

Influencia de la forma química del malato sobre el rendimiento en terneros

Los condicionantes sanitarios y económicos de los actuales sistemas de producción, tanto en España como en la Unión Europea, determinan la necesidad de maximizar la ganancia de peso de los animales, lo que implica que, en concreto los terneros, han de ser introducidos rápidamente en un régimen de cebo intensivo empleando dietas ricas en concentrado.

V. Pereira, P. Vázquez*, C. Castillo, J. Hernández, O. Vilariño, M. López-Alonso, M. A. García-Vaquero y J. L. Benedito.

Departamento de Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela

*Departamento I+D+I. Cesfac. Madrid.

Para maximizar la ganancia de peso de los terneros, estos deben explotarse en un régimen de cebo intensivo con dietas ricas en concentrado.

La economía de mercado favorece, al mismo tiempo, el empleo de todas las tecnologías disponibles para el procesamiento del grano, con el fin de mejorar la digestibilidad del almidón (Castillo *et al*, 2006).

Los diferentes factores implicados pueden, bajo determinadas condiciones, provocar disturbios ruminales en los terneros de cebo (Owens *et al*, 1998). Muchos estudios en los últimos años han evaluado los efectos de los antibióticos promotores del crecimiento sobre la fermentación ruminal y, cómo estos aditivos se han convertido en una herramienta esencial de manejo para prevenir o controlar la acidosis ruminal (Martin, 1998). Sin embargo, el uso generalizado de dichos antibióticos y la normativa sobre su prohibición aplicada por la Comisión Europea, han suscitado un creciente interés en los últimos años en cuanto a las posibles alternativas a los mismos, como pueden ser los ácidos orgánicos (Castillo *et al*, 2004; Pereira, 2006; Vázquez, 2007).

Uno de los ácidos orgánicos que ha generado más expectativas y que por tanto, ha sido más estudiado en la última década, es el malato, metabolito clave en el ciclo del ácido cítrico de las bacterias ruminales, que estimula la captación de lactato por diferentes microorganismos ruminales como *Selenomonas ruminantium*, principal bacteria ruminal, que actúa neutralizando el ambiente ruminal e incrementando la producción de propionato (Callaway y Martin, 1996; Martin, 1998; Vázquez, 2007).

En condiciones *in vitro*, el malato en forma ácida puede incrementar las concentraciones de propionato y ácidos grasos volátiles totales en el rumen (Martin y Streeter, 1995; Martin *et al*, 1999; Carro y Ranilla, 2003), disminuir la producción de metano (Carro y Ranilla, 2003) y reducir las concentraciones de lactato (Nisbet y Martin, 1991; Carro y Ranilla, 2003), además de incrementar la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, fibra neutro detergente y hemicelulosa (Carro *et al*, 1999).

En estudios de campo realizados en corderos, la suplementación con ácido málico no afectó a la ingesta, digestibilidad o ganancia de peso (Carro *et al*, 2006). Estos resultados opuestos, pueden ser debidos a diferencias en la composición de la dieta y/o a la dosis de aditivo aplicada. Castillo *et al* (2008), empleando una dieta basada en cereales, afirman que la suplementación con malato no ha tenido un efecto en el lote de terneros de cebo suplementados. Previamente, Castillo *et al* (2004) habían sugerido que factores dietéticos, como el tipo de forraje o la relación forraje/concentrado, resultaban muy importantes a la hora de determinar la respuesta a la suplementación de ácido málico, ya que la concentración del mismo en la dieta basal podría variar. La cantidad de ácido orgánico disponible puede variar según el tipo de forraje (gramíneas o leguminosas), su variedad, madurez y procesado (fresco, henificado o ensilado) (Callaway *et al*, 1997).

Estudios llevados a cabo *in vitro* (Martin y Streeter, 1995) han mostrado que los efectos del ácido málico son similares a los de su sal disódica.

Sin embargo, Castillo *et al* (2007) señalaron que los efectos del malato variaban según la forma química y según el período productivo en el que se aplicaba, ya que, mientras que en el período de crecimiento los resultados observados eran similares, en el período de acabado los resultados obtenidos con la forma ácida superan, a nivel productivo, a los valores obtenidos con la sal de malato.

Una vez evaluada la bibliografía disponible en relación a los diferentes estudios realizados, tanto *in vivo* como *in vitro*, sobre el efecto de las diferentes formas de suplementación del malato, así como la comparación de resultados tras la suplementación de malato frente a otros aditivos alimentarios, podemos concluir que existen muy pocos estudios que evalúen la suplementación con el ácido orgánico malato en terneros de cebo criados en condiciones de ganadería intensiva.

Una de las dudas que se plantea de forma habitual es qué forma química es la más apropiada para añadir a la dieta: el malato en forma de ácido o el malato en forma de sal. Tal y como señala Flores (2004), los ácidos orgánicos pueden ser añadidos a la dieta tanto en forma de ácido libre (en este caso $C_4H_6O_5$) como en forma de sal (concretamente como malato cálcico o como malato sódico).

Estudios previos realizados *in vitro* (Martin y Streeter, 1995) han demostrado que los efectos de la forma libre de ácido málico son similares a los obtenidos con la sal disódica, aunque sus diferentes formas químicas implican efectos diferentes sobre el ecosistema ruminal.

Material y Métodos

Animales de estudio y diseño experimental

Para la realización del presente estudio de 148 días de duración se emplearon 38 terneros de raza Blanco Azul Belga. Los terneros tenían aproximadamente 3-5 semanas cuando llegaron a la granja comercial donde fue realizado el estudio (Coren SCL, Ourense).

El estudio transcurre entre las 14 y las 35 semanas de vida, lo cual corresponde a los periodos de crecimiento y acabado de los sistemas de cría españoles. A su llegada a la explotación todos los animales fueron pesados e identificados. Asimismo, fueron vacunados y desparasitados. Del mismo modo, se les suministró a todos los animales un complejo vitamínico AD_3E inyectable.

Tras realizar dichas pautas de manejo los animales fueron estabulados por lotes en establos protegidos sin climatizar donde disponían de cama de paja. Durante el estudio todos los animales fueron tratados y manejados siguiendo las directrices españolas sobre bienestar animal.

Antes de comenzar con la dieta rica en grano propia del estudio, los animales recibieron un lactorreemplazante (1 l por cada 20 kg de PV) y una dieta de arranque, a base de granos de cereal (maíz, trigo y cebada) y semilla de soja (440 g/kg MS de PB), disponiendo siempre de agua y paja *ad libitum* (Bacha, 1999). >>



FEGASUR
2010

**Subasta Nacional
de Ganado**

Ifeca, Jerez,
5, 6 y 7 de noviembre de 2010

Cuadro I. Ingredientes y composición química del concentrado administrado a los animales pertenecientes a los grupos C, MA y MS en cada una de las fases del estudio.

Ingredientes (% MS)	Crecimiento	Acabado
Cebada	32,6	30,5
Maíz	10,0	10,0
Centeno	5,0	6,0
Trigo	10,0	10,0
Melaza	2,5	2,5
Palmiste	0	4,0
Aceite de palma (98% by pass)	1,8	2,0
Harina de soja 44% PB	15,1	9,6
DDGS	7,0	8,0
Gluten feed	10,0	10,0
Salvado de trigo	—	4,2
Cascarilla de soja	3,2	1,1
Corrector vitamínico-mineral ^a	2,8	2,1
Bicarbonato sódico	—	—
Composición química (% MS)		
UFC	1,01	1,01
Proteína bruta (PB)	16,6	15,5
Fibra bruta (FB)	5,0	5,0
Fibra neutro-detergente (FND)	19,0	21,6
Fibra ácido-detergente (FAD)	6,6	7,2
Extracto etéreo (EE)	4,1	4,7
Carbohidratos no estructurales (CNE) ^b	54,5	53,1
Cenizas	5,8	5,1
Almidón	35,0	35

^aCorrector vitamínico-mineral (por cada kg de MS del corrector): vitamina A 10.000 UI; vitamina D 2.000 UI; vitamina E 10 UI; Co 0,4 mg; Cu 16 mg; Fe 25 mg; I 2 mg; Mn 110 mg; Se 0,3 mg y Zn 120 mg.

^bCNE: a partir del cálculo: 100 - (PB + cenizas + FND + EE).

“La administración del ácido orgánico aporta beneficios desde los primeros momentos del ciclo productivo

Al principio del estudio los terneros fueron distribuidos de forma aleatoria en tres grupos experimentales: un grupo control (C, no suplementado, n=10), un grupo suplementado con 4 g de ácido DL-málico por kg (MA, n=14), y otro grupo suplementado con 4 g de malato disódico y cálcico por kg (MS, n=14).

La dieta tenía una composición característica para este tipo de explotaciones de cebo en España, que consistía principalmente en cebada junto con otros componentes que variaban en función de la fase productiva, crecimiento o acabado (**Cuadro I**).

Todos los granos fueron toscamente molidos con un diámetro de 5 mm (utilizando un molinillo de martillo). Los terneros durante todo el estudio tuvieron acceso ilimitado al pienso, agua y paja de cebada. La comida se administraba todos los días a las 08:00.

Valoración de los parámetros productivos y análisis del alimento

Diariamente era pesada la ración sobrante para valorar la ingesta diaria de pienso y paja, a las 07:30, es decir, antes de administrar la nueva ración. En el presente estudio, la ingesta diaria de paja fue de 1,5 kg por animal. Los índices de conversión fueron calculados como “kg de pienso consumidos/kg de peso ganado”. Los animales se pesaron individualmente al principio ($122,9 \pm 2,0$ kg) y al final de cada una de las fases de estudio.

Las muestras del concentrado empleado durante el estudio fueron recogidas al principio de cada una de las fases y enviadas al laboratorio para su análisis. Los procedimientos analíticos empleados fueron los estandarizados por la Unión Europea.

Los análisis estadísticos se realizaron empleando el paquete informático SPSS 12.1 para Windows. Consideramos diferencias significativas cuando la $p < 0,05$ y una tendencia a la significación cuando $0,05 > p > 0,1$.

Resultados y Discusión

Fase de crecimiento

Los datos productivos obtenidos durante la fase de crecimiento del presente estudio quedan reflejados en el **Cuadro II**.

Como se puede observar, el peso medio final fue numéricamente superior para el lote MA, aunque sin diferencias significativas en comparación con los lotes MS o C. Los datos referentes a la ingesta media diaria (IMD) o ganancia media diaria (GMD) mostraron mejores resultados numéricos

Cuadro II. Efecto de la suplementación de las distintas formas químicas del ácido orgánico en el desarrollo de los terneros durante la fase de crecimiento.

	Lote ¹		Significación ²	
	C	MA	MS	
Peso inicial (kg)		129,9±2,0		—
Peso final (kg)	208,5	213,2	209,8	0,916
GMD (kg)	1,41	1,44	1,44	0,762
IMD (kg/d)	4,9	4,8	4,7	—
IC	3,5	3,3	3,3	—

¹C = Lote control; MA = Lote de animales suplementado con ácido málico;

MS = Lote de animales suplementados con la sal del ácido orgánico.

²Nivel de significación de la variación entre grupos.

para los animales suplementados; por ello, el índice de conversión (IC) fue mejor en los primeros, independientemente de la forma química del suplemento.

Considerando la dosis del suplemento administrada con la ración, así como la IMD de los animales suplementados, la dosis recibida por término medio para esta etapa fue de 19,2 g/kg MS/animal/día para el lote MA y 18,8 g/kg MS/animal/día para el lote MS.

Fase de acabado

Los datos productivos recogidos en la fase de cebo o acabado quedan expuestos en el Cuadro III. En este caso, aunque el peso final así como la GMD fueron similares para los tres grupos, el mayor valor numérico correspondió al lote suplementado con la forma ácida (MA), y ello a pesar de su menor ingesta diaria (IMD).

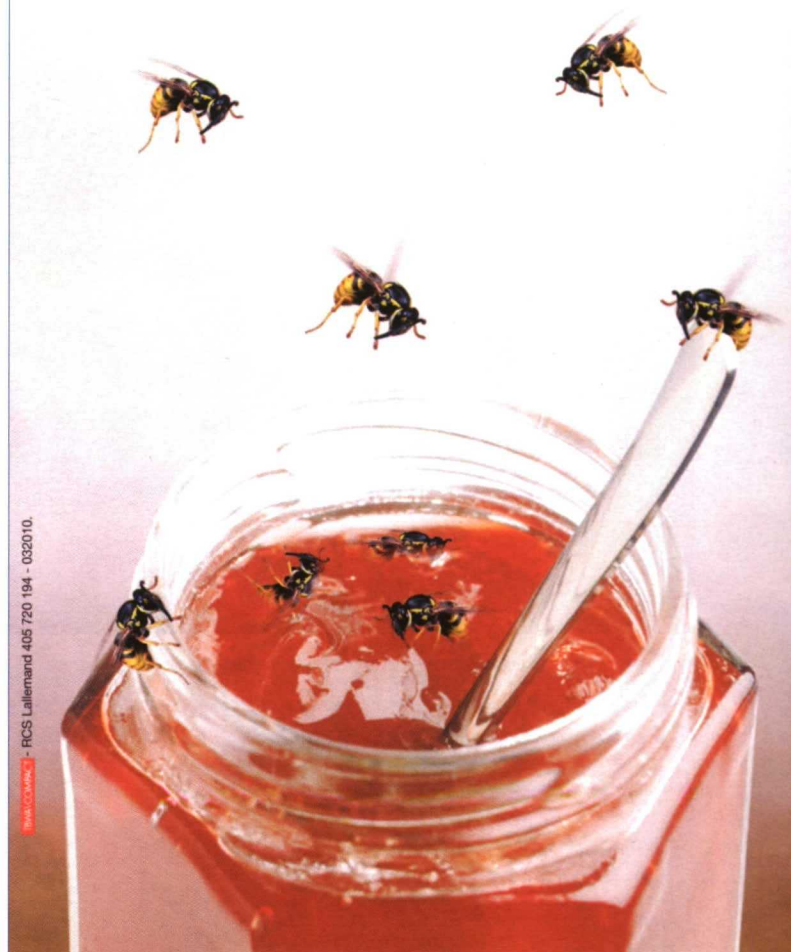
Los índices de conversión fueron numéricamente inferiores (y por tanto más satisfactorios) en los animales que recibieron el suplemento en forma ácida, indicando que su administración con la ración contribuye a mejorar la eficiencia productiva.

Considerando las dosis del suplemento administradas con la ración, así como la IMD de los animales suplementados, señalamos que la dosis recibida por término medio para esta etapa fue de 26,8 g/kg MS/animal/día para el lote MA y 28,4 g/kg MS/animal/día para el lote MS.

Son escasos los estudios en los que se abordan los efectos de la suplementación con el ácido orgánico en condiciones de campo. Aunque los resultados *in vitro* muestran que éste modifica favorablemente la fermentación ruminal (Carro *et al*, 1999), actualmente no existen estudios que aborden dichos efectos a largo plazo, especialmente en el caso de terneros de cebo en régimen intensivo, y mucho menos considerando la forma química del mismo.

Los datos del presente estudio, reflejan que la eficacia de la suplementación con el ácido orgánico va a depender de la forma química administrada (ácido o la sal del mismo), así como del momento productivo en el que se aplique. Así, mientras que fueron observados valores similares en lo que respecta a los lotes MA y MS para la fase de crecimiento, los datos fueron, en la fase de cebo, claramente favorables para el grupo MA. >>

El efecto **Bloqueo** sobre las bacterias indeseables



Agrimos

La fracción de levadura rica en Manano-oligosacáridos



Una solución natural que refuerza el bienestar de los animales:

- Paredes de levadura de fermentación primaria.
- Alto contenido en mananos (MOS).
- Calidad constante para una eficacia óptima.



Cuadro III. Efecto de la suplementación de las distintas formas químicas del ácido orgánico en el desarrollo de los terneros durante la fase de acabado.

	Lote ¹			Significación ²
	C	MA	MS	
Peso inicial (kg)	208,5	213,2	209,8	0,916
Peso final (kg)	416,2	427,9	412,7	0,551
GMD (kg)	1,67	1,73	1,63	0,334
IMD (kg/d)	7,5	6,7	7,1	—
IC	4,5	3,9	4,4	—

¹C = Lote control; MA = Lote de animales suplementado con ácido málico;

MS = Lote de animales suplementados con la sal del ácido orgánico.

²Nivel de significación de la variación entre grupos.

En cualquier caso es interesante señalar que, independientemente de la forma química, en este diseño experimental los animales que recibieron el suplemento tuvieron numéricamente mejores índices de conversión que el lote C desde el principio del estudio, básicamente atribuible a una menor IMD. Este hecho, desde una perspectiva global coincide con lo descrito en estudios previos, bien sea en medios *in vitro* (Carro *et al*, 1999; López *et al*, 1999; Carro y Ranilla, 2003; Ranilla y Carro, 2003) o *in vivo* (Kung *et al*, 1982; Martin *et al*, 1999; Carrasco *et al*, 2007).

La mejora en los índices de conversión asociados al consumo del suplemento constituye un reflejo de la mejora en los procesos de fermentación ruminal así como en la digestión de nutrientes (Liu *et al*, 2009).

Se ha sugerido que la presencia del ácido orgánico en el medio ruminal incrementa la transferencia de H⁺, favoreciendo los procesos bioquímicos ruminales (Rogers y Withman, 1991). De este modo, el H⁺ extraído será utilizado para incrementar la síntesis de propionato (precursor glucogénico), de una manera regulada. El resultado es un incremento en la producción de elementos carbonados, en el crecimiento de la población microbiana y una mayor eficacia en la extracción de energía a partir de la fermentación de la materia orgánica en el rumen (Rogers y Wiyhman, 1991; Carro *et al*, 1999), favoreciendo así el crecimiento del animal (Caja *et al*, 2003).

Los buenos resultados de la forma ácida en la fase de cebo coinciden con los datos que ya fueron aportados por Sanson y Stallcup (1984), Streeter *et al* (1994) o Martin *et al* (1999), aunque hemos de señalar que los índices registrados en el presente experimental fueron inferiores a los referidos por dichos autores. Estos resultados pueden ser consecuencia de la menor dosis de ácido málico empleado en nuestro estudio (el recomendado no obstante, por el fabricante), en comparación con algunos de ellos, así como la edad de los animales al ser suplementados. Debe de tenerse en cuenta, a la hora de comparar resultados, las diferencias entre los sistemas de alimentación para el engorde de terneros americano y europeo, que no siempre permite una extrapolación directa de los resultados.

Conclusiones

Por tanto, de los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente estudio se concluye que la administración del ácido orgánico aporta beneficios desde los primeros momentos del ciclo productivo en comparación con el lote Control, aunque no se detectan diferencias en función de la forma química empleada. Por el contrario, en la fase de cebo es evidente que la forma de administración recomendada del suplemento es la forma ácida. ■

Referencias bibliográficas en poder de la redacción a disposición de los lectores interesados (mundoganadero@eumedia.es)