

METABOLISMO NITROGENADO EN CORDEROS ALIMENTADOS CON RACIÓN TOTALMENTE MEZCLADA (AMILÁCEA O FIBROSA) Y SUPLEMENTADOS CON ALFALFA FRESCA

Fernandez-Turren¹, G., Repetto¹, J.L., Arroyo¹, J.M., Pérez-Ruchel¹, A., Kozloski², G.V. y Cajarville¹, C.

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay; ² Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa María, Brasil; gonzalofernandezt@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Como estrategia para maximizar la utilización de pasturas en el engorde de corderos, ya sea a través del aumento en los niveles de consumo o de la digestión de las mismas, una opción podría ser alternar en forma diaria períodos de pastoreo con períodos de acceso a una ración totalmente mezclada (RTM), permitiendo sumar los aspectos positivos de los sistemas pastoriles y de confinamiento (Pérez-Ruchel *et al.*, 2017). Los subproductos provenientes de la industria del procesamiento de alimentos, juegan un rol importante como sustituto de granos de cereales y semillas oleaginosas en la alimentación de rumiantes (Ertl *et al.*, 2015). Las principales ventajas de incluir estos subproductos en las dietas de rumiantes están asociadas a su gran disponibilidad y una menor competencia con respecto a los granos de cereales que son de interés para alimentación humana, además de presentar bajos niveles de almidón, siendo ricos en grasa o fibras. En la literatura ha sido reportado el impacto de la sustitución de granos de cereales por subproductos en la alimentación de rumiantes (Mowrey *et al.*, 1999) pero no hemos encontrado trabajos que evalúen la inclusión de subproductos fibrosos en la RTM como fuente de energía alternativa a los granos de cereales para el engorde intensivo de corderos. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el metabolismo nitrogenado de corderos alimentados con dietas mixtas, sustituyendo granos de cereales por subproductos fibrosos en la RTM, frente a una dieta exclusivamente pastoril.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 18 corderos Corriedale x Ile de France (edad: 4 meses \pm 15 días), con peso vivo medio de 32,2 \pm 1,82 kg, alojados individualmente en jaulas metabólicas. Los corderos fueron asignados según un diseño completamente al azar a uno de 3 tratamientos (dietas): T1= corderos alimentados con alfalfa fresca a voluntad durante todo el día; T2= corderos alimentados mediante una dieta mixta compuesta por una RTM, empleando granos de cereales como fuente energética (RTM_A) y alfalfa; T3= corderos alimentados mediante una dieta mixta compuesta por una RTM, empleando subproductos fibrosos (RTM_F) y alfalfa. En la Tabla 1 se presenta la composición química de la alfalfa fresca, RTM_A y RTM_F.

Tabla 1. Composición química de las diferentes raciones ofrecidas a los corderos (g/kg MS) alimentados con alfalfa fresca (T1), alfalfa fresca y RTM amilácea (T2) o alfalfa fresca y RTM fibrosa (T3).

	Alfalfa	RTM_A	RTM_F
MS (g/kg base fresca) ¹	214	892	898
MO	911	920	920
FND	366	284	437
FAD	223	178	205
PB	226	156	161
CNE	296	445	279
Almidón	70,0	326	130
NIDN (g/kg N)	356	251	391
NIDA (g/kg N)	212	123	185
EE	22,8	34,8	42,6

¹ MS: materia seca; MO: materia orgánica; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; PB: proteína bruta; CNE: carbohidratos no estructurales; NIDN: Nitrógeno insoluble en detergente neutro; NIDA: N insoluble en detergente ácido; EE: Extracto etéreo.

La RTM_A contenía (%MS) grano de maíz (27,2%), grano de trigo (20,2%), harina de soja (15,2%), cascarilla de soja (21,8), y heno de raygrass (9,70%), la RTM_F por su parte se elaboró con lex de maíz (65,0%, subproducto de la extracción del aceite de maíz), cascarilla de soja (19,4%) y heno de raygrass (9,70%). Ambas RTM contenían un núcleo vitamínico-mineral (5,90%).

La duración del periodo experimental fue de 39 días (21 días de adaptación y 18 días de recogida de muestras). Las RTM fueron preparadas diariamente, distribuidas en 2 comidas diarias y ofrecidas al 75% del consumo teórico (NRC, 2007). La alfalfa fue cortada diariamente y ofrecida por 8 h.

El consumo diario de RTM y forraje fresco fue medido pesando las cantidades ofrecidas y rechazadas. La digestibilidad aparente fue medida mediante la recogida y pesado de la excreción fecal diaria e individual. Se preparó una muestra compuesta ("pool") por cada animal. La excreción total de orina fue colectada en recipientes conteniendo 100 ml de ácido sulfúrico 1,8 M. Para ello se recogieron muestras diarias durante 5 días, conservando una sub-muestra de 100 ml de cada cordero y se almacenaron congeladas a -20 °C hasta su análisis. A partir de las muestras de orina de cada cordero se confeccionaron muestras compuestas ("pool") de acuerdo al volumen producido diariamente.

Las muestras (oferta y rechazo) fueron analizadas para materia seca (MS), materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE), proteína bruta (PB) de acuerdo a AOAC (2000). La fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) según Van Soest *et al.* (1991) y el contenido de almidón fue analizado según McCleary *et al.* (1994).

En las muestras del pool de orina se analizó el contenido de N y derivados púricos (DP) según Balcells *et al.* (1992). Se calculó el N retenido (g) por animal y por día como: N ingerido (g/d) – (N eliminado en heces (g/d) + N eliminado por orina (g/d)). La síntesis de N microbiano ruminal (SNM) fue estimada a partir de los DP totales eliminados en la orina de acuerdo a la ecuación propuesta por Puchala y Kulasek (1992): $Y = \exp(0,747 + 1,817 X)$, donde: Y es el flujo duodenal de N microbiano (g/d) y X es la excreción urinaria de N de DP totales (NDP, g/d). La eficiencia de SNM ruminal fue expresada como g/ MO aparentemente digestible ingerida (MODI, kg), obtenida a partir de los valores de digestibilidad. El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento mixto de SAS (versión 9.0; SAS Institute, Cary, NC, USA). Para las variables analizadas se utilizó el modelo: $Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ijk}$, donde Y_{ijk} fue la variable dependiente, μ fue la media general, T_i el efecto fijo del tratamiento ($i = T_1, T_2, o T_3$) en k repeticiones de animal ($n = 6$ corderos), y e_{ijk} el error residual. Las comparaciones entre medias se realizaron mediante contrastes ortogonales para estudiar los efectos de una dieta 100% forrajera frente a las dietas mixtas (C1 = T1 vs dietas mixtas) y las fuentes de energía de la RTM entre ellas (C2 = T2 vs T3). Se declararon diferencias significativas para $P \leq 0,05$ y los valores de P entre 0,05 y 0,10 fueron considerados como tendencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 refleja los datos del balance de nitrógeno y síntesis de proteína microbiana de los corderos. La excreción urinaria (ml/d) y N urinario fueron mayores en los corderos alimentados únicamente con forraje fresco (T1) mientras que presentaron menor consumo de N y menor excreción fecal de N comparado con los corderos alimentados con dietas mixtas (T2 y T3) ($P < 0,01$). La sustitución de granos de cereales por subproductos fibrosos en la RTM provocó mayor excreción de N fecal, menor N urinario y una menor retención de N ($P < 0,05$). La síntesis de proteína microbiana no fue afectada por el tipo de dieta. Las principales diferencias en la composición química de los alimentos ofrecidos se debieron al bajo nivel de MS y elevado nivel de PB de la alfalfa fresca en comparación a las RTM. La RTM_F presentó un 53,9% más de FND y un 60,1% menos de almidón en comparación a la RTM_A. La diferencia en la composición de las raciones ofrecidas afectó la excreción urinaria, siendo mayor en los corderos alimentados únicamente con alfalfa fresca ($P < 0,001$), mientras que el N ingerido fue mayor en los corderos alimentados con dietas mixtas ($P < 0,05$). En promedio, el N ingerido por los corderos estuvo en el rango de valores esperado según NRC (2007). La fuente de carbohidratos afecta a la eficiencia de síntesis microbiana (Hespell, 1988), lo cual no se evidenció en el presente trabajo, pudiendo deberse al elevado nivel de consumo de forraje fresco en los tres tratamientos, ya que la relación RTM/forraje fue 54/46 para T2 y 53/47 para T3.

En conclusión, la oferta de forraje fresco y RTM formulada únicamente con subproductos fibrosos permitió aumentar el consumo de N comparado con los corderos alimentados únicamente con forraje fresco y alcanzar consumos similares a una dieta mixta formulada con granos de cereales.

Tabla 2. Excreción urinaria total, balance de nitrógeno y síntesis de proteína microbiana en corderos alimentados con alfalfa fresca (T1), alfalfa fresca y RTM amilácea (T2) o alfalfa fresca y RTM fibrosa (T3).

	Tratamiento			EEM ^d	P valor ^e	
	T1	T2	T3		T1 vs. Mix	T2 vs. T3
Excreción urinaria						
Total, ml/día	3204	1451	1410	170	0,001	0,833
Balance de N, g/d						
N ingerido	31,7	35,6	35,1	1,52	0,043	0,787
N fecal	8,94	9,26	17,2	0,643	0,001	0,001
N urinario	2,83	2,60	2,13	0,153	0,013	0,040
N retenido	19,9	23,8	15,8	1,62	0,922	0,002
Síntesis de proteína microbiana						
NDP, g/d ^a	0,200	0,269	0,265	0,056	0,330	0,951
SNM, g/d ^b	3,06	3,47	3,50	0,375	0,344	0,941
SNM, g/kg DOMI ^c	5,91	4,03	5,07	0,674	0,108	0,192

^a excreción de N de derivados puricos totales; ^b síntesis de N microbiano; ^c eficiencia de síntesis de N microbiano expresada en relación a la MO aparentemente digestible ingerida ^d error estándar de las medias (n=6 / tratamiento), ^e nivel de significancia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 2000.
- Balcells, J., Guada, J.A. & Peiró, J.M. 1992. J. Chromatogr. 575: 153-157.
- Ertl, P., Knaus, W., Metzler-Zebeli, B.U., Klevenhusen, F., Khiaosa-Ard, R. & Zebeli, Q. 2015. J. Dairy Sci. 98: 4762-4771.
- Hespell, R.B. 1988. Microbiol Sci. 5:362-365.
- McCleary, B.V., Solah, V. & Gibson, T.S. 1994. J Cereal Sci. 20: 51-58.
- Mowrey, A., Ellersierck, M.R. & Spain, J.N. 1999 J. Dairy Sci. 82:2709-2715.
- Pérez-Ruchel, A., Repetto, J.L. & Cajarville, C. 2017. Animal 11: 2175-2183.
- Puchala, R. & Kulasek, G.W. 1992. Can. J. Anim. Sci. 72:821-830.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. 1991. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

Agradecimientos: Trabajo financiado por ANII proyecto Innovagro FSA_1_2013_1_12561 y beca de doctorado POS_NAC_2016_1_130922.

NITROGEN METABOLISM IN LAMBS FED A TOTAL MIXED RATION (AMYLACEOUS OR FIBROUS) SUPPLEMENTED WITH FRESH ALFALFA

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate different energy sources (amylaceous or fibrous) included in the total mixed ration (TMR) on the nitrogen metabolism in lambs fed with mixed diets (pasture + TMR). Eighteen lambs Corriedale×Ile de France (32.2±1.82 kg) fitted with permanent rumen catheters, were individually housed in metabolism cages and randomly assigned to three treatments: alfalfa pasture *ad libitum* "T1", TMR using amylaceous "T2" or fibrous "T3" energy source offered at 75% of the potential intake in two equal meals/day, supplemented with fresh alfalfa cut. Samples of feed (offered and refused), feces and urine from each lamb were collected daily for determination of chemical analysis. Results were analyzed by using the MIXED procedure of SAS. The model contained the fixed effects of treatment on n=6 replicates of animals. The N urinary was higher and intake was lower in lambs fed fresh forage (T1) compared with lambs fed mixed diets (T2 and T3) (P <0.01). The inclusion of fibrous by-products in the TMR resulted in greater excretion of N fecal, lower N urinary and a lower N retention (P <0.05). The synthesis of microbial protein was not affected by diet.

Keywords: lambs, nitrogen metabolism, alfalfa, total mixed ration