

COMPARACIÓN DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE LA INGESTIÓN DE MATERIA SECA EN CABRAS LECHERAS MEDIANTE META-ANÁLISIS

G. Caja, X. Roca y A. K. K. Salama

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona).

E-mail: gerardo.caja@uab.es

INTRODUCCIÓN

La alimentación supone uno de los costes más importantes en caprino lechero. Su importancia varía según el estado fisiológico, nivel de producción y sistema productivo utilizado, lo que determina las necesidades alimenticias y capacidad de ingestión de las cabras. Estos aspectos condicionan la densidad de la ración y, en consecuencia, el nivel de concentrado y precio de la ración. Por todo ello, resulta de gran interés poder predecir la cantidad de alimento que ingerirán voluntariamente las cabras lecheras, con la finalidad de optimizar el aporte de concentrado y los costes de producción del litro de leche.

El sistema del INRA (INRA, 1988, 2007) considera que la capacidad de ingestión de un animal depende de sus necesidades, mientras que la ingestibilidad de los alimentos depende de su composición, lo que se expresa como un valor relativo de llenado del alimento, medido en un animal de referencia y respecto a un forraje de referencia. La unidad de ingestibilidad (**UEm**, "unité encombrement mouton") se define como la ingestión voluntaria de materia seca (**IVMS**) de un heno de pradera (15% PB y 77% dMO) en ovinos estándar (carneros de raza Texel y 90 kg PV), de lo que resulta: 1 UEm = 75 g MS/kgPV^{0.75}. En condiciones españolas se consigue el mismo valor con carneros de raza Manchega (85 kg PV), o con ovejas secas, alimentados con heno de raigrás o alfalfa deshidratada de calidad media (Caja et al., 2002). Los valores de ingestibilidad en ovino han sido corregidos para otras especies y situaciones productivas (vacas lecheras, vacas de carne, bovinos en crecimiento y engorde, cabras lecheras), mediante las correspondientes ecuaciones de corrección. En el caso de las cabras lecheras, el INRA (1988, 2007) utiliza los valores de ingestibilidad de los forrajes obtenidos en vacas lecheras y, una cabra adulta de 60 kg PV produciendo 4 L/d de leche al 3.5% de grasa (IVMS = 120 g/kgPV^{0.75}), como animal de referencia. Estos valores no resultan aplicables a la mayor parte de los forrajes y las razas de cabras mediterráneas (30-50 kg PV y 1-3 L/d), por lo que resulta necesaria su validación.

Por otro lado, el sistema NRC (2007), para condiciones americanas, y Avondo et al. (2008), para condiciones italianas, han propuesto nuevas estimaciones para predecir la ingestión de cabras lecheras. Sin embargo, no se dispone de comparaciones entre ellas. Este trabajo tiene por objeto comparar las distintas ecuaciones de predicción para caprino lechero y su validación por medio de un meta-análisis, a partir de datos publicados disponibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre ingestión de materia seca y lactación de cabras lecheras en las bases de datos PubMed y Science Direct. La búsqueda dio como resultado 125 artículos en soporte PDF, de los que se seleccionaron por su contenido 85 artículos que contenían 335 datos completos de ingestión de MS, producción y composición de leche (contenidos en grasa y proteína). Un estudio detallado de estos trabajos, llevó a desestimar por su heterogeneidad todos aquellos referentes a alimentación en pastoreo o con raciones de características extremas (v.gr. ausencia de forraje) o basadas en alimentos no convencionales (v.gr. paja de arroz). Los trabajos seleccionados proporcionaron un total de 282 datos, con un rango amplio de variación de los valores de ingestión (0.5-4.95 kg MS/d) y una distribución normal. La producción de leche se estandarizó al 3.5% de grasa: $PL_{3.5\%} = 0.162 \times [\%Grasa] + 0.432$. La eliminación de outliers ($n = 63$) configuró una muestra final de 219 datos correspondientes a cabras de 51.3 ± 0.7 kg PV (29.0-85.5), con $PL_{3.5\%}$ de 2.7 ± 0.4 L/d (0.4-6.2) y una ingestión de 2.22 ± 0.04 kg MS/d (0.8-3.5). Los valores a mantenimiento no fueron incluidos en los cálculos. Para la comparación de los modelos de

predicción se eligió en todos los casos una cabra de 50 kg PV, próxima a la media de los datos medios obtenidos en el meta-análisis. Dado que en el caso del NRC (2007) la única información disponible consistió en valores de tablas, se realizó un ajuste lineal ($R^2 = 0.81$) y cuadrático ($R^2 = 0.93$) de sus datos, eligiendo este último por su mayor correlación y ajuste medio. Los datos se analizaron con el paquete SAS 9.3.1 (SAS Inst. Inc., Cary, N. Carolina, USA), utilizando modelos de regresión de tipo lineal y paso-a-paso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación de las predicciones de ingestión mostró importantes diferencias según la producción y el modelo utilizado (Figura 1), variando entre 0.3-0.8 kg MS/d (20-30%).

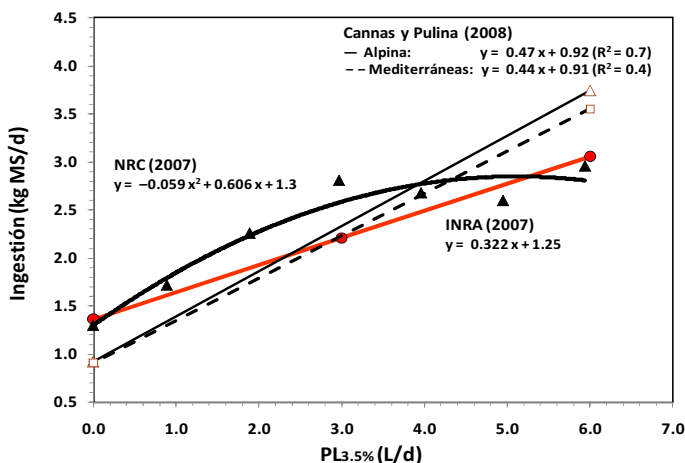


Figura 1: Comparación de modelos de predicción de la ingestión de cabras lecheras de 50 kg PV (●, INRA; ▲, NRC; □ Δ, Avondo et al., citado por Cannas y Pulina, 2008).

La mayor coincidencia entre modelos se observó para producciones medias (3-4 L/d) y la mayor discrepancia en las extremas (0 y 6 L/d). No se justificó la utilización de modelos diferentes para cabras Alpinas y mediterráneas, tal como propusieron Avondo et al. (2008), por lo que se decidió realizar la media de ambas predicciones. La regresión paso-a-paso para predecir IVMS (kg MS/d) a partir de $PL_{3.5\%}$ (L/d) y PV (kg), dio como resultado los siguientes modelos de predicción (\pm ESM):

- 1) Con la $PL_{3.5\%}$ ($R^2 = 0.69$; $P < 0.001$):

$$IVMS (\pm 0.099) = 1.233 (\pm 0.050) + 0.370 (\pm 0.017) \times PL_{3.5\%}$$

- 2) Con $PL_{3.5\%}$ y el PV ($R^2 = 0.76$; $P < 0.001$):

$$IVMS (\pm 0.075) = 0.553 (\pm 0.092) + 0.277 (\pm 0.018) \times PL_{3.5\%} + 0.018 (\pm 0.002) \times PV$$

La comparación de los datos de la revisión bibliográfica (media 2.216 ± 0.038 kg MS/d) con el modelo obtenido mediante el meta-análisis mostró un elevado ajuste y un pequeño error medio de predicción (-0.030 kg MS/d; -1.4%) que subestimó la ingestión, lo que resultó inferior a las subestimaciones obtenidas con los modelos de Avondo et al. (-0.092 kg MS/d; -4.2%) e INRA (-0.101 kg MS/d; -4.6%). Por el contrario, la predicción mediante el NRC sobreestimó la ingestión con un mayor error que las anteriores ($+0.185$ kg MS/d; $+8.3\%$). Pese a resultar la predicción adecuada a mantenimiento ($PL_{3.5\%} = 0$) y a altos niveles de producción ($PL_{3.5\%} = 6$), las mayores diferencias entre los modelos del INRA y NRC se observaron en torno a los valores centrales de producción de leche. Lo contrario se observó con el modelo de Avondo et al. (2008).

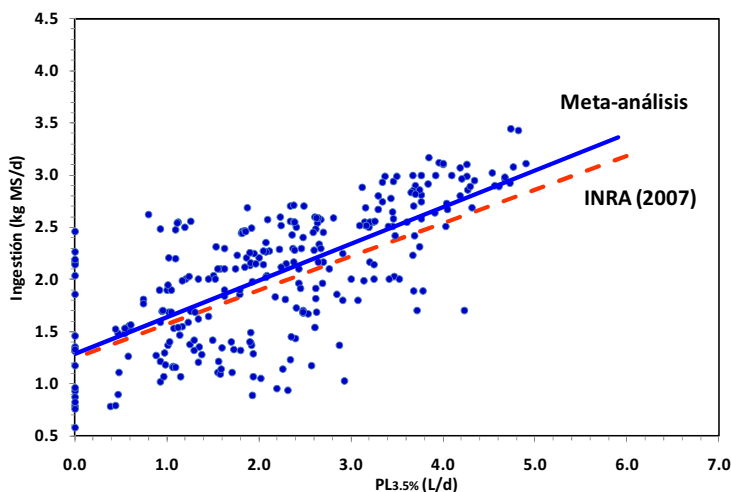


Figura 2: Comparación del modelo de predicción de la ingestión por meta-análisis y del INRA (2007) para cabras lecheras de 50 kg PV (—, Meta-análisis; ---, INRA; ●, datos).

En conclusión, el modelo de INRA (2007), aunque subestimó ligeramente la ingestión (~5%), fue el que mostró mayor coincidencia con los datos bibliográficos y los resultados del meta-análisis (Figura 2), por lo que se consideró válido para cabras de tipo mediterráneo. El resto de modelos resultó menos adecuado para predecir la ingestión en todo tipo de cabras lecheras y niveles de producción. El modelo del NRC (2007) tendió a sobreestimar la ingestión (~8%), lo que puede resultar especialmente inadecuado en la práctica al concluir que las cabras de alta producción consumen más forraje y necesitan menos concentrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avondo M., Biondi, L., Pagano, R.I., Bonanno, A., Lutri, L. 2008. En: *Dairy goats feeding and nutrition*. A. Cannas y J. Pulina (Eds.), CABI, Wallingford, Reino Unido, pp. 147-160
- Caja, G., Bocquier, F., Ferret, A., Gasa, J., Pérez-Oguez, L., Plaixats, J., Oregui, L. 2002. *Options méditerranéennes, serie B*, 42:9-36
- INRA, 1988. *Alimentation des bovins, ovins & caprins*, Ed. INRA, Paris, Francia
- INRA, 2007. *Alimentation des bovins, ovins & caprins*, Ed. Quae, Versailles, Francia
- NRC, 2007. *Nutrient requirements of small ruminants*. National Research Council, National Academies Press, Washington, USA.

A META-ANALYSIS FOR COMPARING DRY MATTER INTAKE PREDICTION MODELS IN DAIRY GOATS

ABSTRACT: Currently available models for dairy goats (INRA, 2007; NRC, 2007; Avondo et al., 2008) estimated dry matter intake (DMI) from body weight (BW) and milk yield (MY). A model comparison for similar BW showed marked differences in predicted DMI depending on MY (0 to 6 L/d). A meta-analysis of dairy goat intake data published in 125 papers indexed in PubMed and Science Direct was done, resulting in a total of 219 values normally distributed. Milk yield was standardized to 3.5% milk fat (MY_{3.5%}). Goat performances ranged from 29.0 to 85.5 kg BW, 0.4 to 6.2 L/d MY_{3.5%} and 0.8 to 3.5 kg DMI/d. Prediction models were (\pm SEM; $P < 0.001$):

$$\text{DMI} (\pm 0.099) = 1.233 + 0.370 \times \text{MY}_{3.5\%}; R^2 = 0.69$$

$$\text{DMI} (\pm 0.075) = 0.553 + 0.277 \times \text{MY}_{3.5\%} + 0.018 \times \text{BW}; R^2 = 0.76$$

The meta-analysis models showed the lowest error of prediction (-0.030 kg DM/d), being lower than those of the Avondo et al. (-0.092 kg DM/d) and INRA (-0.101 kg DM/d) models. On the contrary, the NRC overestimated intake (+0.185 kg DM/d).

Keywords: feed intake, dairy goat, lactation.