

USO DEL POLIETILENGLICOL (PEG-6000) COMO INDICADOR DE LA INGESTIÓN EN GANADO VACUNO: PUESTA A PUNTO DEL MÉTODO EN ESTABULACIÓN.

Casasús I.¹, Albanell E.²

CITA-Aragón, Zaragoza; ²G2R, Universitat Autònoma Barcelona. icasasus@aragon.es

INTRODUCCIÓN

El rendimiento de los animales en pastoreo depende de la cantidad y calidad de pasto ingerido, aspectos difíciles de cuantificar y para los que se han explorado diversos métodos. El uso de Polietilenglicol (PEG) como marcador externo indigestible, suministrado en dosis conocida, y la determinación de su concentración fecal mediante NIRS se considera una técnica sencilla y fiable para estimar la producción fecal total, e indirectamente la ingestión de forraje, dada la digestibilidad de la dieta (Landau et al., 2002; Caja et al., 2009). El método se ha descrito en ganado caprino y ovino, pero hay escasas referencias a su uso en vacuno. Por ello, se realizó un ensayo para la puesta a punto del método en ganado vacuno en estabulación, utilizando heno de pradera en dos planos de ingestión, previa calibración de la estimación mediante NIRS.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las ecuaciones de calibración para la estimación de la concentración fecal de PEG mediante NIRS se obtuvieron según la metodología propuesta por Landau et al. (2003). Ésta consistió en la adición de PEG-6000 (Panreac Química, Barcelona) en polvo a las heces secas y molidas de dos vacas alimentadas con heno de pradera (9.3% PB, 68.0% FND), en incrementos de 0.5% (MS) hasta alcanzar concentraciones finales de 0 a 10% de PEG y por duplicado, diluidas en 90 ml de agua destilada y nuevamente desecadas. Se recogieron los espectros NIRS en un equipo FOSS NIRSystems 5000 (FOSS, Suecia) (región espectral 1100-2500 nm, resolución 2 nm), y el software WinISI III para el desarrollo de la calibración.

El ensayo de ingestión se realizó en la Finca Experimental La Garcipollera con 8 vacas secas de raza Parda de Montaña (peso inicial 622 ± 28 kg), instaladas en jaulas individuales con recolección total de las deyecciones. Durante dos periodos consecutivos los animales recibieron el mismo heno de pradera de montaña usado en la calibración, con dos planos de ingestión (9 vs. 12 kg MF/día: Bajo vs. Alto) aplicados alternativamente en cada periodo a la mitad de los animales. Tras una aclimatación de 10 días a jaulas y dietas, en los siguientes 10 días los animales recibieron diariamente (08:00) mediante sonda esofágica una dosis de 175 ó 235 g de PEG disuelta en 350 ó 470 ml de agua destilada, según recibieran una dieta de 9 ó 12 kg de heno respectivamente (2% sobre MF de la dieta). En los 4 últimos días de cada periodo se realizó una recogida total de las heces, con pesada, homogeneización y toma de dos muestras para determinar su contenido en materia seca, mezcladas por animal y día para determinar la concentración en PEG. El último día de cada periodo se tomaron heces directamente del recto de los animales cada 4 h (6 muestras), para determinar el ritmo circadiano de eliminación del PEG en heces. Las muestras se desecaron a 64°C durante 96 h, y tras la molienda, se analizaron utilizando la metodología NIRS descrita. A partir de la concentración fecal de PEG y de la cantidad de heces recogidas se estimó la tasa de recuperación fecal de PEG, y a partir de la digestibilidad aparente media de la MS se estimó la ingestión de MS y se comparó con los datos reales.

Los datos diarios de concentración fecal de PEG teórica (g suministrados/kg heces totales) y estimada mediante NIRS a partir de las heces totales recogidas durante 4 días, tasa de recuperación fecal del PEG, producción fecal real y estimada, digestibilidad de la dieta e ingestión real y estimada se analizaron con el PROC MIXED para medidas repetidas de SAS (v. 9.1), con el nivel de alimentación y el periodo como efectos fijos, y la vaca como aleatorio. Los datos de las muestras rectales recogidas el último día se analizaron mediante GLM, con la hora de muestreo, el nivel y el periodo como efectos fijos. Se eliminaron los datos fuera del intervalo de confianza de la muestra (3/64 en el primer análisis y 4/96 en el segundo). La comparación entre valores reales y estimados (concentración fecal de PEG, producción de heces e ingestión diaria) se realizó mediante T-tests entre pares de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ecuación de predicción del contenido de PEG en heces de vacuno presentó una alta precisión para la calibración ($R^2=0.999$, $SEC=\pm 7.7\%$) y validación cruzada ($r^2=0.995$).

Los resultados referentes a la ingestión, producción fecal y concentración de PEG real y estimada, así como la digestibilidad de la MS, la tasa de recuperación de PEG y los errores de predicción del método, se muestran en la Tabla 1. No hubo efectos del periodo o la interacción entre nivel y periodo en ninguno de los parámetros estudiados.

Tabla 1. Recuperación fecal de PEG y estimación de la producción fecal y la ingestión de heno en vacas sometidas a dos niveles de alimentación

Nivel de Alimentación	Bajo	e.s.	Alto	e.s.	Nivel	Periodo	N x P
<i>n</i>	32		29				
Concentración fecal PEG, %							
Real	5.71	0.16	6.11	0.18	NS	NS	NS
Estimación NIRS	5.68	0.11	6.04	0.12	*	NS	NS
Producción fecal, kg MS/d							
Real	3.05	0.08	3.81	0.09	***	NS	NS
Estimado ^a	3.09	0.06	3.91	0.07	***	NS	NS
Ingestión heno, kg MS/d							
Real	8.11	0.09	10.18	0.11	***	NS	NS
Estimado ^b	7.98	0.16	10.11	0.18	***	NS	NS
Digestibilidad MS, %							
	62.1	0.8	60.7	0.9	NS	NS	NS
Recuperación PEG, %^c							
	97.1%	1.5%	95.0%	1.6%	NS	NS	NS
Sobreestimación heces, %^d							
	3.4%	1.6%	5.6%	1.7%	NS	NS	NS
Sobreestimación ingestión, %^e							
	0.0%	1.9%	6.0%	2.1%	*	NS	NS

^a: Estimación producción fecal = dosis PEG suministrada / estimación NIRS concentración fecal PEG

^b: Estimación ingestión = Estimación prod. fecal * (1- digestibilidad media MS=0.613)

^c: Recuperación de PEG = estimación NIRS concentración fecal PEG / dosis PEG suministrada

^d: Sobreestimación heces = (prod. fecal estimada – prod. fecal real) / prod. fecal real

^e: Sobreestimación ingestión = (ingestión estimada – ingestión real) / ingestión real

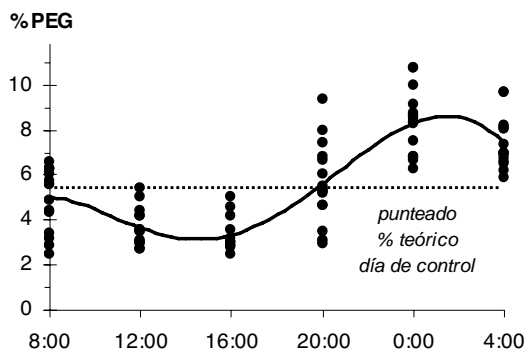
La ingestión de MS fue diferente entre niveles de alimentación, siendo la ingestión de la oferta prácticamente total en el plano Bajo (variación individual de 3.4%), mientras en el plano Alto hubo una media de 0.534 (e.s. 0.114) kg MS rehusado/d, con mayor variabilidad individual (10.3%). La producción fecal total fue por tanto superior en el nivel Alto, sin diferencias entre niveles en la digestibilidad de la MS de la dieta (61.3%, e.s. 0.56%), a diferencia de lo esperado. Por ello, la concentración fecal de PEG, dosificado considerando una posible menor digestibilidad en el plano Alto, fue algo superior en este nivel. La diferencia no alcanzó significación en la concentración teórica de PEG en heces, pero fue detectada en las estimaciones obtenidas mediante NIRS ($P < 0.05$).

La concentración fecal teórica de PEG se encontró en el rango de 5.7 a 7.3% en las muestras individuales analizadas (media 6.12%, e.s. 0.08%), en el rango de estimación de las ecuaciones de calibración y de los sugeridos por Landau et al. (2002) como de mayor precisión en las estimas. La comparación entre la concentración fecal de PEG teórica y estimada indicó que dichos valores eran diferentes ($P < 0.001$), independientemente del plano de alimentación recibido. Esto indicaría una recuperación incompleta del PEG suministrado en ambos niveles, que fue como media del 95.7% (e.s. 1.02%). Esta tasa de recuperación es algo inferior a las obtenidas por Landau et al. (2002, caprino) y Caja et al. (2009, ovino) en establo pero mayor a la observada por Caja et al. (2009) en ovino en pastoreo.

Como consecuencia de la recuperación incompleta del PEG en heces, la estimación de la producción fecal diaria a partir de las estimas NIRS de la concentración fecal de PEG estuvo algo sobreestimada (media 5.2%, e.s. 1.1%), y los valores reales y estimados fueron diferentes tanto en el nivel de ingestión Alto ($P < 0.001$) como en el Bajo ($P < 0.05$).

La ingestión calculada a partir de la producción fecal estimada y la digestibilidad de la MS dependió del nivel de alimentación. La comparación con los valores reales reveló que la predicción era precisa en el plano Bajo, mientras en el plano Alto había una sobreestimación media del 6.0% (e.s. 2.1%, $P < 0.01$). Esto podría deberse al efecto acumulado de una recuperación de PEG y una digestibilidad de la dieta algo superiores en el plano Bajo, si bien estas diferencias no fueron estadísticamente significativas al analizarlas aisladamente.

Figura 1. Concentración fecal de PEG en muestras rectales recogidas cada 4 horas



La concentración de PEG en las muestras rectales (Figura 1) dependió de la hora de muestreo ($P < 0.001$), con alta variabilidad individual en ambos planos (39 y 41% Bajo y Alto, e.s. 3.8%, NS), valores algo superiores a los descritos en vacuno por Hopson y McCroskey (1972). Este efecto no dependió del contenido en MS de las heces, constante a lo largo del día (15%, e.s. 0.1%).

A partir de estos datos, las estimas de producción de heces e ingestión fueron respectivamente de 3.79 y 9.79 kg MS en el nivel Bajo y 4.90 y 12.66 kg en el Alto, diferentes entre niveles y en ambos casos

muy sobreestimadas (en torno al 27%, independientemente del nivel) por la recuperación incompleta del PEG (media 92.3%, e.s. 3.8; valores <60% en los muestreos de las 12:00 y las 16:00). Sólo el valor de las 20:00 no fue significativamente diferente a la concentración teórica de PEG en heces, y permitió estimas más aproximadas de la producción fecal y la ingestión de forraje (sobreestimadas en torno al 19% y con alta variabilidad individual). La utilización de un dato medio diario a partir de las 6 muestras, siguiendo la recomendación de Landau et al. (2002) de realizar un pool con las muestras de distintas horas, también produjo una sobreestimación de la producción fecal en ambos niveles (26.8%, e.s. 5.8%).

En conclusión, la producción de heces estimada a partir de la recolección total de las heces y estimación NIRS de la concentración fecal de PEG suministrado como marcador externo se predijo con distinta precisión en función del plano de ingestión, con una ligera sobreestimación en los animales del nivel Alto y con exactitud en el Bajo. Las estimaciones realizadas a partir de las muestras rectales presentaron una gran variabilidad individual y circadiana, y condujeron a una sobreestimación importante de la producción fecal y la ingestión, por lo que no resultaría un método de elección. Dado que la recolección total de heces no puede realizarse en condiciones de pastoreo, y que en cualquier caso la estima de la ingestión dependería del conocimiento preciso de la digestibilidad de la dieta seleccionada, es necesario reconsiderar el método en el caso de su uso en vacuno.

Agradecimientos: Financiación procedente de INIA (RTA2010-57, RZP 2009-05) y FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caja et al. 2009. *XIII Jornadas Producción Animal*: 358-360
- Hopson y McCroskey 1972. *Journal of Animal Science* 35: 1054-1057.
- Landau et al. 2002. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 1374-1378.
- Landau et al. 2003. *Small Ruminant Research* 48: 37-43.

USE OF POLYETHYLENEGLYCOL AS A MARKER OF FECAL OUTPUT IN COWS

ABSTRACT: Polyethyleneglycol 6000 (PEG) was selected as a potential indigestible estimator of faecal output in cattle. NIRS-calibration equations of PEG faecal content were obtained with faeces from hay-fed cows with 0 to 10% PEG content. A digestibility trial was conducted with 8 dry cows in digestibility cages for two 3-wk periods, during which half the cows received either a Low (9 kg hay, as fed) or High (12 kg hay) feeding level (FL), and were dosed daily during the last 10 d either 175 (Low) or 235 (High FL) g PEG/d. In the last 4 d total faeces were collected, and in the last day rectal samples were obtained every 4 h. Samples were NIRS-scanned to determine faecal PEG content. Faecal PEG recovery was 95.7% in total faeces and 92.3% in rectal samples. Faecal output was slightly overestimated with PEG data from total faeces (+5.2%), and so was calculated feed intake, although only significantly in the High FL (+6.0%), while estimates were accurate in the Low FL. Data from rectal samples led to 27% overestimation irrespective of FL, therefore the practical interest of this technique should be reconsidered.

Keywords: intake prediction, faecal output, external markers, PEG.