

27. Agroalimentos

Tránsito digestivo en corderos alimentados con forraje fresco y ración totalmente mezclada

Fernandez-Turren, Gonzalo; Orientador: Cajarville, Cecilia; Colaboradores: Arroyo, José María; Kozloski, Gilberto; Pérez-Ruchel, Analía; Repetto, José Luis;

gonzalofernandezt@gmail.com

Facultad de Veterinaria

Universidad de la República

Resumen

La cinética de pasaje de partículas en rumiantes es uno de los determinantes del crecimiento microbiano, grado de digestión de la dieta y nivel de consumo. El objetivo de este trabajo fue estudiar si la inclusión de raciones totalmente mezcladas (RTM), formuladas con diferentes fuentes energéticas, afecta el tránsito digestivo de corderos alimentados con forraje fresco. Se utilizaron 18 corderos ($32,2 \pm 1,82$ kg PV) alojados en jaulas metabólicas individuales en un diseño completamente al azar y distribuidos en 3 tratamientos: forraje fresco a voluntad (ALF); RTM amilácea + forraje fresco 8h/d (Mix_A); RTM fibrosa + forraje fresco 8h/d (Mix_F). Las RTM fueron formuladas isoproteicas e isoenergéticas, para ganancias de 300 g/d, ofreciéndose a un nivel del 75% del consumo potencial, distribuidas en 2 comidas/día. El forraje (alfalfa) fue cortado cada día y ofrecido fresco a voluntad. Luego de un período de adaptación de 21 días, se administró una dosis única de fibra cromo mordente a cada cordero. Se colectaron muestras de heces a diferentes horarios hasta las 120 h post-administración y se analizó la concentración de Cr en las mismas. La excreción de Cr de cada cordero fue modelizada mediante regresión no lineal comparándose los parámetros entre tratamientos mediante análisis de varianza. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguno de los parámetros estudiados: tasa de salida de partículas del rumen ($P=0,602$), tasa de salida del ciego-colon ($P=0,654$) y tiempo medio de retención total ($P=0,201$). Por lo tanto, podemos concluir que ni la inclusión de RTM ni la fuente energética de la RTM afectaron el tránsito digestivo de corderos.

Palabras clave: ovinos, alfalfa, dieta parcialmente mezclada, cinética de pasaje.

Introducción

Es sabido que la utilización de pasturas en sistemas intensivos de producción beneficia al medio ambiente, promueve la salud y el bienestar animal y la salud humana ya que permite lograr un producto con niveles más favorables de minerales, ácidos grasos y vitaminas (Sepúlveda et al., 2011). Sin embargo, dependiendo de la calidad del forraje, el consumo voluntario por parte de los animales puede verse limitado.

Es sabido que, si bien es necesaria la retención de los alimentos en el rumen, en particular de los forrajes, para que no se limite el consumo voluntario de los animales la digesta debe desaparecer del rumen ya sea por fermentación o pasaje (Krizsan et al., 2010). La actividad fermentativa ruminal se relaciona directamente con la cinética de pasaje de la digesta por el tracto digestivo, y representa uno de los factores más importantes que afectan el grado de digestión, principalmente de forrajes y, por tanto, la cantidad y el perfil de nutrientes que llegan al duodeno (Ellis, 1978). Los factores que influyen en la cinética de pasaje pueden describirse como extrínsecos (características del animal) o intrínsecos (propiedades del alimento). Los factores extrínsecos son independientes de los factores intrínsecos y pueden influir en la digestibilidad

potencial del alimento. El tamaño de partícula y el peso específico funcional del material, al igual que la etapa de madurez, proporción de hoja/tallo, variedad y especie forrajera son determinantes de las propiedades intrínsecas pudiendo influenciar la cinética de pasaje (Krizsan et al., 2010). La degradación del alimento será el resultado de las tasas de pasaje y de degradación que actúan simultáneamente (Ellis, 1978).

En general, las praderas templadas implantadas presentan un elevado contenido de materias nitrogenadas, de rápida degradación ruminal. La fibra de estas pasturas presenta una elevada degradabilidad ruminal, generando elevadas concentraciones de ácidos grasos volátiles, lo que conlleva una elevada digestibilidad de la materia seca (MS) (Aguerre et al., 2009; Tebot et al., 2012; Pérez-Ruchel et al., 2013). En particular, la alfalfa además de su excelente calidad, tiene el potencial para producir carcasas de corderos de primera calidad, y relativamente a menor costo (Ponnampalam et al., 2017).

Para este tipo de pasturas, de alta calidad, las principales limitaciones que podrían presentarse están asociadas a las condiciones climáticas, disponibilidad a lo largo del año y manejo del pastoreo. El uso de ración totalmente mezclada (RTM)

permite superar estas limitantes y generar elevadas ganancias de peso mediante un mejor balance de nutrientes a nivel ruminal. En la formulación de este tipo de dietas se puede variar la fuente de energía, proteína o de fibra hasta cubrir con la totalidad de los requerimientos del animal. La fuente de energía más comúnmente utilizada son los granos de cereales (almidonosos), sin embargo, los subproductos del procesamiento de granos pueden ser utilizados como fuentes de energía alternativa (Ipharraguerre y Clark, 2003). Al momento 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. En general, la fuente fibrosa de las RTM no es forraje fresco sino alguna reserva de forraje, por lo que la composición de la carne de los animales que la consumen no es tan beneficiosa desde el punto de vista de la salud humana.

Como estrategia para maximizar la utilización de pasturas por los ovinos ya sea a través del aumento en los niveles de consumo o de la digestión de las mismas desde hace algunos años en nuestro país se ha estudiado el uso de dietas mixtas, alternando en forma diaria períodos de pastoreo con períodos de acceso a una

RTM. Este tipo de dieta, permitiría sumar los aspectos positivos de los sistemas pastoriles y de confinamiento. Pérez-Ruchel et al. (2017) suplementando con alfalfa fresca a corderos alimentados con niveles decrecientes de una RTM observaron que, no solo no se afectaron negativamente el consumo de nutrientes, digestión y ambiente ruminal, sino que, además, aumentó el consumo de nutrientes con el agregado de alfalfa. Este efecto positivo en el consumo se asoció a un mayor consumo de forraje, pero no lograron detectar cambios en la cinética de pasaje a nivel digestivo.

La hipótesis de este trabajo fue que la inclusión de RTM, formulada con diferentes fuentes energéticas (amilácea o fibrosa) a la dieta de corderos alimentados con forraje fresco aumentaría la tasa de pasaje de las partículas por el tracto digestivo, más aún si la RTM está compuesta por una fuente energética amilácea.

Objetivos

El objetivo de este trabajo fue estudiar si la inclusión de RTM, formulada con diferentes fuentes energéticas, en corderos alimentados con forraje fresco afecta al tránsito digestivo en corderos.

Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del campo experimental N°2 de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República, Departamento de San José - Uruguay (latitud S 34 40.652. longitud O 56 32.349). Todos los procedimientos que involucraron animales fueron aprobados por el comité de ética de la Facultad de Veterinaria (Facultad de Veterinaria-UdelaR, Uruguay).

sativa), fue cosechado en estado vegetativo teniendo una composición botánica de: 840 g/kg de alfalfa, 105 g/kg de *Trifolium repens* y 55 g/kg de *Lolium multiflorum*. La calidad del forraje fue similar a lo largo de todo el periodo experimental.

Animales, dietas y diseño experimental

Se utilizaron 18 corderos cruza Corriedale x Ile de France (edad: 4 meses), con un peso vivo promedio 32 ± 2 kg, provistos de fístulas a nivel ruminal y alojados en jaulas metabólicas. Los corderos fueron asignados, según un diseño completamente al azar, a uno de 3 tratamientos: "ALF" alfalfa fresca a voluntad durante todo el día, ración totalmente mezclada usando fuentes de energía amilácea "Mix_A" o fibrosa "Mix_F" ofrecida al 75% del consumo potencial en 2 comidas diarias (08:00 y 18:00 h) complementada con alfalfa fresca cortada y ofrecida diariamente por 8 h (10:00-18:00 h).

La composición química de los alimentos ofrecidos se muestra en la Tabla 1. El forraje, principalmente alfalfa (*Medicago*

Tabla 1. Composición química de los alimentos ofrecidos (g/kg MS).

	Alfalfa	RTM_A	RTM_F
MS	214	892	898
MO	911	920	920
PB	226	156	161
FND	366	284	437
FAD	223	178	205
Almidón	70	326	130

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente. RTM_A: ración totalmente mezclada con fuentes de energía amilácea; RTM_F: ración totalmente mezclada con fuentes de energía fibrosa.

Las RTM fueron preparadas semanalmente y formuladas para cubrir los requerimientos de corderos en crecimiento con una ganancia diaria de 300 g de acuerdo al NRC (2007). Los ingredientes de las RTM (RTM_A y RTM_F) se muestran en la Tabla 2.

Los animales tuvieron libre acceso al agua de bebida en bebederos.

Tabla 2. Componentes de las raciones totalmente mezcladas amilácea "RTM_A" y fibrosa "RTM_F" (g/kg MS).

Ingredientes	RTM_A	RTM_F
Heno de raygrass	97,0	97,0
Maíz molido	272	-
Trigo	202	-
Harina de soja	152	-
Cascarilla de soja	218	194
Lex de maíz	-	650
Premix vit-mineral	59,0	59,0

Mediciones y muestreos

El periodo experimental fue de 39 días (21 días de adaptación y 18 días de mediciones). Se colectaron diariamente muestras de los alimentos ofrecidos y rechazados, que fueron secadas en una estufa de aire forzado a 60 °C y molidas a un tamaño de malla de 1 mm y almacenados hasta su posterior análisis.

La estimación de la tasa de pasaje de la fracción particulada de la digesta a través del tracto gastro-intestinal fue realizada utilizando Fibra Cromo Mordente (FCM) como marcador de acuerdo a la

metodología propuesta por Udén et al. (1980). La FCM fue administrada en forma oral a cada cordero, en una sola dosis de 20 g. Se colectaron muestras de heces directamente del recto a las horas 0, 12, 24, 30, 34, 38, 42, 48, 60, 72, 96 y 120 a partir de la administración de FCM, las mismas fueron secadas en estufa de aire forzado a 55 °C (48 h) molidas a 1 mm de malla y almacenadas para su posterior análisis.

Análisis químicos y cálculos

Las muestras de alimentos (ofrecidos y rechazados) y las muestras compuestas de heces fueron analizadas para MS, materia orgánica (MO), Nitrógeno (N), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD). Los contenidos de MS, MO y N fueron analizados de acuerdo a AOAC (1990) (métodos ID 934.01, ID 942.05 e ID 955.04, respectivamente). Las concentraciones de FND y FAD fueron analizadas de acuerdo a Robertson y Van Soest (1981), utilizando un analizador de fibra (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA) y expresadas sin incluir las cenizas residuales. Todas las determinaciones de FND fueron realizadas utilizando sulfito de sodio y alfa amilasa.

Las concentraciones de cromo en heces fueron analizadas por espectrofotometría de acuerdo a Czarnocki et al. (1961) (ICE 3000 AA Spectrometers Thermo®). Los

parámetros de la cinética de pasaje fueron estimados mediante el análisis individual de las cinéticas de excreción fecal de cromo de acuerdo al modelo propuesto por Dhanoa et al. (1985):

$$Y = Ae^{-k_1(t-TT)}e^{-Be^{k_2(t-TT)}}$$

donde: Y es la concentración del marcador al tiempo t (h); A es un parámetro de escala dependiente de k_1 ; k_1 es la tasa de salida del rumen (h^{-1}); k_2 es la tasa de salida del ciego-colon (h^{-1}); B es el número de compartimentos (dos en este caso, rumen y ciego-colon); TT es el tiempo de tránsito de la digesta a través del sector posterior al rumen (h). El tiempo medio total de retención (TMTR; h) fue calculado como: $(1/k_1) + (1/k_2) + TT$.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante el procedimiento mixto de SAS (versión 8.2; SAS Institute, Cary, NC, USA). Se utilizó el modelo: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, donde Y_{ij} fue la variable dependiente, μ fue la media general, T_i el efecto fijo del tratamiento ($i = 3$) en j réplicas de animal ($n = 6$ corderos), y e_{ij} el error residual.

Las diferencias se declararon como significativas para $P \leq 0,05$ y como

tendencias para de $0,05 \leq P \leq 0,10$.

Resultados y Discusión

Los resultados son presentados en la Tabla 3. Los valores obtenidos están de acuerdo a lo esperado para este tipo de dietas. El forraje estuvo retenido 37,7 h y en el caso de las dietas mixtas Mix_A y Mix_F, 30,5 h y 29,3 h, respectivamente. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguno de los parámetros estudiados: tasa de salida de partículas del rumen ($P=0,602$), tasa de salida del ciego-colon ($P=0,654$) o tiempo medio de retención total ($P=0,201$).

Tabla 3. Cinética de pasaje en corderos alimentados únicamente con alfalfa fresca (ALF), RTM amilácea y alfalfa fresca (Mix_A) o TMR fibrosa y alfalfa fresca (Mix_F).

Parámetros	ALF	Mix_A	Mix_F	EE M ¹	P ²
k1(h ⁻¹)	0,0 44	0,05 3	0,04 9	0,00 6	0,6 02
k2(h ⁻¹)	0,1 82	0,12 6	0,20 6	0,05 0	0,5 64
TT(h)	22, 5	15,6	19,7	1,99	0,0 97
TMRT(h)	37, 7	30,5	29,3	3,38	0,2 01

¹Error estándar de las medias; ²Nivel de significancia. k1: tasa de salida de partículas del rumen; k2: tasa de salida del ciego-colon; TT: tiempo de tránsito de la digesta a través del sector posterior al rumen; TMRT: tiempo medio de retención total.

Contrario a lo esperado, no se observaron diferencias en la cinética de pasaje, independientemente de la fuente de energía de la RTM. En el mismo experimento se registró un mayor consumo de MS en los animales alimentados con las dietas mixtas, lo cual se relacionó con el comportamiento ingestivo de los animales. Los corderos alimentados con dietas mixtas destinaron menos tiempo a la ingestión (minutos totales), más tiempo a descansar y

presentaron una mayor tasa de ingestión del alimento, respecto a los animales alimentados únicamente con alfalfa fresca (Fernandez-Turren et al., 2018). Si bien un mayor consumo de MS causaría un incremento en la tasa de pasaje a nivel ruminal (Okine y Mathison, 1991), esto no se pudo observar en el presente trabajo. Estos resultados obtenidos coinciden con los reportados por Pérez-Ruchel et al. (2017), quienes tampoco detectaron diferencias en la cinética de pasaje cuando los corderos fueron alimentados con niveles crecientes de RTM. Posiblemente, la distribución de la RTM en dos comidas diarias habría generado condiciones más regulares con respecto a la administración del concentrado en una única comida.

Conclusión

El uso de dietas mixtas (RTM + forraje fresco) y el tipo de fuente energética de la RTM no afectaron el tránsito digestivo de los corderos.

Bibliografía

Aguerre, M., Cajarville, C., Machado, V., Persak, G., Bambrillasca, S., y Repetto, J.L. (2009). Dry matter intake and digestibility of wethers and heifers fed temperate pastures supplemented or not with sorghum grain. *South African Journal*

of Animal Science, 39(1), 251-255.

Association of Official Analytical Chemists (1990). Official methods of analysis, 15th edition. AOAC, Arlington, VA, USA.

Czarnocki, J., Sibbald, I.R., y Evans, E.V. (1961). The determination of chromic oxide in samples of feed and excreta by acid digestion and spectrophotometry. *Canadian Journal of Animal Science*, 4, 167–179.

Dhanao, M.C., Siddons, R.C., France, J., y Gale, J. (1985). A multicompartamental model to describe marker excretion patterns in ruminant faeces. *British Journal of Nutrition*, 53, 663-671.

Ellis, W.C. (1978). Determinants of grazed forage intake and digestibility. *Journal of Dairy Science*, 61, 1828-1840

Fernández-Turren, G., Repetto, J.L., Arroyo, J.M., Pérez-Ruchel, A., Cajarville C. (2018). Comportamiento ingestivo en corderos alimentados con dietas mixtas. VI Congreso AUPA-Asociación Uruguaya de Producción Animal. Tacuarembó, Uruguay. p 57.

Ipharraguerre, I.R., y Clark, J.H. (2003). Soyhulls as an alternative Feed for lactating dairy cows: A review. *Journal of Dairy Science*, 86, 1052-1073.

Krizsan, S.J., Ahvenjarvi, S. y Huhtanen, P. (2010). A meta-analysis of passage rate estimated by rumen evacuation with cattle and evaluation of passage rate prediction models. *Journal of Dairy Science*, 93 (12), 5890-5901.

National Research Council (NRC) (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academies Press, Washington, DC, USA.

Okine, E.K., y Mathison G.W., (1991) Effects of feed intake on particle distribution, passage of digesta, and extent of digestion in the gastrointestinal tract of cattle. *Journal of Animal Science*, 69, 3435-3445.

Pérez-Ruchel, A., Repetto, J.L., y Cajarville C. (2013). Suitability of live yeast addition to alleviate the adverse effects due to the restriction of the time of access to feed in sheep fed only pasture. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97, 1043-1050.

Pérez-Ruchel, A., Repetto, J.L., Cajarville C. (2017). Supplementing high quality fresh forage to growing lambs fed a total mixed ration diet led to higher intake without altering nutrient utilization. *Animal* 11: 2175-2183.

Ponnampalam, E.N., Linden, N.P., Mitchell, M.L., Hopkins, D.L. y Jacobs, J.L. (2017). Production systems to deliver premium grade lambs to the growing international and Australian markets. *Small Ruminant Reserach*, 157, 32-39.

Robertson, J.B., y Van Soest, P.J. (1981). The detergent system of analysis and its application to human foods. En: James, WPT; Theander, O. (eds.). The analysis of dietary fiber in food. Marcel Dekker, NY, p 123.

Sepúlveda, W.S., Maza, T.M., y Pardos, L. (2011). Aspects of quality related to the consumption and production of lamb meat. Consumers versus producers. *Meat Science*, 87, 366-372.

Tebot, I., Cajarville, C., Repetto, J.L., y Cirio, A. (2012). Supplementation with non-fibrous carbohydrates reduced fiber digestibility and did not improve microbial protein synthesis in sheep fed fresh forage of two nutritive values. *Animal*, 6, 617-623.

Udén, P., Colucci, P.E., y Van Soest, P.J. (1980). Investigation of chromium, cerium, and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 31, 625-632.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Agustina Fontes, Soledad Grignola y Valeria Martínez por su colaboración en el trabajo de campo.

Financiamiento

Financiado por Proyecto Innovagro FSA_1_2013_1_12561, Uruguay.