

Resultados de la adición de malato en vacas de leche

Introducción

La estrategia alimentaria de los rumiantes se basa en la simbiosis establecida entre los microorganismos ruminales y el animal. El objetivo de esta simbiosis es obtener la mayor cantidad de energía y proteína del ecosistema ruminal.

Para el desarrollo de la fermentación ruminal los microorganismos necesitan carbohidratos como fuente de energía y un aporte de proteína o de nitrógeno no proteico como fuente de aminoácidos. El producto final aprovechado por el animal rumiante serán ácidos grasos volátiles (AGV) de los que el rumiante obtiene más del 60% de la energía y proteína microbiana de alto valor biológico que será absorbida a nivel intestinal.



La regulación de la fermentación ruminal tiene como objetivo maximizar el aporte de energía y de proteína a la vaca optimizando el desarrollo microbiano, manteniendo condiciones saludables tanto para el rumen como para la microflora intestinal y mejorando la fermentación de las diferentes fracciones de carbohidratos.

Entre los aditivos empleados en alimentación de vacas de leche se encuentran las sales de ácidos dicarboxílicos como el malato sódico o cálcico que van a actuar en el ecosistema ruminal aumentando la masa microbiana, mejorando la digestibilidad de diferentes nutrientes y aportando una mayor cantidad de proteína microbiana en el intestino.

Sales de ácidos orgánicos y fermentación ruminal

El empleo del malato como fermentador ruminal empezó en los años 70 donde se vio que su aporte estimulaba ciertas poblaciones microbianas,

las cuales modificaban los patrones de fermentación en el rumen.

Paynter y Elsden en 1970 observaron que bacterias de la familia *Selenomonas* incrementaban la producción de propionato y acetato por oxidación directa de lactato.

Los requerimientos de *Selenomonas* fueron estudiados por Linehan y col. en 1978 y sustratos como el malato estimularon el crecimiento de *Selenomonas* en cultivos *in vitro*.

Los primeros estudios en vacas de leche fueron realizados por Kung y col. en 1982 y observaron que el aporte de malato aumentaba la persistencia de la curva de lactación en vacas de leche.

Russel y Van Soest (1984) demostraron que la adición de malato en cultivos *in vitro* aumentaba la producción de ácidos grasos volátiles, principal fuente de energía del vacuno lechero.

Los estudios realizados por Nisbet y col. en 1990 concluyeron que el consumo de lactato por medio de *Selenomonas* aumentaba al adicionar malato. A partir de estos estudios se empezó a utilizar el malato con el objetivo de reducir el ácido láctico del rumen, principal causante de acidosis. Durante muchos años se ha utilizado el malato con el objetivo de aumentar el pH ruminal sin tener en cuenta los beneficios que aportaba como sustrato de diferentes poblaciones bacterianas que es realmente donde se producirían los efectos más importantes del empleo del malato.

En el año 2006, los estudios realizados por Khampa y col. vieron que la adición de malato a la alimentación de terneros aumentaba la población total microbiana del rumen tanto la flora amilolítica como la flora celulolítica de manera estadísticamente significativa y producía un descenso en la población de protozoos.

Al aumentar la flora encargada de la digestión de los carbohidratos se obtienen dos resultados diferentes al mismo tiempo, por una lado una mayor digestión de los carbohidratos y, por otro lado, una mayor producción de proteína microbiana disponible a nivel intestinal.

En un segundo estudio de Khampa publicado en ese mismo año, observó que un aumento en la dosis de 10 a 20 gramos de malato sódico producía un aumento significativo en las poblaciones microbianas de *Megasphera* y de *Selenomonas*, dos familias de bacterias cuyo producto final de la fermentación son ácidos grasos volátiles.

Estos aumentos de la población microbiana también han sido reportados en otros estudios con malato. Sniffen y colaboradores en 2006 vieron un aumento de la proteína microbiana al adicionar

malato a la ración de vacas de leche. Los mismos resultados fueron reportados por Tejido y col. y por Gómez y col. Ambos han obtenido resultados similares al adicionar malato a dietas con diferentes niveles de forraje y concentrado.

El mecanismo de acción del malato es servir como sustrato para diferentes poblaciones microbianas, estimulando su crecimiento y mejorando las condiciones del rumen

Digestibilidad y ácidos grasos volátiles

Existen multitud de pruebas que demuestran que la adición de malato mejora la digestibilidad de diferentes fracciones de la dieta; se han encontrado aumentos en la digestibilidad de la materia seca (Liu, 2009; Sniffen, 2006; Carro, 1999; Newbold, 2005), de la materia orgánica (Liu, 2009; Sniffen, 2006), de la fibra Neutro detergente (Liu, 2009; Sniffen, 2006; Carro 1999) de la fibra ácido detergente (Sniffen, 2006) y de la hemicelulosa Carro 1999. Estos aumentos de la digestibilidad concuerdan con la idea de que el malato estimula el crecimiento de diferentes poblaciones microbianas que intervienen en la degradación de los carbohidratos.

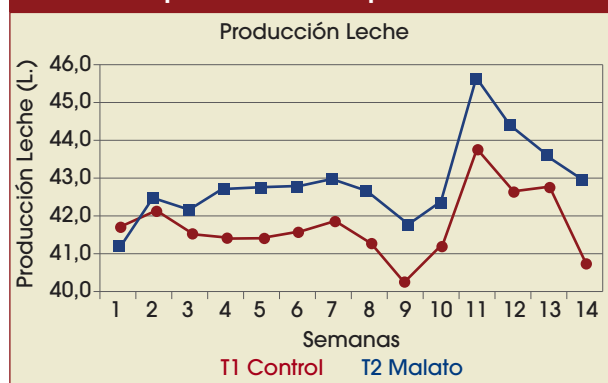
Igualmente existen múltiples estudios que han reportado aumentos en la producción de AGV totales al adicionar malato tanto *in vitro* (Martin Streeeter, 2005; Carro, 1999; Carro y Ranilla, 2003; Gómez, 2005) como *in vivo* en terneros (Vicini, 2003; Khampa, 2006; Liu en 2008) y en vacas de leche (Kung, 1982; Martin, 1999; Khampa, 2006). Este aumento de AGV proporcionan a la vaca un aporte extra de energía.

Efectos sobre la producción en vacas de leche

Para estudiar el efecto del empleo de malato sobre la producción láctea se analizaron de manera conjunta 4 pruebas que agrupaban 516 vacas. Para las 4 pruebas se estableció un diseño con dos tratamientos, un grupo control y un grupo tratamiento que consistía en las mismas dietas control suplementadas con malato (48-84 gramos por vaca y día según la prueba). Las 4 pruebas fueron similares en cuanto a diseño y tratamiento y los grupos seleccionados eran equivalentes en variables tales como número de partos, producción de leche previa al inicio de la prueba y días en lactación. Tres de las pruebas fueron suplementadas con 48 gramos de malato sódico-cálcico por vaca y día y una de las pruebas fue suplementada con 84 gramos por vaca y día. La producción de leche fue medida diariamente hasta los 90 días de lactación y se calcularon medias semanales durante este periodo.

Se evaluó la homogeneidad de los datos y éstos fueron integrados y combinados en un metanálisis (Figura 1).

Figura 1. Media semanal de litros de leche producidos en las pruebas



El resultado del análisis en conjunto de todas las pruebas fue un incremento significativo de la producción de leche, alcanzando 42,85 litros por vaca y día en el grupo Malato frente a 41,81 ($p = 0,0107$; $ES = 0,346$) en el grupo control. El aumento fue de un 2,3% sobre las semanas estu-

Rumalato

Combinación de sales de ácidos orgánicos

Eficiencia en leche

**Mejora las condiciones ruminales
y el rendimiento
en las explotaciones lecheras**

NOREL
ANIMAL NUTRITION

NOREL,S.A.
Jesús Aparidiz, 19, 1º A y B • 28007 Madrid (SPAIN)
Tel. +34 91 501 40 41 • Fax +34 91 501 45 44

Resultados de la adición de malato

diadas en las diferentes pruebas. Se observaron interacciones entre el tratamiento y la semana de producción ($p = 0,0015$).

Como puede verse en la figura la inclusión de malato aumentó la producción desde la primera semana de uso hasta la cuarta semana y después mantuvo ese incremento.

Como conclusión podemos decir que el empleo de malato en raciones de vacas de leche de alta producción aumenta la producción.

Resultados similares ya habían sido reportados por Kung en 1982 que observó que la adición de malato aumentaba la persistencia de la curva de producción. Estudios realizados por Sniffen y col. en 2006 mostraron aumentos de producción estadísticamente significativos ($p < 0,01$) de 1,5 litros al adicionar malato (36,8 grupo control vs 38,3 grupo Malato). Wang y col. en 2009 obtuvieron aumentos de producción de leche en vacas a medida que aumentaron la dosis de malato de la dieta ($p < 0,05$).

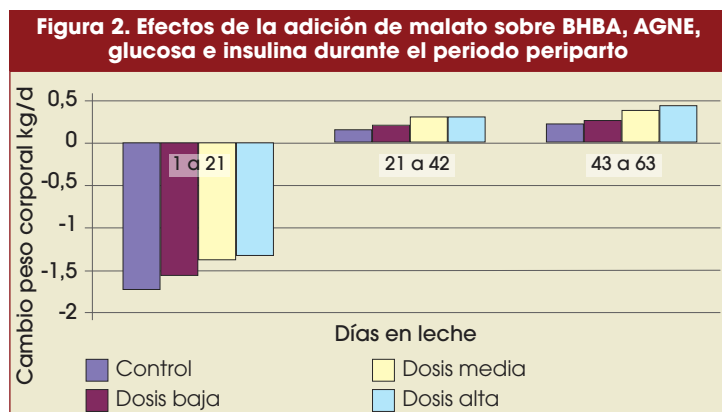
Parámetros bioquímicos en el periparto

El posparto en los rumiantes está caracterizado por un periodo de balance energético negativo (BEN). Los niveles de ácidos grasos no esterificados (AGNE) y de beta-hidroxibutirato (BHBA) están negativamente correlacionados con el balance energético negativo; por tanto los niveles de AGNE y de BHBA pueden usarse como indicadores del balance energético.

Los niveles de BHBA son utilizados también para el diagnóstico de cetosis en el posparto. En periodo de BEN la vaca moviliza grasa y la oxidación incompleta de los AGNE da como resultado un elevado nivel plasmático de BHBA; niveles elevados de BHBA son los causantes de cetosis en vacas de leche.

Wang y col. (2009) estudiaron los efectos de la adición de malato sobre parámetros sanguíneos como BHBA, AGNE, glucosa e insulina durante el periodo periparto y observaron que la adición de malato aumentó los niveles de glucosa e insulina en sangre y disminuyó los valores de BHBA y NEFA.

También observaron que al aumentar las dosis de malato la pérdida de peso en el posparto disminuyó. La pérdida de peso fue menor a medida que aumentó la dosis de malato por vaca y día (Figura 2).



Con los resultados obtenidos los autores concluyeron que la adición de malato mejoró el balance energético, disminuyó la movilización de grasa durante el posparto y mejoró los valores de parámetros bioquímicos de indicadores de cetosis, por lo que el malato puede emplearse como una herramienta para mejorar el BEN durante el preparto y el posparto. El malato es un aditivo que puede ser empleado como preventivo de cetosis y para mejorar el BEN en el posparto.

Conclusión

La adición de malato en vacas de leche aumenta la flora microbiana amilolítica y celulolítica, mejorando la digestibilidad de diferentes nutrientes, aumentando la producción de proteína microbiana y la producción de AGV y mejorando el metabolismo energético y proteico de los rumiantes. Estas mejoras en el metabolismo mejoran el balance energético de las vacas en el posparto y los parámetros sanguíneos y reducen el riesgo de enfermedades metabólicas. El empleo del malato aumenta la producción de leche y la persistencia de la curva de lactación.

Bibliografía

- Carro, M.D., López, S., Valdés, C., Overjero, F.J., 1999. Effect of dl-malate on mixed ruminal microorganism fermentation using the rumen simulation technique (RUSITEC). *Anim. Feed Sci. Technol.* 79, 279-288.
- Carro, M.D., Ranilla, M.J., 2003. Effect of the addition of malate on *in vitro* rumen fermentation of cereal grains. *Br. J. Nutr.* 89, 181-188.
- Devant, M., Bach, A., 2004. Effect of malate supplementation on rumen fermentation and milk production in postpartum cows. *J. Dairy Sci.* 87 (Suppl. 1), 47.
- Gomez, J. A., M. L. Tejido, and M. D. Carro. 2005. Influence of disodium malate on microbial growth and fermentation in Rusitec fermenters receiving medium- and high-concentrate diets. *Br. J. Nutr.* 93:479-484.
- Khampa, S., M. Wanapat, C. Wachirapakorn, N. and M. Wattiaux, 2006. Effect of levels of sodium dl- malate supplementation on ruminal fermentation efficiency in concentrates containing high levels of cassava chip in dairy steers. *Aisan-Aust. J. Anim.*
- S. Khampa and M. Wanapat 2006 Supplementation of Urea Level and Malate in Concentrate Containing High Cassava Chip on Rumen Ecology and Milk Production in Lactating Cows. *Pakistan Journal of Nutrition.*
- Kung, L. Jr., Huber J. T., J. D. Krummrey, L. Allison, and R. M. Cook Influence of Adding Malic Acid to Dairy Cattle Rations on Milk Production, Rumen Volatile Acids, Digestibility, and Nitrogen Utilization. *Journal of Dairy Science* 1982
- Linehan, B., C. C. Scheifinger, and M. J. Wolin. 1978. Nutritional requirements of *Selenomonas ruminantium* for growth on lactate, glycerol or glucose. *Appl. Environ. Microbiol.* 35 : 317.
- Liu, Q., Wang, C., Yang, W.Z., Dong, Q., Dong, K.H., Huang, Y.X., Yang, X.M., He, D.C., 2009. Effects of malic acid on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. *Animal* 3, 32-39.
- Nisbet, D.J., Martin, S.A., 1991. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *J. Anim. Sci.* 69, 4628-4633.
- Paynter J.B. and Elsident S.R. 1970. Mechanism of propionate formation by *selenomonas ruminantium*, a rumen micro-organism. *Journal of general microbiology*
- Russell J.B. and van Soest P.J. 1984. *In vitro* ruminal fermentation of organic acids common in forage. *Applied and environmental microbiology*
- Sniffen, C.J., Ballard, C.S., Carter, M.P., Cotanch, K.W., Danna, H.M., Grant, R.J.,
- Mandebvu, P., Suekawa, M., Martin, S.A., 2006. Effects of malic acid on microbial efficiency and metabolism in continuous culture of rumen contents and on performance of mid-lactation dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 127, 13-31.
- Tejido, M. L., M. J. Ranilla, R. Garcia-Martinez, and M. D. Carro. 2005. *In vitro* microbial growth and rumen fermentation of different diets as affected by the addition of disodium malate. *Anim. Sci.* 81:31-38.
- Vicini, J.L., Bateman, H.G., Bhat, M.K., Clark, J.H., Erdman, R.A., Phipps, R.H., Van Amburgh, M.E., Hartnell, G.F., Hintz, R.L., Hard, D.L., 2003. Effect of feeding supplemental fibrolytic enzymes or soluble sugars with malic acid on milk production. *J. Dairy Sci.* 86, 576-585.
- Wang C., Q. Liu, W.Z. Yang, Q. Dong, X.M. Yang, D.C. He, K.H. Dong, Y.X. Huang 2009 Effects of malic acid on feed intake, milk yield, milk components and metabolites in early lactation Holstein dairy cows. *Livestock Science.*

