proteicos son los ingredientes más costosos en las dietas, la excreción excesiva de N tiene un impacto ambiental negativo y el exceso de N puede afectar el desempeño reproductivo por elevada concentración de urea en los fluidos del tracto urogenital (Broderick y Clayton, 1997).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de distintos niveles de suplementación proteica sobre el consumo de materia seca, aumento de peso, eficiencia de conversión de los alimentos y el nivel de urea en sangre en bovinos en cría alimentados con silaje de sorgo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el campo experimental de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA en Sáenz Peña (26° 50' S; 60° 25' O).

El silaje de sorgo (SS) se realizó a partir de un híbrido doble propósito ("VDH 422" – Advanta Semillas) sembrado a principio de enero en surcos a 0,52 m a razón de 15 semillas por metro lineal, con barbecho mecánico previo de 40 días. Para control de malezas, en preemergencia se aplicó glifosato 62% (2,0 l ha<sup>-1</sup>) y atrazina 50% (2,5 l ha<sup>-1</sup>). Durante el ciclo se realizó un control de isocas con lambdacihalotrina 5% (0,2 l ha<sup>-1</sup>). El corte y picado fue realizado con una picadora "Mainero 4751" con cabezal rotativo. El rendimiento fue 31,8 t MV ha<sup>-1</sup>. El tamaño de picado fue intermedio (aproximadamente 15 mm). El almacenado se realizó en bolsas plásticas de 200 micrones de espesor, de 6 pies de diámetro con una máquina "Martinez Staneck".

Se utilizó harina de algodón (HA) pelleteada, adquirida en una sola partida, almacenado en bolsas de 40 kg.

Se utilizaron 12 novillitos y 12 vaquillonas de raza Braford, de características similares pertenecientes a la Asociación Cooperadora de EEA INTA Sáenz Peña, de peso 187 ± 12 kg, y edad promedio 8 meses. Los animales fueron separados en 8 corrales con 3 animales en cada uno, entre los cuales se sortearon los tratamientos. Los corrales tenían 120 m<sup>2</sup> con la correspondiente provisión de agua y comederos para el suministro de alimento a razón de 70 cm por animal.

La duración del experimento fue de 98 días, con 14 días de acostumbramiento y 84 de medición. El día 15 y 99 se pesaron todos los animales individualmente con 9 horas de ayuno previo. Además se realizaron dos pesadas intermedias sin desbaste, los días 42 y 70, para control y ajuste de la suplementación. El ensayo se llevó a cabo entre los meses de julio y octubre.

Previo al inicio del ensayo los animales fueron desparasitados (ivemectina 1%), suplementados con cobre inyectable de liberación lenta, y vacunados contra enfermedades respiratorias.

El SS se suministró *ad libitum* en dos turnos, a las 9:00 y 16:00 h, manteniendo un excedente diario superior al 10%. El EA se suministró por la mañana (7:00 h) previo al silaje en el mismo comedero.

El SS se extrajo diariamente con una profundidad de 35 cm, con el fin de que el material no permanezca expuesto por más de un intervalo de alimentación a la acción del aire con el consecuente deterioro.

Los animales tuvieron disponible una mezcla mineral completa (cloruro de sodio, yodo, calcio, fósforo, hierro, potasio, magnesio, harina de hueso calcinado y polifosfatos).

Los tratamientos evaluados fueron: Testigo SS solamente (P0), SS con 3,0 g kg<sup>-1</sup> PV de HA (P1), SS con 6,0 g kg<sup>-1</sup> PV de HA (P2), SS con 9,0 g kg<sup>-1</sup> PV de HA (P3).

Los niveles de suplementación con HA fueron fijados a niveles equidistantes para establecer la relación funcional entre el CMS y el suministro de N en la dieta. Se utilizó como referencia el trabajo de Chiossone y Balbuena, (2010), que evaluaron

dos niveles de suplementación (4,4 y 8,6 g kg<sup>-1</sup> PV), donde el tratamiento inferior fue establecido con el objetivo de cubrir los requerimientos proteicos (NRC, 1984) a partir de la energía aportada por el silaje, y el tratamiento superior se estableció para aportar un 50% más de la proteína requerida.

### Variables medidas

Aumento diario de peso vivo (ADPV; kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>): se calculó mediante la diferencia entre la pesada final e inicial.

Consumo de materia seca (kg MS an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> y g kg<sup>-1</sup> PV): en cada corral se realizó la medición del consumo grupal pesando la oferta alimento y el remanente recogido del comedero por la mañana antes del primer suministro diario. Esto se realizó durante tres periodos de 5 días consecutivos entre los días 38 a 42, 66 a 70 y 94 a 98.

Índice de conversión (IC; kg kg<sup>-1</sup>): se calculó como el cociente entre CMS y el ADPV promedio de todo el periodo para cada tratamiento.

Variable	Silaje ofrecido	Harina de algodón
MS (g kg <sup>-1</sup> )	291 ± 5,7	920 ± 6,0
PB (g kg MS <sup>-1</sup> )	70 ± 4,2	351 ± 34,6
FDN (g kg MS <sup>-1</sup> )	608 ± 60,2	423 ± 18,5
FDA (g kg MS <sup>-1</sup> )	350 ± 24,7	224 ± 62,0
LDA (g kg MS <sup>-1</sup> )	61 ± 3,8	74 ± 26,9
EE (g kg MS <sup>-1</sup> )	36 ± 3,2	19 ± 4,5
Cenizas (g kg MS <sup>-1</sup> )	34 ± 1,2	19 ± 4,5
NIDA (g kg NT <sup>-1</sup> )	280 ± 3,2	70 ± 13,3

Tabla 1. Contenido (media ± desvío estándar) de materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina detergente ácido (LDA), extracto etéreo (EE), cenizas y nitrógeno insoluble en detergente neutro (NIDA) de los alimentos utilizados.

Nitrógeno ureico en sangre (NUS; mg 100 ml<sup>-1</sup>): al finalizar el periodo de experimentación (día 90) transcurridas 5 horas de la alimentación matutina se realizó la extracción de sangre por punción yugular de cada animal. Se determinó el contenido de urea en plasma a través del método cinético por reacción con ureasa (Reactivos Roche). Se asumió que los valores de nitrógeno ureico en plasma (NUP) y el NUS son similares. Según Broderick y Clayton (1997),  $NUP = 1,0 * NUS - 0,136$  con  $r^2=0,95$ .

### Análisis de alimentos

Durante los periodos de medición del consumo diariamente se tomaron muestras de todos los alimentos y se conservaron congeladas. Finalizado el periodo de experimentación, las muestras se enviaron al Laboratorio de Producción Animal del INTA EEA Rafaela para realizar los siguientes análisis: FDN, FDA y LDA (Protocolo PROMEFA para equipos ANKOM, Jaurena y Wawrzkiwicz, 2009), PB (AOAC, 1998), NIDA, EE (AOAC, 1990).

### Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (ya que no hubo diferencia entre bloques de sexo) con dos repeticiones (corral) por tratamiento.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$  es la observación del tratamiento  $i$  en la unidad  $j$ ;  $\mu$  corresponde a la media general;  $T_i$  es el efecto del tratamiento  $i$ ;  $\varepsilon_{ij}$  es el término de error aleatorio asociado a la observación  $Y_{ij}$ .

Las variables fueron sometidas a análisis de la varianza, y los tres grados de libertad pertenecientes a los tratamientos se partitionaron en contrastes lineal, cuadrático o cúbico.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se detallan los valores promedio de los distintos parámetros de calidad del SS y HA utilizados.

El contenido de materia seca (MS) del silaje de sorgo se encontró dentro del rango 280 y 350 g kg MS<sup>-1</sup>, recomendado para obtener una adecuada fermentación y conservación de forraje (Gallardo, 2008).

Variable	Nivel de harina de algodón					EE	p	Efecto
	P0	P1	P2	P3				
Consumo (kg MS an <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )								
CMS	3,3	5,7	6,6	6,9	0,33	0,0014	L, Q	
CHA	0,0	0,6	1,3	2,0				
CS	3,3	5,1	5,3	5,0	0,33	0,0107	L, Q	
CPB	0,2	0,6	0,8	1,0	0,03	<0,0001	L, Q	
Consumo (g kg <sup>-1</sup> PV)								
CMS	18,1	26,0	28,4	29,5	1,77	0,0099	L, Q	
CHA	0	2,8	5,6	8,4				
CS	18,1	23,2	22,8	21,2	1,68	0,1177	Q	

Tabla 2. Promedios de consumo total (CMS), consumo de harina de algodón (CHA), consumo de silaje (CS), expresado en kg MS an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> y g kgPV<sup>-1</sup>, y consumo de proteína bruta (CPB) en kg MS an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, de los tres periodos de medición, para cada tratamiento. En la última columna las letras L, Q y C indican la existencia de efecto lineal, cuadrático o cúbico, respectivamente, para un nivel  $p < 0,05$ .

El contenido de proteína del SS fue de  $70 \pm 4,2 \text{ g kg}^{-1}$  (tabla 2). Este valor fue cercano los valores promedio  $70 \text{ g kg}^{-1}$  hallado en la bibliografía cuando se incluyen ensayos realizados en la región subtropical (Pimentel *et al.*, 1998; Chiossone y Balbuena, 2010; Bendersky y Flores, 2011).

El contenido de FDN y FDA fue superior al encontrado como promedio en la bibliografía, sin embargo, se encuentra dentro de parámetros aceptables.

El origen del HA utilizado fue una planta de extracción de aceite por solvente lo cual explica el bajo contenido de extracto etéreo. En varios ensayos regionales de suplementación proteica utilizando harina de algodón se informan valores de 308 a  $391 \text{ g kg}^{-1}$  de PB (Balbuena *et al.*, 2000; Kucseva *et al.*, 2002; Balbuena *et al.*, 2003).

Los valores promedio de PB que tuvieron las dietas en cada tratamiento fueron 70,6, 100,4, 125,2 y  $150,2 \text{ g kg MS}^{-1}$  para los tratamientos P0, P1, P2 y P3, respectivamente.

El CMS expresado en  $\text{kg MS an}^{-1} \text{ d}^{-1}$  y en  $\text{g kg}^{-1} \text{ PV}$  aumentó significativamente ( $p < 0,05$ ) con el incremento del nivel de suplementación (tabla 2). El mismo efecto fue encontrado por Pimentel *et al.* (1998) y De Leon *et al.* (2001) con silaje de sorgo o maíz como principal alimento, cuando incrementaron el contenido de proteína en la dieta a través de la suplementación. Cavalcante *et al.* (2005) y Obeid *et al.* (2006) con dietas en el rango de 95 a  $150 \text{ g kg}^{-1}$  de PB no encontraron efecto sobre el consumo. Valadares *et al.* (1997) trabajaron con dietas de 70, 95, 120 y  $145 \text{ g kg}^{-1}$  de PB, y observaron menor CMS solo con el menor nivel de proteína.

El consumo de silaje (CS) expresado en  $\text{kg MS an}^{-1} \text{ d}^{-1}$  difirió ( $p < 0,05$ ) con el aumento del nivel de suplementación, sin embargo no se detectaron diferencias ( $p > 0,05$ ) cuando se expresó como  $\text{g kg}^{-1} \text{ PV}$ , aunque en todos los casos se verificó un efecto cuadrático en el comportamiento de la variable (tabla 4).

En el tratamiento testigo (P0) el CS fue  $18,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}$ , y se registró un incremento del 31,3% con la inclusión del primer nivel de HA. Pimentel *et al.* (1998) reporta en novillitos alimentados únicamente con SS ( $\text{PB } 68,8 \text{ g kg}^{-1}$ ) un consumo de  $18,0 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}$ , con un aumento del 31,35% en el CS cuando se agrega 20% de harina de soja, y un aumento en la digestibilidad aparente del silaje del 18,5%.

Utilizando las ecuaciones de NRC, (1996) a partir de los análisis de laboratorio, información climática, sistema de alimentación y los datos registrados en los animales cuando se les suministró silaje como único alimento (T0), se estimó el TND del silaje en  $580 \text{ g kg}^{-1}$ , por lo tanto, la relación TND/PB fue de 8,22, valor que concuerda con el promedio 8,40 encontrado en los ensayos en la región subtropical (Pimentel *et al.*, 1998; Chiossone y Balbuena, 2010; Bendersky y Flores, 2011). Moore y Kunkle, (1995) postulan que una relación TND/PB mayor a 7 indica una deficiencia de proteína relativa a la energía, y está negativamente correlacionada con el consumo voluntario del forraje.

En los tratamientos que incluyeron suplemento (P1, P2 y P3) se observó un incremento (efecto cuadrático  $p = 0,06$ ) en el CMS, y una disminución (efecto cuadrático  $p < 0,05$ ) del CS a medida que aumentó el nivel de suplementación con HA.

La tasa de cambio de consumo ( $\text{CR} = (\text{CS}_{\text{Pn}} - \text{CS}_{\text{P0}}) / \text{HA}_n$ ;  $\text{CS}_{\text{Pn}}$ : Consumo de Silaje del n-ésimo tratamiento,  $\text{kg MS an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ;  $\text{CS}_{\text{P0}}$ : Consumo de Silaje del tratamiento P0,  $\text{kg MS an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ;  $\text{HA}_n$ : Harina de algodón de n-ésimo tratamiento,  $\text{kg MS an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ) cuantifica el cambio en el consumo de forraje base por unidad de suplemento consumido (Moore y Kunkle, 1995). Se observó una disminución en el incremento del CS, a medida que se incrementó la suplementación. Esto se reflejó en las CR que fueron 1,82, 0,84 y 0,37 para los niveles de 2,8, 5,6 y  $8,8 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}$  de HA, respectivamente. Esto indica que el primer nivel de suplementación fue el de mayor eficiencia por unidad de suplemento suministrado.

Cuando se tomó como base del CR el CS del tratamiento P1 los valores fueron -0,07 y -0,19% PV, para los tratamientos P2 y P3, respectivamente, lo que indica que hubo un efecto de sustitución del forraje base por el suplemento. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Balbuena *et al.* (2002a) que en ensayos con vaquillas alimentadas a base de heno de Pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*;  $40 \text{ g kg}^{-1}$  de PB,  $67,5 \text{ g kg}^{-1}$  de FDN) suplementadas con expeller de algodón (0; 3,5; 7,0;  $10,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}$ ) observaron la mejor eficiencia del suplemento con el nivel más bajo de suplementación, a una CR de 0,51 y sustitución para los dos niveles superiores de -0,10 y -0,17, con el CMS total en aumento en todos los tratamientos. Chiossone y Balbuena *et al.* (2010) con SS y HA con dietas finales de 133 y  $180 \text{ g kg}^{-1}$  de PB obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el CMS, y también verificaron que el CS expresado como  $\text{g kg}^{-1} \text{ PV}$  tuvo tendencia a disminuir ( $p = 0,16$ ) con el aumento de la suplementación lo que indicaría un efecto de sustitución del suplemento sobre el forraje base.

El nitrógeno ureico en sangre (NUS) se incrementó significativamente ( $p > 0,05$ ) con el aumento de los niveles de suplementación (tabla 3). Esto concuerda con Balbuena *et al.* (2002a) que obtuvieron valores de 4,3, 11,3, 13,7 y  $22,3 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$  en vaquillas alimentadas a base de heno suplementadas con harina de algodón a niveles de 0, 3,5, 7,0 y  $10,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}$ . Hammond (1992) informa que la concentración de NUS se incrementó de 2,6 a  $11,1 \text{ mg}/100\text{ml}$  cuando la dieta pasa de 60 a  $180 \text{ g kg}^{-1}$  de PB.

El nivel de NUS está altamente correlacionado con el amonio ruminal (Hammond, 1992), que proviene de la degradación de la proteína de la dieta y del NNP dietético, y por lo tanto está relacionado con el consumo de nitrógeno (Preston, 1965). El valor de NUS del tratamiento testigo, en consistencia la simulación con NRC (1996), confirma el deficiente aporte de N al rumen cuando se utiliza el silaje de sorgo como único alimento.

Cuando la degradabilidad de las proteínas es mayor que la síntesis de proteína (McDonald *et al.*, 1993) o se presenta un

Nivel de harina de algodón							
Variable	P0	P1	P2	P3	EE	p	Efecto
N-Ureico ( $\text{mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ )	4,6	6,8	8,0	15,1	0,47	0,0001	L,Q,C

Tabla 3. Niveles de nitrógeno ureico en sangre ( $\text{mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ ), obtenidos en cada tratamiento. En la última columna las letras L, Q y C indican la existencia de efecto lineal, cuadrático o cúbico, respectivamente, para un nivel  $p < 0,05$ .

exceso de nitrógeno respecto a la energía disponible en el rumen (Hammond, 1992), la concentración ruminal de amonio y consecuentemente el NUS se incrementan. Por lo tanto, en rumiantes el NUS es indicador de la relación proteína:energía de la dieta (Hammond, 1992) y puede ser usado como parámetro del estado nutricional, y contribuir a hacer un ajuste de las dietas, o identificar problemas en los programas de alimentación (Kohn *et al.*, 2005). Rennó *et al.* (2000) confirmaron que con la disminución de la energía de la dieta ocurren mayores pérdidas de amonio ruminal y se eleva la concentración de NUS con aumento en la excreción de urea a través de la orina. Khon *et al.* (2005) en una revisión de trabajos en distintas especies encontró una media para el ganado bovino de 12 mg 100 ml<sup>-1</sup>, con valores de 4 y 25 como mínimos y máximos, respectivamente.

Comparando a similares niveles de PB en la dieta, el NUS de los animales alimentados con heno (Balbuena *et al.*, 2002a) siempre fue mayor que el hallado para los alimentados con SS en este ensayo. La misma situación relativa se presenta con los valores obtenidos por Slanac *et al.* (2002) en vaquillas pastoreando un diferido de Dicantio suplementadas con distintos niveles de HA. Este hecho puede ser atribuido a que el silaje de sorgo posee un mayor contenido de carbohidratos no estructurales, debido al almidón de los granos, por lo tanto hay un mayor consumo de energía en comparación con el heno, y a partir del incremento en el consumo de energía manteniendo constante el consumo de proteína se produciría un descenso en el NUS (Hammond, 1992), posiblemente por mayor utilización del N por los microorganismos ruminales.

El ADPV fue afectado por el nivel de suplementación ( $p < 0,05$ ) con los tratamientos suplementados ganando peso más rápido que el testigo (tabla 6).

El IC también presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) con el aumento de suplementación. La conversión del alimento en el tratamiento testigo fue muy baja debido principalmente al bajo ADPV (tabla 4).

De León *et al.* (2001) reportaron que novillos británicos de peso inicial medio 155 kg, consumiendo una dieta de 65,2 g kg<sup>-1</sup> PB a base de SS más 8 g kg PV<sup>-1</sup> en grano de sorgo, presentaron una ganancia de 0,206 kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> y una conversión del alimento de 21,8 kg MS kg<sup>-1</sup>. Al agregar harina de girasol en la dieta a razón de 6,2 g kg<sup>-1</sup> PV para alcanzar 109 g kg<sup>-1</sup> de PB, la ganancia diaria y la conversión mejoraron a 1,059 kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> y 6,76 kg MS kg<sup>-1</sup>. Pendlum *et al.* (1978) alimentaron novillitos solamente con silaje de maíz (PB 75,8 g kg<sup>-1</sup>) y obtuvieron ganancias de 190 g.d<sup>-1</sup> e IC de 18,74 kg MS kg<sup>-1</sup> para el testigo. Con la inclusión de harina de soja a 4 g kg<sup>-1</sup> PV la dieta fue de 109 g kg MS<sup>-1</sup> de PB y registraron 0,750 kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> y 6,72 kg MS kg<sup>-1</sup> de ADPV e IC, respectivamente.

Además, en este ensayo existieron diferencias entre los tratamientos con suplemento, ya que los animales que consumieron el 3 g kg<sup>-1</sup> PV presentaron un ADPV inferior a los que consumieron 6 y 9 g kg<sup>-1</sup> PV de HA, que no difirieron entre sí, reflejado en el comportamiento cuadrático ( $p < 0,05$ ) de la variable. Estos resultados concuerdan con lo observado por Chiossone y Balbuena (2010) que alimentaron novillos con silaje a partir de mismo híbrido de sorgo (VDH 422) suplementados con HA al 4,4 y 8,6 g kg<sup>-1</sup> PV, y obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el ADPV de 0,69 y 1,03 kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente. En ese ensayo el IC también presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) siendo de 8,69 y 6,85 kg MS kg<sup>-1</sup> PV, respectivamente.

Por un lado, Byers y Moxon (1980) informaron ganancias de 1,21 kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> con dietas de 165 g kg<sup>-1</sup> PB y valores de NUS de 15,02 mg 100 ml<sup>-1</sup>. Por otro lado, Preston *et al.* (1878) obtuvo ADPV de 1,5 kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> con una dieta de 135 g kg<sup>-1</sup> PB y valores de NUS de 8 a 9 mg 100 ml<sup>-1</sup>. En ambos ensayos fueron utilizados como alimentos silaje de maíz y harina de soja como suplemento proteico más hojuelas de grano de maíz. En el presente ensayo el tratamiento P3 registró una ganancia de 0,82 kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> con una dieta de 150,2 g kg<sup>-1</sup> PB y se observó un valor de NUS de 15,18 mg 100 ml<sup>-1</sup>.

Cálculos realizados en el simulador del NRC (1996) confirman que en el tratamiento P3 el nutriente limitante fue la energía. En este tratamiento el consumo de PB (tabla 4) fue 50,7% superior al estimado por NRC, (1984) para el ADPV registrado. El exceso de proteína no se desperdicia totalmente ya que puede ser utilizada como fuente energía (Owens y Zinn, 1988) a partir de las cadenas carbonadas de los aminoácidos, pero con el consecuente costo de detoxificación del amoniaco liberado le cuesta al animal entre 12,0 y 13,3 kcal ED g N<sup>-1</sup> (Van Soest, 1994; Broderick y Clayton, 1997), disminuyendo la eficiencia de conversión del alimento. Lo expuesto permite concluir que no sería recomendable llegar a niveles de suplementación proteica tan elevados (HA 9 g kg<sup>-1</sup> PV) con SS solamente. En caso contrario, sería adecuada la inclusión de un concentrado energético para hacer un uso más eficiente de la proteína.

## CONCLUSIONES

La suplementación con harina de algodón hasta el nivel de 6 g kg<sup>-1</sup> PV mejoró el consumo de silaje y de materia seca total, mejorando también la ganancia de peso de los animales y el índice de conversión del alimento, merced a una mejora en el balance de la relación entre energía y proteína de la dieta.

Un nivel superior sobre 6 g kg<sup>-1</sup> PV no mejora el comportamiento de las variables analizadas e incrementa la sustitución del silaje por el suplemento, y la utilización ineficiente del nitrógeno de la dieta.

Variable	Nivel de harina de algodón					EE	p	Efecto
	P0	P1	P2	P3				
Peso inicial (kg)	178	190	190	191	6,3	0,2913		
Peso final (kg)	184	238	257	259	9,5	0,0042	L,Q	
ADPV (kg an <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	0,07	0,57	0,79	0,82	0,077	0,0020	L,Q	
IC (kg kg <sup>-1</sup> )	48,7	10,0	8,4	8,7	6,15	0,0066	L,Q	

Tabla 4. Promedios de peso inicial, peso final, aumento diario de peso vivo (ADPV) e índice de conversión (IC) obtenidos en cada tratamiento.

En la última columna las letras L, Q y C indican la existencia de efecto lineal, cuadrático o cúbico, respectivamente, para un nivel  $p < 0,05$ .

En animales en crecimiento no es recomendable la utilización del silaje de sorgo como único alimento.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis, 16th ed., 4th Revision. Association of Official Analytical Chemists, Nueva York.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th Ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D. C., EUA. 500 p.
- BALBUENA, O.; KUCSEVA, C.D.; ARAKAKI, C.L.; STAHRINGER, R.C.; VELAZCO, G.A. 2000. Fuentes de proteína en la suplementación invernal de la recría de bovinos en pasturas subtropicales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20 (Supl.1), 62-63.
- BALBUENA, O.; KUCSEVA, C.D.; ROCHINOTTI, D.; SLANAC, A.L.; SOMMA DE FERÉ, G.R.; SCHREINER, J.J.; NAVAMUEL, J.M.; KOZA, G.A. 2002a. Niveles de suplementación proteica invernal para recría de bovinos para carne en pasturas tropicales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22 (supl. 1), 16-18.
- BALBUENA, O.; ROCHINOTTI, D.; ARAKAKI, C.L.; KUCSEVA, C.D.; SOMMA DE FERÉ, G.R.; SLANAC, A.L.; KOZA, G.A.; SCHREINER, J.J.; NAVAMUEL, J.M. 2003. Suplementación proteica y consumo, cinética de la digesta y digestibilidad de heno de Pasto Estrella. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23 (Supl. 1):18-19.
- BENDERSKY, D.; FLORES, A.J. 2011. Reservas forrajeras en el NEA. Uso en sistemas ganaderos. *Producir* XXI 19 (239), 24-32.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. 1997. Statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.* 80:2964-2971.
- BYERS, F.M.; MOXON, A.L. 1980. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 50:1136-1144.
- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; CAMPOS VALADARES, S.; RIBEIRO, K.G.; CHIZZOTTI, F.H.M.; PEREIRA, D.H. 2005. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo e digestibilidades total e parcial dos nutrientes. *Rev. Bras. Zootec.* 34 (6 supl), 2200-2208.
- CHIOSSONE, J.L.; BALBUENA, O. 2010. Efecto de dos niveles de suplementación proteica sobre la ganancia de peso y el consumo en novillitos alimentados con silaje de sorgo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 30 (supl 1), 508-509.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. Symposium: Nitrogen Metabolism and Amino Acid Nutrition in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 75:2304-2323.
- DE LEÓN, M.; USTARROZ, E.; SIMONDI, J.M.; CABANILLAS, A.; PEUSER, R.; LUNA PINTO, G.; BULASCHEVICH, M.; CASTILLO, A. 2001. Balance proteico de dietas basadas en silaje de sorgo. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 9 (supl 1), 179.
- DE LEÓN, M.; SIMONDI, J.M. 2002. Suplementación proteica y alimentación con silajes. *Idia* XXI. 2(2), 52-58.
- GALLARDO, M. 2008. Aspectos relacionados al manejo nutricional. En: BRAGACHINI, M. (ed.) Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. INTA, EEA Manfredi. Manual Técnico N.º 6. 287-320.
- HAMMOND, A.C. 1992. Use of BUN and MUN as a guide for protein supplementation un cattle. En: 3rd Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. University of Florida, Gainesville, Florida. 9-18 pp.
- JAURENA, G.; WAWRZKIEWICZ, M. 2009. Programa para el mejoramiento de la evaluación de forrajes y alimentos. CISNA. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 39 p. (Disponible: [https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/cisna/promefa\\_procedimientos\\_2009.pdf](https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/cisna/promefa_procedimientos_2009.pdf) verificado: 15 de octubre de 2019).
- KOHN, R.A.; DINNEEN, M.M.; RUSSEK-COHEN, E. 2005. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. *J. Anim. Sci.* 83:879-889.
- KUCSEVA, C.D.; BALBUENA, O.; ROCHINOTTI, D.; ARAKAKI, C.L.; SOMMA DE FERÉ, G.R.; SLANAC, A.L.; KOZA, G.A.; SCHREINER, J.J.; NAVAMUEL, J.M. 2002. Suplementación proteica y consumo, cinética de la digesta y digestibilidad de heno de pasto estrella en novillos canulados. 2002. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22(supl 1), 22-23.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. 1993. *Nutrición Animal*. 4.º Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 571 p.
- MOORE, J.E.; KUNKLE, W.E. 1995. Improving forage supplementation programs for beef cattle. 6th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. University of Florida, Gainesville, Florida. 65-75 pp.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1984. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington D. C.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington D. C. 249 p.
- OBEID, J.A.; PEREIRA, O.; PEREIRA, D.H.; VALADARES FILHO, S.C.; CARVALHO DE CARVALHO, I.; MARTINS, J.M. 2006. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade e desempenho produtivo. *R. Bras. Zootec.* 35(6), 2434-2442.
- OWENS, F.N.; ZINN, R. 1988. Metabolismo de la proteína en los rumiantes. En: CHURCH, D.C. *El Rumiante, fisiología digestiva y nutrición*. Ediciones Acribia. Zaragoza. 255-282 pp.
- PENDLUM, L.C.; BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W. 1978. Continuous and non-continuous protein levels for growing calves fed corn silage. *J. Anim. Sci.* 1978. 46:535-540.
- PIMENTEL, J.; DE OLIVEIRA, J.; COELHO DA SILVA, J.F.; CAMPOS VALADARES FILHO, S.; CECON, P.R.; DOS SANTOS, P.S. 1998. Efeito da suplementação proteica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. *Rev. Bras. Zootec.* 27:1042-1049.
- PIZZIO, R.; BENDERSKY, D. 2018. Base forrajera y potencial de mejora en el NEA. En: SAMPEDRO, D. (Eds). *Cría vacuna en el NEA*. INTA Ediciones. 16-29 pp.
- PLAN GANADERO CHACO 2020-2030. 2020. Ministerio de la Producción, Industria y Empleo de la Provincia del Chaco. 50 p.
- PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, A.H. 1965. Protein utilization in ruminants. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. *J. Nutr.* 68:281-288.
- PRESTON, R.L.; BYERS, F.; STEVENS, K.R. 1978. Varying protein levels estrogenic activity and growth stimulation in steers fed. *J. Anim. Sci.* 46:541-546.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.; LEÃO, M.I.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R.; GONÇALVES, L.C.; DIAS, H.L.C.; LINHARES, R.S. 2000. Concentração Plasmática de Uréia e Excreções de Uréia e Creatinina em Novilhos *Rev. Bras. Zootec.* 29(4):1235-1243.
- SAMPEDRO, D.; FLORES, A.J. 2018. Manejo de las vaquillas de reposición. En: SAMPEDRO, D. (Eds). *Cría vacuna en el NEA*. INTA Ediciones. 112-133 pp.
- SANTINI, F.J.; PAVAN, E.; GARCIA, S.C.; VAN OLPHEN, V.I. 1997. Alimentación a corral de terneros con silaje de maíz y tres niveles de proteína: Comportamiento productivo y ambiente ruminal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17(supl 1):33-34.
- SLANAC, A.L.; BALBUENA, O.; NAVAMUEL, J.M.; SCHREINER, J.J.; KOZA, G.A.; KUCSEVA, C.D.; CARDOZO, S.M. 2002. Efecto de la suplementación proteica invernal sobre indicadores bioquímicos del estado nutricional y algunas enzimas plasmáticas de vaquillas cruzas cebú. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. FCV. UNNE. Corrientes, Argentina.
- VALADARES, R.F.D.; GONCALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C. 1997. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais. *Rev. Bras. Zootec.* 26(6):1252-1258.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2 ed. Cornell University Press. Ithaca. 476 p.