

PROGRAMACIÓN DEL ECOSISTEMA MICROBIANO DEL RUMEN A TRAVÉS DE INTERVENCIONES DIRECTAS SOBRE ANIMALES PRE-RUMIANTES Y SUS MADRES

Abecia¹, L., Martín-García¹, A.I., Martínez¹, G., Ramos-Morales¹, E., Molina-Alcaide¹, E., Newbold², C.J., y Yáñez-Ruiz¹, D. R.

¹Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda, 1. 18008 Granada, España.

²IBERS, Aberystwyth University, Aberystwyth, SY23 3DA, Reino Unido.

leticia.abecia@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

En los rumiantes se establece una relación simbiótica en el rumen con un complejo ecosistema microbiano, en la que el animal provee nutrientes y condiciones óptimas ambientales para la fermentación, mientras que los microorganismos degradan nutrientes que de otra manera no podrían ser empleados por el hospedador. La colonización del rumen por distintos grupos microbianos ocurre inmediatamente tras el nacimiento del animal (Stewart et al., 1988). En este sentido, resultados recientes muestran que la dieta que el animal pre-rumiante ingiere durante su desarrollo determina qué poblaciones microbianas se establecen definitivamente en el rumen y, en algunos casos, las diferencias que se establecen en esta etapa de la vida se mantienen en el animal adulto (Yáñez-Ruiz et al., 2010). Hasta el momento se desconoce el papel que juega la madre en la transferencia de microorganismos al pre-rumiante y las consecuencias que esta influencia pueda tener sobre la productividad del animal. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto a largo plazo de la administración de un compuesto, con probada actividad anti-metanogénica, en la dieta de cabras y de sus crías sobre la producción de metano y algunos parámetros productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 18 cabras de raza murciano-granadina ($43 \pm 1,7$ kg de peso vivo) alojadas en habitáculos individuales en un establo con libre acceso a heno de alfalfa y concentrado. Tras el parto se establecieron al azar 2 grupos experimentales de 9 cabras cada uno. Al grupo de cabras positivas (**C+**) se le suministró durante el período de lactación de las crías (8 semanas) un hidrocarburo alifático halogenado, denominado bromoclorometano (BCM), envuelto en una matriz de α -ciclodextrina (May et al., 1995) en forma de polvo blanco con una riqueza en BCM de 10-12%. El preparado de BCM se administró a una dosis de 0,30 g/100 kg PV dos veces al día. Al grupo de cabras control (**C-**) no se le suministró ningún aditivo. Dos días antes del destete de los chotos las madres se alojaron con sus crías en una cámara de policarbonato para determinar la producción de metano (Yáñez-Ruiz et al., 2008). Durante la semana posterior al destete se midió la producción individual de leche durante dos días consecutivos. El peso de las cabras se obtuvo cada 15 días. La mayoría de las cabras parieron dos chotos (ch), de los cuales uno recibió el preparado BCM (ch+) y el otro no (ch-), independientemente del tratamiento de la madre, desde la primera semana tras el parto, resultando 4 grupos experimentales de chotos ($n=8$): **C+/ch+**, **C+/ch-**, **C-/ch+**, **C-/ch-**. Los chotos tratados recibieron dos dosis diarias del preparado (0,30 g/ 100 kg de PV) al igual que las madres. Tras el destete, los chotos se distribuyeron en cuatro corrales independientes según su tratamiento experimental que continuó durante otro mes más. Pasado este mes tras el destete se midió la producción de metano en los chotos durante dos días consecutivos (Medida 1). Tras esta medida se dejó de tratar a los chotos ch+ y se alojaron los animales de los cuatro grupos experimentales en un mismo corral durante 3 meses tras el cual se volvió a medir la producción individual de metano (Medida 2). El peso de los chotos se registró semanalmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de las cabras no fue modificado por el tratamiento recibido, y como se ve en la Tabla 1 tampoco tuvo efecto sobre las ingestas. Sin embargo la producción de metano y leche de las cabras sí fueron modificadas. Se observó una tendencia ($P=0,088$) en la producción media de leche a ser un 28% mayor en los animales C+ con respecto a las C-. Además, la producción media de metano disminuyó ($P=0,008$) un 38,4% en los animales C+.

Por otro lado, los chotos C+/ch+ tuvieron una ganancia diaria de peso aparentemente mayor (141 g/d) que los animales en los otros tres grupos (127 g/d). La emisión de metano en la Medida 1 de los chotos ch+ fue 43% y 60% menor ($P<0,001$) que la de los chotos ch- para las madres C+ y C-, respectivamente. En la Medida 2, que tuvo lugar 3 meses después de

finalizar el tratamiento de los chotos +, se mantenían algunas de las diferencias observadas en la medida 1: una reducción en la emisión de metano del 20% en los chotos+ de las madres C+. Sin embargo, la reducción en los chotos + de las madres en C- desapareció. Tanto la tendencia al incremento en la producción de leche como la mayor ganancia de peso de los animales tratados se explican por la mayor eficiencia de uso de la energía que la disminución en la producción de metano representa. Esto se debe en parte al desvío del H₂ desde la ruta de formación del metano hacia la ruta metabólica de producción del propiónico en el rumen (Newbold y Rode, 2006), correspondiendo estequiométricamente a 0.2 moles de propionato por cada litro de metano reducido. Ese incremento en la producción de propiónico podría llevar a un incremento en la síntesis de glucosa y, por tanto, del contenido en lactosa de la leche, con eficiencias de conversión del 70 y el 40%, respectivamente para las transformaciones de propionato a glucosa y de glucosa a lactosa (Newbold et al., 2005). El efecto beneficioso del tratamiento con BCM ha sido previamente descrito en vacuno (Tomkins et al., 2009), con resultados similares a los obtenidos en este trabajo: una reducción en la producción de metano de un 50% con la misma dosis tras 60 días de tratamiento. También se ha descrito un incremento de propionato en terneros que recibían este preparado (Denman et al., 2007). El efecto observado por Tomkins et al. (2009) desaparecía al poco tiempo de que el tratamiento se interrumpiese, debido a que el flujo de H₂ hacia los diferentes aceptores de electrones es energéticamente menos favorable que su empleo en la reducción de CO₂ a CH₄. Sin embargo, se desconocía hasta ahora que ocurriría si el tratamiento se realizase desde etapas tempranas de vida y qué influencia tendría la madre. En el presente trabajo, sólo cuando la intervención ha incluido a la madre (C+) el efecto persiste (P=0,043) al menos hasta 3 meses tras el cese del tratamiento. Nuestros resultados sugieren que el manejo en un estadio temprano de la vida del animal puede causar una colonización diferente en el rumen que resulte, en consecuencia, en una fermentación ruminal distinta. Esta respuesta parece permanecer programada en la vida del animal adulto y podría estar influenciado por el tratamiento recibido por la madre. El estudio de las poblaciones microbianas que residen en el rumen de las madres y de las que se implantan y permanecen en el rumen de las crías ayudará a explicar la importancia de cada uno de los factores estudiados. En el caso de que sea una intervención dirigida a la reducción de la producción de metano, esta estrategia abre la posibilidad de obtener animales energéticamente más eficientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Denman S. E., Tomkins N. W. & McSweeney C. S. 2007. *FEMS Microbiol Ecol.* 62:313–322.
- May C., Payne A., Stewart P. & Edgar J. 1995. International patent application no. PCT/AU95/00733.
- Newbold C. J., López S., Nelson N., Ouda J. O., Wallace R. J. & Moss A.R. 2005. *Br J Nutr* 94:27–35.
- Newbold C.J & Rode L.M. 2006. *Intl. Cong. Series* 1293: 138–147.
- Stewart C. S., Fonty G. & Gouet P. 1988. *Anim Feed Sci Tech* 21:69–97
- Tomkins N. W., Colegate S. M., & Hunter R.A. 2009. *Anim Prod Sci.* 49:1053-1058
- Yáñez-Ruiz D. R., Macías B., Pinloche E. & Newbold C. J. 2010. *FEMS Microbiol Ecol.* 72:272-278
- Yáñez-Ruiz D. R., Hart K. J., Martin-García A. I., Ramos S. & Newbold C. J. 2008. *Australian J. Exper. Agric.* 48:186-188.

Tabla 1. Efecto de la adición del preparado de bromoclorometano (BCM) a cabras (C) y chotos (ch) sobre la ingesta, producción de leche, ganancia de peso diaria y emisiones de metano.

Cabras	Adición de BCM				EEM	P-valor	Significación		
	C+		C-						
Peso vivo (kg)	43,8		40,8		1,58	0,363			
Ingesta (kg/d)	1,041		0,992		0,037	0,366			
Producción de leche (g/d)	1242		887		142	0,088			
Producción de metano (L/kg PV)	0,349		0,564		0,059	0,008			
Chotos	C+		C-		EEM	P-valor	Significación		
	ch+	ch-	ch+	ch-			Madres	chotos	M x ch
Ganancia de peso (g/d)	141	128	127	126	2,090	0,633	0,446	0,426	0,520
Medida 1									
Producción de metano (L/kg PV)	1,02 ^{ab}	1,80 ^{bc}	0,742 ^a	1,90 ^c	0,214	0,001	0,681	0,001	0,374
Medida 2									
Producción de metano (L/kg PV)	1,56 ^a	2,40 ^b	1,69 ^a	1,70 ^a	0,258	0,043	0,186	0,058	0,062

Diferentes superíndices (^{a-c}) en la misma fila indican diferencias significativas.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Europea (Marie Curie Reintegration Grant 224816–METANORUMEN). L. Abecia agradece la concesión de un contrato postdoctoral del programa JaeDoc del CSIC y a I. Jiménez la asistencia técnica en la etapa experimental.

PROGRAMMING RUMEN MICROBIAL ECOSYSTEM THROUGH THE INTERVENTION ON THE EARLY LIFE STAGE OF PRE-RUMINANTS AND THEIR MOTHERS

ABSTRACT: This experiment was designed to study the effect of treating animals in early life and the mothers with an antimethanogenic compound (bromochloromethane, BCM) on the methane emissions and animal yield and the persistency of the effects in the long term. Eighteen goats giving birth to two kids were used. Nine goats were treated with BCM (C+ goats) after giving birth and over 8 weeks. The other 9 goats were not treated (C- goats). One kid per mother in both groups was treated with BCM (ch+) while the other was untreated (ch-), therefore resulting in four kids experimental groups: C+/ch+, C+/ch-, C-/ch+ and C-/ch-. Methane emissions were measured once from the mothers before weaning (at 8 weeks) and twice from the kids: a month after weaning (while ch+ were still treated) and 3 months after the first measurement at which BCM treatment had stopped. The addition of BCM had a positive effect on the mothers' increasing (P=0.088) milk yield by 28% and decreasing (P<0.008) methane emissions by 38%. Likewise ch+ kids produced less methane (P<0.001) than ch- kids a month after weaning, although this effect persisted only in C+/ch+ kids 3 months after releasing the treatment. Our results suggest that some of the differences created early in life in the rumen function persist in the long term, and seem to be influenced by the mother, which provides the possibility of programming the microbial populations in the adult animal through early life intervention.

Keywords: bromochloromethane, methane, rumen colonization