

EFFECTO DE DOSIS CRECIENTES DE MALATO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y FERMENTACIÓN EN CORDEROS ALIMENTADOS CON DIETA ALTA EN CONCENTRADO

Mungói, M., Casals, R., Flores, C., Caja, G.

Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Grup de Recerca en Remugants
Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona.

E-mail: ramon.casals@uab.es

INTRODUCCIÓN

La utilización de los ácidos orgánicos como aditivo en el pienso en rumiantes tiene como objetivo influir en la productividad de animales sanos o en el medio ambiente (CE1831/2003). Estudios *in vitro* (Carro y Ranilla, 2003; Gómez *et al.*, 2005) han demostrado que la adición de malato estimula la fermentación ruminal aumentando la concentración total de ácidos grasos volátiles (AGV). El uso de los ácidos orgánicos como aditivos en el pienso ha mostrado tener efectos positivos en el crecimiento e índice de conversión de rumiantes en cebo, tanto en terneros (Streeter *et al.*, 1994; Martin, 1998) como en corderos (Caja *et al.*, 2000; Garín *et al.*, 2001; Flores, 2004). Sin embargo, Mungói *et al.* (2007) en un estudio sobre el efecto del malato en el rendimiento productivo en corderos de cebo intensivo, sólo observaron mejoras en el crecimiento diario, y la falta de respuesta al malato en otros parámetros productivos podría deberse a una dosis insuficiente.

El objetivo de este trabajo fue estudiar, en corderos en crecimiento, el efecto de diferentes niveles de inclusión de malato en el pienso sobre el consumo de alimento, la ganancia diaria de peso, el índice de conversión, el pH ruminal y el perfil de fermentación ruminal, para lo cual se realizaron dos trabajos experimentales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1: Se utilizaron un total de 78 corderos (14,5 kg PV) de raza Manchega (n = 34) y Lacaune (n = 44) previamente destetados (6 semanas) y adaptados al consumo de pienso, en la granja experimental del SIGCE de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona, en Bellaterra. Los corderos se distribuyeron al azar en 8 lotes, equilibrados en función del peso vivo y sexo, asignándose dos lotes a cada uno de los tratamientos experimentales, en función del nivel de malato (Rumalato®, Norel & Nature, 85% de E 296 DL-ácido málico) en el concentrado: 0% (grupo control, **M-0**), 0,3% (**M-03**), 0,6% (**M-06**), y 0,9% (**M-09**). Los animales recibieron a voluntad, agua, paja de cebada y los concentrados experimentales. El concentrado control contenía: maíz (30%), trigo (10%), cebada (30,9%), gluten feed (4%), soja-44 (19%), pulpa de garrofa (2,0%), melaza caña (1,5%), carbonato cálcico (1,8%), corrector vitamínico mineral (0,4%), PB (18,4), FND (14,1), y ácido málico (0,15%). La fórmula de los concentrados con malato fue igual, excepto el nivel de cebada que se redujo ligeramente en función del malato incluido.

La ingestión de pienso y paja se controló semanalmente para cada lote, En base a ello se calculó la ingestión diaria por cordero y semana. Cada 2 semanas se recogieron muestras de alimentos, se molieron a través de un tamiz de 1 mm, y se analizaron MS, cenizas, y PB según AOAC (1995). Para analizar FND y FAD (Van Soest *et al.*, 1991), en análisis secuencial, se usó un equipo ANKOM²⁰⁰ (Ankom Technology, Fainport, NY, EEUU). El PV de los corderos se controló semanalmente y la ganancia diaria de peso fue estimada mediante regresión lineal. Cuando los corderos superaron los 23 kg de PV fueron sacrificados y se pesó la canal en caliente.

Experimento 2: Se utilizaron un total de 30 corderas (24 kg PV) de razas Manchega (n = 12) y Lacaune (n = 18) que se distribuyeron en 4 lotes equilibrados según raza y PV. Los

animales se mantuvieron bajo las mismas condiciones y recibieron los mismos tratamientos (**M-0**, **M-03**, **M-06** y **M-09**) que en la experiencia 1. Igualmente, los registros de PV y consumo, y la toma de muestras para el análisis de alimentos se realizaron como en la experiencia anterior.

Cuando las corderas alcanzaron los 33-35 kg de PV (en grupos semanales) se recogieron muestras de líquido ruminal (entre las 11,00 y las 13,00 h). El pH ruminal se midió inmediatamente y se tomaron 2 muestras. La primera muestra (4 mL) se conservó en un frasco conteniendo 1 mL de solución desproteinizante (0,2% de cloruro de mercurio, 2% de ácido ortofosfórico y 0,2% de 4-metil valérico como marcador interno) para determinar AGV por cromatografía de gases (Jouany, 1982). La segunda muestra de 4 mL se conservó en otro frasco con 4 mL de solución conservante (HCl concentración 0,2 N), y se analizó el N amoniacal mediante espectrofotometría (Chaney y Marbarch, 1962). Los posibles efectos lineales (L), cuadráticos (Q) y cúbicos (C) fueron analizados utilizando el PROC MIXED del SAS (versión 9,1, SAS Institute, Inc., Cary, NC), en ambos experimentos.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Experimento 1: La adición de malato disminuyó linealmente ($P<0,03$) la ingestión total de MS (**Tabla 1**), como resultado de la disminución de la ingestión de pienso ($P<0,04$) e incremento del consumo de paja ($P<0,02$). El aumento diario de peso (ADP) no fue afectado por los tratamientos. En consecuencia, el índice de conversión (IC) fue más bajo ($P<0,02$) al aumentar la dosis de malato. Otros autores observaron mejoras en el IC de corderos (Flores, 2004) y terneros (Martin, 1988) al adicionar malato. Sin embargo Carro *et al.* (2006) no observaron diferencias en el IC de corderos. El malato no afectó la edad al sacrificio y el peso en canal caliente.

Tabla 1. Efectos de dosis crecientes de malato en el pienso sobre la ingestión, aumento diario de peso (ADP), índice de conversión (IC), edad a 23 kg de PV y peso de la canal caliente (PCC) de corderos de cebo.

Item	Tratamiento ¹				±EEM	Efecto ² (P<)		
	M-0	M-03	M-06	M-09		L	Q	C
Ingestión, kg MS/d								
Pienso	0,691	0,657	0,651	0,614	0,0369	0,04	0,80	0,68
Paja	0,046	0,059	0,066	0,067	0,0056	0,02	0,12	0,85
Total	0,737	0,715	0,717	0,681	0,0201	0,03	0,43	0,76
ADP, kg/d	0,292	0,309	0,301	0,302	0,0155	0,66	0,51	0,49
IC, kg MS/kg PV	2,71	2,48	2,51	2,3	0,163	0,02	0,95	0,33
Edad a 23 kg PV	31	30	30	30	2,0	0,63	0,16	0,93
PCC, kg	11,73	11,46	11,44	11,34	0,334	0,21	0,70	0,77

¹ Nivel de malato (Rumalato®, Norel & Nature, 85% de E 296 DL-ácido málico) en el concentrado: 0% (Control, **M-0**), 0,3% (**M-03**), 0,6% (**M-06**), y 0,9% (**M-09**).

² L: lineal, Q: cuadrático, C: cúbico.

Experimento 2: En este caso la ingestión de concentrado y el IC (total y del concentrado), se redujeron de forma cúbica ($P<0,05$), debido al consumo de pienso que se registró en la dosis intermedia de malato (**Tabla 2**). En este grupo se observó el pH más bajo (5,41), probablemente como consecuencia del incremento de la concentración de los AGV totales. La inclusión de malato incrementó ($P<0,02$) de forma lineal y cuadrática la concentración de AGV totales. Sin embargo la proporción molar de propionato no fue afectada por los tratamientos, pero disminuyó la de acetato (lineal, $P<0,02$) y aumentó linealmente ($P<0,01$) la de butirato. No hubo diferencias entre tratamientos en la concentración de NH₃-N, AGV ramificados, ni en la relación acetato:propionato. El aumento

de la concentración de AGV totales y la reducción de la proporción molar de acetato podrían explicar la mejora observada en el índice de conversión.

Tabla 2. Efectos de dosis crecientes de malato en el pienso sobre la ingestión, aumento diario de peso (ADP), índice de conversión (IC), pH ruminal, concentración de N amoniacal (NH₃-N), concentración y perfil de ácidos grasos volátiles (AGV) de corderos en crecimiento.

Item	Tratamiento ¹				±EEM	Efecto ² (P<)		
	M-0	M-03	M-06	M-09		L	Q	C
Ingestión, Kg MS/d								
Pienso	1,129	1,027	1,109	0,917	0,0472	0,26	0,74	0,05
Paja	0,051	0,079	0,044	0,082	0,0067	0,61	0,9	0,10
Total	1,18	1,106	1,153	0,999	0,0487	0,25	0,73	0,08
ADP, kg/d	0,287	0,285	0,269	0,291	0,0197	0,69	0,49	0,41
IC total	4,17	3,96	4,4	3,51	0,273	0,14	0,07	0,05
IC de pienso	3,99	3,68	4,23	3,22	0,262	0,06	0,21	0,001
pH	5,65	5,9	5,41	6,06	0,195	0,34	0,11	0,01
NH ₃ -N, mg/100ml	5,33	3,89	4,6	4,97	1,328	0,97	0,35	0,52
AGV, mM	136,27	147,75	178,25	148,94	11,954	0,02	0,01	0,14
AGV, mol/100 mol								
Acetato	47,19	44,84	44,93	41,65	2,236	0,02	0,63	0,40
Propionato	44,14	42,73	42,43	42,14	3,156	0,52	0,74	0,91
Butirato	3,99	10,69	12,06	13,95	3,09	0,01	0,29	0,66
Valerato	2,46	1,75	1,54	2,21	0,476	0,81	0,04	0,83
AGV ramificados, mM	0,79	0,95	0,93	0,81	0,191	0,96	0,29	0,92
Acetato:Propionato	1,1	1,1	1,1	1,0	0,05	0,28	0,57	0,58

¹ Nivel de malato (Rumalato®, Norel & Nature, 85% de E 296 DL-ácido málico) en el concentrado: 0% (Control, **M-0**), 0,3% (**M-03**), 0,6% (**M-06**), y 0,9% (**M-09**).

² L: lineal, Q: cuadrático, C: cúbico.

En conclusión, los resultados indican que la adición de malato a piensos de cebo intensivo en corderos mejora la productividad, a causa de reducciones en el consumo de concentrado y del índice de conversión, que pueden estar relacionadas con el aumento de la concentración de AGV totales y la reducción de la proporción molar de acetato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical. 1995. (16th ed.). AOAC, Arlington, VA.
- Caja, G., Garín, D., Mesia, J. 2000. *Feed Int.*, 25:23-25.
- Carro, M. D., Ranilla, M.J. 2003. *Br. J. Nutr.* 89:279-288.
- Carro, M. D., Ranilla, M.J., Giráldez, F.J., Mantecón A.R. 2006. *J. Anim. Sci.* 84:405-410.
- Chaney, A. L., E. P. Marbach., 1962. *Clin. Chem.* 8:130-132.
- Flores, C. 2004. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, 106 pp.
- Garín, D., Caja, G., Mesia, J. 2001. *Options Méditerranéennes, cahiers*, 54:181-184.
- Gómez, J. A., Tejido M. L. Carro M. D. 2005. *Br.J. Nutr.* 93:479-484.
- Jouany, J. P. 1982. *Sci. Aliment.* 2:131-144.
- Martin, S. A. 1998. *J. Anim. Sci.* 76: 3123-3132.
- Mungói, M., Casals, R., Flores, C., Caja G. 2007. *ITEA Prod. Animal (vol. extra)*, en prensa.
- SAS/STAT versión 9.1, User's Guide, SAS Institute Inc. 2004. Cary, NC, USA.
- Streeter, M. N., Nisbet, D. J., Martin, S. A., Williams, S. E. 1994. *J. Anim. Sci.* 72 (Suppl. 1):384 (Abstr.).
- Unión Europea. 2003. Regulación (EC) No 1831/2003, 22 Septiembre.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597.