



Mellora da eficiencia ruminal co uso de minerais de orixe mariña

Neste artigo abórdase a importancia do uso de minerais mariños na nutrición animal, e máis concretamente nas vacas de leite, con base en diversos estudos que confirmaron os seus efectos positivos grazas á súa maior biodisponibilidade respecto doutras fontes provenientes dos minerais terrestres.

Alexandre Udina
Director técnico de Adial
alexudina@adial.es

A eficiencia alimentaria en vacas de leite pódese definir como a fracción de enerxía do alimento transformada en produtos vendibles (VandeHaar, 2016). Así, a eficiencia en produción de leite serán os kg de leite corrixido a graxa ou enerxía por kg de inxestión de materia seca consumida. Este

obxectivo de mellora na produción é imprescindible para a mellora no aproveitamento de recursos, a sostibilidade e en reducir o impacto medio ambiental.

O aumento na eficiencia alimentaria en vacún de leite reduce as emisións de gases de efecto invernadoiro (Knapp e outros, 2014) e un estudo de varios anos de Capper (2009) demostrou que a redución do 60 % das emisións de gases por unidade de leite producida era debido principalmente á mellora da eficiencia

alimentaria (feed efficiency, FE). Un recente estudo da Universidade de Western (Australia) mostrou unha mingua do 28 % na produción de metano en vacún usando algas mariñas calcarias (Aci Buf), que, en base á súa composición de calcio e magnesio totalmente solubles a pH ruminal, melloran a fermentación ruminal e a eficiencia alimentaria.

O uso de minerais mariños na nutrición animal desenvolveuse nos últimos anos e, desde 1993, a empresa Celtic Sea Minerals (Cork, Irlanda) abandeirou os estudos e a comercialización destas opcións, tendo en conta os efectos positivos que se reportan ao usar fontes de minerais mariños máis biodisponibles que as fontes de minerais terrestres.

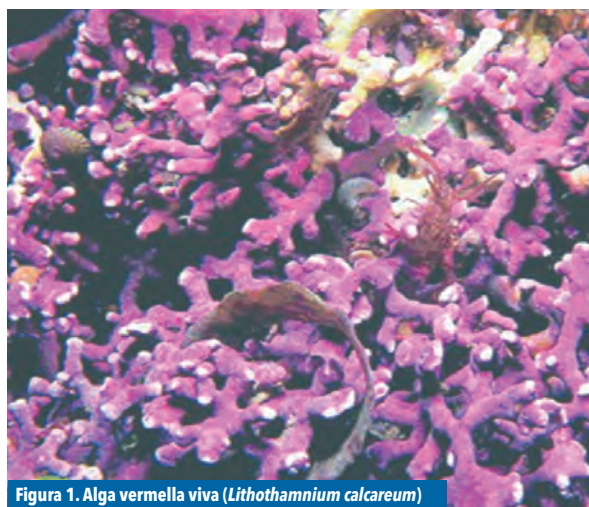


Figura 1. Alga vermella viva (*Lithothamnium calcareum*)

▶ NA COMPOSICIÓN DAS ALGAS MARIÑAS CALCARIAS, ADEMAIS DO CALCIO E DO MAGNESIO, HAI OUTROS MINERAIS QUE TEÑEN EFECTOS MOI BENEFICIOSOS COMA O IODO, O XOFRE OU O POTASIO

FONTES DE CALCIO MARIÑO

O *Maërl* ou *Lithothamnium calcareum* é unha alga vermella que durante o seu crecemento absorbe de forma rápida minerais e nutrientes do mar. O esqueleto calcario depositase no fondo mariño e mediante un estrito proceso de recollida, lavado e limpeza para purificar, cribado e moenda, obtense unha materia prima que se pode definir como un complexo mineral mariño con 74 minerais traza biodisponíbles. A composición é variable segundo a zona de obtención, así os depósitos de algas mariñas calcarias en augas frías como as de Islandia son de moita máis calidade que os depósitos en augas máis tépedas e, por tanto, nada teñen que ver en composición mineral e en efectividade unhas fontes de *Lithothamnium* con outras.

O *Lithothamnium* de Islandia é o máis estudado, con máis de cincuenta publicacións en revistas científicas e máis de sesenta proxectos de investigación específicos desta alga mariña calcaria, comercializada internacionalmente baixo o nome de Acid Buf. Unha das súas características é a estrutura tridimensional como un panal de abella, que lle confire unha área de superficie de máis de 10,17 m²/g.

Na composición mineral hai, por orde de máis frecuentes, calcio (en forma de carbonato de calcio), magnesio (en forma de carbonato de magnesio), sodio, potasio, cloro, fósforo, xofre etc.

O calcio é o mineral máis abundante na súa composición, con riquezas do 30 ao 35 % e en forma de carbonato cálcico, pero non só en forma de calcita como ocorre ▶▶



MARÍA HERMIDA PONSE Á FRONTE DO LABORATORIO ROCK RIVER EN ESPAÑA

A exxefa de servizo da Finca Mouriscade (Deputación de Pontevedra) inicia unha nova etapa profesional ao chegar a un acordo de colaboración co laboratorio americano Rock River para o desenvolvemento da súa actividade en exclusiva para toda España.

Con sede en Wisconsin (EE. UU.), Rock River conta cunha potente rede de laboratorios especializados na análise agrícola por todo o mundo.

María Hermida continuará exercendo o seu labor profesional no ámbito que mellor coñece, o da análise de ensilados e forraxes, pero a partir de agora farao coa nova metodoloxía do Rock River Laboratory Spain.

Especialistas na análise de:

- Ensilados de pradeira, millo e cereais (trigo, cebada, sorgo...)
- Forraxes deshidratadas (todo tipo de feos, leguminosas, alfalfa...)
- Forraxes húmidas (pastone, bagazo de cervexa...)

Análises que se adaptan ás súas necesidades:

- **Análise tradicional** dos parámetros máis habituais (materia seca, fibras, proteínas...)
- **Análise completa**, que inclúe a dixestibilidade en distintos períodos de tempo da fibra neutra e do amidón (no caso dun silo de millo, por exemplo)



ROCK RIVER LABORATORY SPAIN

María Hermida

Polígono Industrial Lalín 2000, Parcela A8
Lalín – Pontevedra (España)

maria@rockriverlab-spain.com

986 597 195 | 629 901 290

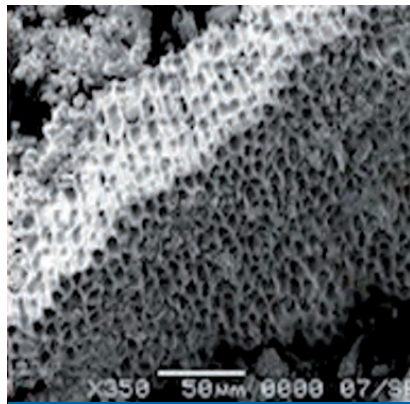
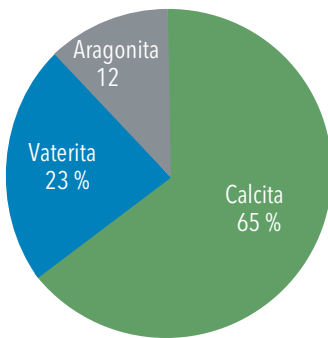


Figura 2. Visión en microscopio do esqueleto calcario de *Lithothamnium calcareum*

▶ A BIODISPOÑIBILIDADE DO MAGNESIO É MOI IMPORTANTE, PORQUE, SE NON É SOLUBLE NO RUME, NIN VAI TER EFECTO ALCALINIZANTE NIN TAMPOUCO SE VAI ABSORBER

Figura 3. Composición das fases polimórficas do CaCO₂ do Acid Buf



Aragonita e vaterita son polimorfos da calcita

nos carbonatos cálcicos terrestres, senón con dous polimorfos como a vaterita e a aragonita.

Unha das características dos minerais mariños, e neste caso do calcio, é a súa alta biodispoñibilidade, xa que se solubiliza tamén a pH altos. Esta solubilidade é total en pH ruminal de entre 5,8 e 6,5, polo que, ademais, terá un efecto tampón no rume.

O segundo mineral en abundancia é o magnesio, que se presenta nunha porcentaxe do 5,5 ao 6,5 % no *Lithothamnium calcareum* de Islandia, mentres que outros *Lithothamnium* teñen porcentaxes de só o 1 %. Está en forma de carbonato de magnesio e tamén se solubiliza rapidamente o Mg a pH ruminal e, ademais do efecto alcalinizante en rume, será absorbido e terá efectos metabólicos.

O calcio solubilizado en rume ten efectos inmediatos na integridade das mucosas e como catión é capaz de neutralizar ácido. Pódese realizar unha valoración *in vitro* cun *Metrohm titrino* para comparar a cantidade de ácido (volumen de ácido clorhídrico) que a un pH determinado unha subs-

tancia pode neutralizar durante máis tempo. Así, nos estudos a pH ruminal de 6, un carbonato cálcico mariño é capaz de neutralizar o dobre de ácido que o bicarbonato sódico, mentres que un carbonato cálcico terrestre practicamente non ten ningún efecto xa que non se solubiliza o calcio se o pH non baixa ao redor de 3-4. A capacidade tampón do *Lithothamnium calcareum* (Acid Buf) é o dobre que a do bicarbonato sódico:

Na composición das algas mari-

$\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$: unha molécula de ácido acético é neutralizada por cada molécula de bicarbonato sódico.

$\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$: dúas moléculas de ácido acético son neutralizadas por cada molécula de carbonato cálcico soluble en rume.

Figura 4. Solubilización a pH 5,8 do calcio e do magnesio do Acid Buf

Liberación de calcio				
	0-2 horas	2-4 horas	4-6 horas	6-8 horas
Calcio	56,71 %	74,57 %	87,55 %	100 %

Liberación de magnesio				
	0-2 horas	2-4 horas	4-6 horas	6-8 horas
Magnesio	86,17 %	87,16 %	95,96 %	96,66 %

ñas calcarias, ademais do calcio e do magnesio, hai outros minerais, algúns dos cales teñen efectos moi beneficiosos como o iodo, o xofre ou o potasio. O carbonato de potasio é unha fonte moi soluble de potasio e moi beneficiosa para as bacterias fibrolíticas ruminais e para a biohidroxenación das graxas no rume. As achegas destes outros minerais son ▶▶



We are powered by science.

Excelencia en el rendimiento

Minerales marinos biodisponibles para mejorar la eficiencia ruminal



LAS SOLUCIONES QUE OFRECEMOS SON EL RESULTADO DE MÁS DE 50 ESTUDIOS CIENTÍFICOS ESPECÍFICOS PARA NUESTROS PRODUCTOS.

Acid Buf es 100% natural y único, y ofrece soluciones nutricionales para:

- ✓ Mejorar la producción de leche y su calidad (más grasa)
- ✓ Incrementar la productividad por kg de ingesta de materia seca
- ✓ Reducir los riesgos de acidosis en el rumen
- ✓ Reducir las emisiones de metano



adial
Feed Additives

Para más información, póngase en contacto con Adial Nutrición, S.L., distribuidor oficial en España y Portugal.

Adial Nutrición | Girona (España) | T +34 972 546 155 | E adial@adial.es | www.adial.es



Da auga de mar tamén se poden obter os sales minerais que hai disoltos e, concretamente, concentrar o magnesio puro pola súa alta dispoñibilidade

► O EFECTO NO AUMENTO, TANTO DA PORCENTAXE DE GRAXA EN LEITE COMO DO TOTAL DE KG DE GRAXA/VACA/DÍA, É POLA ACHEGA DE MAGNESIO SOLUBLE QUE A NIVEL METABÓLICO FAVORECE A TRANSFERENCIA DE GRAXA DE SANGUE A LEITE

Figura 5. Proba in vitro do efecto antiácido de distintas fontes de magnesio a pH 5,8

Fonte	Descrición	pH (aumento inicial)	Volume ácido (ml)	% Mg
MgO mariño (Irlanda)	Po fino branco	11,09	110,77	56 %
Rusia	Po beixe	9,3	20,44	
Grecia	Material granulado branco	9,02	5,31	
Sudáfrica	Material granulado branco	6,3	1,3	
Sudáfrica	Material granulado beixe	9,11	16,48	36 %
Sudáfrica	Pos beixe/marrón	9,2	15,86	
Noruega	Material granulado marrón/beixe	9,94	5,77	
Reino Unido	Po gris	8,27	12,07	
Reino Unido	Material granulado marrón	8,9	9,04	54 %
Reino Unido	Material granulado marrón	8,84	12,66	
Reino Unido	Material granulado marrón	9,43	10,12	
China		9,59	8,83	58 %
España		9,84	0,25	
España		11,34	16,74	54 %
EE. UU.	Material granulado branco	8,63	86,81	60 %
EE. UU.	Material granulado marrón	10,53	2,5	
Australia	Material granulado marrón	8,86	3,7	55 %
EE. UU.	Material de branco granulado	11,29	63,59	54 %

0,7 % potasio, 0,7 % xofre, 0,4 % sodio, 0,4 % cloro, ferro 800 ppm, fósforo 500 ppm, manganeso 50 ppm, iodo 30 ppm, cobre 10 ppm, boro 10 ppm, zinc 10 ppm, selenio 1,8 ppm, molibdeno 0,2 ppm, cobalto 0,1 ppm etc.

Ademais da achega de minerais, outra característica única do *Lithothamnium calcareum* das augas frías é a presenza de polisacáridos dentro do esqueleto calcáreo, que non se observan noutras fontes de *Lithothamnium*.

FONTES DE MAGNESIO MARIÑO

Da auga de mar tamén se poden obter os sales minerais que hai disol-

tos e, concretamente, concentrar o magnesio puro pola súa alta biodispoñibilidade. A auga de mar contén aproximadamente un 3,5 % de sales disoltos, das que un 0,5 % son cloruro de magnesio ($MgCl_2$ e sulfato de magnesio ($MgSO_4$).

Para obter magnesio mariño, úsase primeiro un substrato de carbonato cálcico mariño, que se calcina a altas temperaturas (1.600 °C) para ter óxido de calcio que se mestura con auga e se obtén hidróxido de calcio. Se este hidróxido de calcio se mestura con auga de mar, precipítanse cristais de magnesio a partir dos sales de magnesio

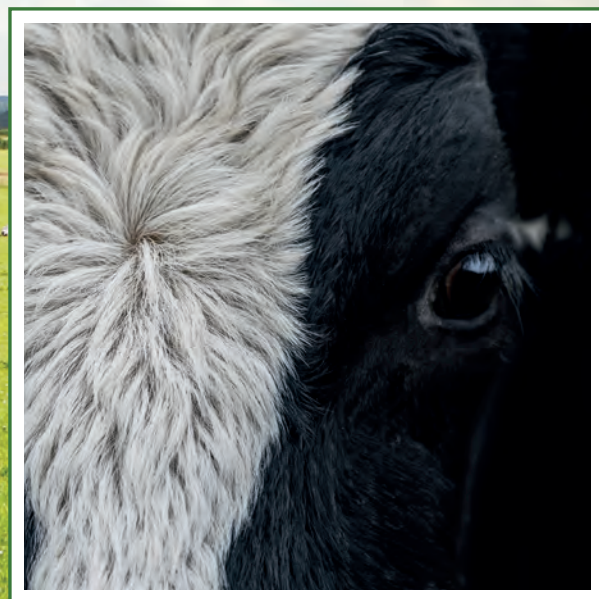
que hai no mar (cloruro de magnesio e sulfato de magnesio). Estes cristais de hidróxido de magnesio concéntranse e fáiselles un tratamento térmico a 1.000 °C para formar óxido de magnesio. De feito, con esta segunda calcinación sepárase o magnesio que por exposición ao aire queda como óxido de magnesio e pode ter unha riqueza do 54 ao 56 % en Mg.

As distintas fontes de Mg son moi variables en canto á súa capacidade de liberar magnesio soluble nos ruminantes. Estudos científicos (Schoenwille *et. al.* J. Dairy Sci. 2008, 91:271-278) mostran que os niveis de absorción de magnesio (en porcentaxe do Mg inxerido) en vacas de leite é de media do 26,2 %, con variacións do 9,9 % ao 73,7 %, dependendo da fonte de magnesio. Isto significa que a biodispoñibilidade do magnesio é moi importante, porque, se non é soluble no rume, nin vai ter efecto alcalinizante nin tampouco se vai absorber, e en ruminantes adultos só se absorbe magnesio vía parede ruminal. Os novos programas de formulación NDS e CNCPS da Universidade de Cornell xa usan ao formular unha corrección ►►

2020

Se podrá fraccionar el pago de la prima en 2 veces

Seguro de Ganado Vacuno de reproducción y producción



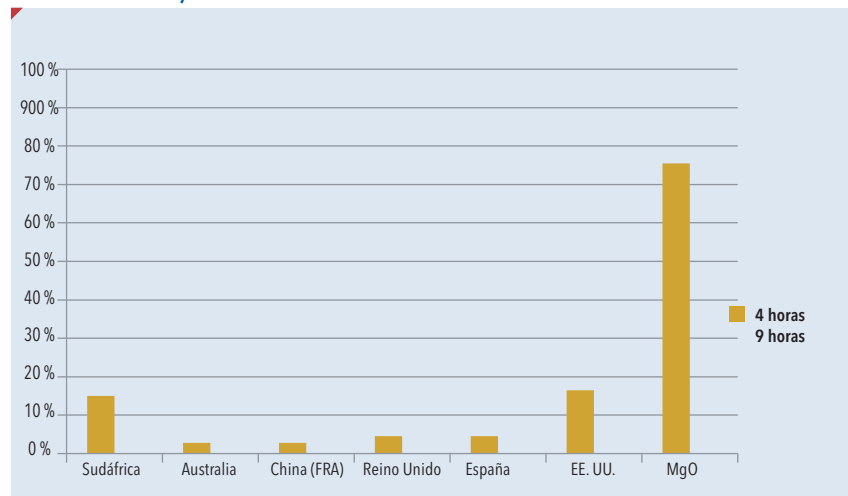
Incluye saneamiento ganadero.
Asegure la calidad de su leche
(células somáticas, aflatoxinas...)



agoseguro
40 AÑOS 

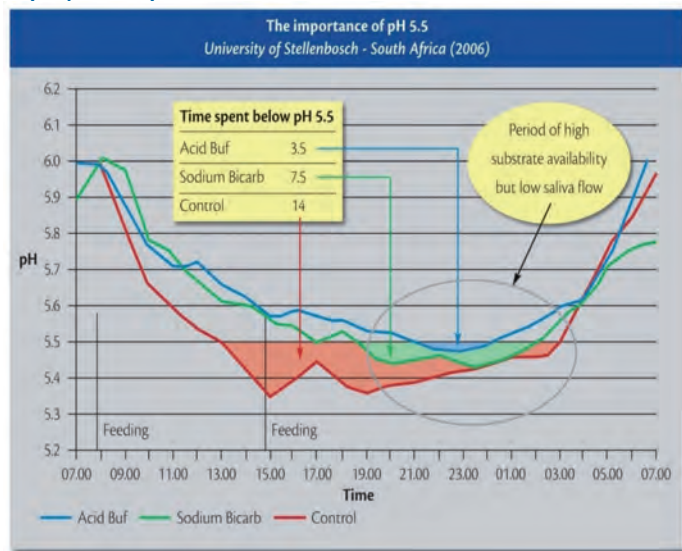
PARA SUSCRIBIR SU SEGURO DIRÍJASE A: • MAPFRE ESPAÑA CÍA. DE SEGUROS Y REASEGUROS • AGROPELAYO SOCIEDAD DE SEGUROS S.A. • CAJA DE SEGUROS REUNIDOS (CASER) • SEGUROS GENERALES RURAL • ALLIANZ, COMPAÑÍA DE SEGUROS • PLUS ULTRA SEGUROS • HELVETIA CÍA. SUIZA S.A. DE SEGUROS • MUTUALIDAD ARROCERA DE SEGUROS • CAJAMAR SEGUROS GENERALES S.A. • GENERALI DE ESPAÑA, S.A. SEGUROS • FIATC, MUTUA DE SEGUROS Y REASEGUROS • BBVASEGUROS, S.A. DE SEGUROS • AXA SEGUROS GENERALES • SEGUROS CATALANA OCCIDENTE • REALE SEGUROS GENERALES • MGS SEGUROS Y REASEGUROS S.A. • SANTALUCÍA S.A. CÍA. DE SEGUROS • MUSSAP, MUTUA DE SEGUROS • AGROMUTUA-MAVDA, SDAD. MUTUA DE SEG. • PELAYO, MUTUA DE SEGUROS A PRIMA FIJA

Figura 6. Solubilidade do magnesio en rume artificial (MgO, magnesio mariño de alta solubilidade)



Alimetrics (Finlandia, 2013)

Figura 7. Comparativa Acid Buf (90 g/vaca/día) vs. bicarbonato (180 g/vaca/día) vs. control (sen tampón) sobre o pH ruminal



para o mangesio segundo a súa solubilidade, xa que neste caso será sinónimo de biodisponibilidade ou absorción. A diferenza é que unha magnesita terrestre só ten solubilidades do 20 %, mentres que un magnesio de orixe mariña pode chegar ao 98 % de solubilidade a pH ruminal.

A nivel laboratorial (*in vitro*) pódense facer valoracións da efectividade de distintas fontes de magnesio a un pH determinado durante un determinado período de tempo. A proba máis sinxela é engadir 0,25 g dunha fonte de magnesio nunha solución a pH 5,8 e valorar durante dúas horas a cantidade de ácido que hai que engadir para manter o pH inicial, é dicir, é unha forma de

medir como se solubiliza o magnesio e, por tanto, a maior volume de ácido, máis magnesio solubilizado. Unha vez que se incorpora a mostra na solución, hai un aumento inicial de pH e a cantidade necesaria de ácido que hai que ir engadindo para volver ao pH inicial de 5,8 mídese en ml acedo.

Para realizar unha proba de simulación in vivo pódese usar o sistema Alimetrics (rume artificial) e, no caso do magnesio, desenvolvéronse distintas probas en Finlandia, onde se compararon as solubilidades ruminais de distintas fontes de magnesio ás 4 h e ás 9 h (na proba Alimetrics-2013 usáronse as fontes da figura 5 en amarelo) [páx, ant.].

▶ A SÚA ALTA SOLUBILIDADE RUMINAL E, POR TANTO, A SÚA ALTA BIODISPOÑIBILIDADE AXUDAN A REDUCIR OS RISCOS DE ACIDOSE NO RUME, AUMENTAN A DIXESTIÓN DA FIBRA E MELLORAN A EFICIENCIA ALIMENTARIA, AS PRODUCCIÓNS E AS CALIDADES DO LEITE

A conclusión en todas as valoracións *in vitro* e *in vivo* é que a solubilidade (biodisponibilidade) dos óxidos de magnesio terrestres a pH de 5,5 a 6,5 son relativamente baixas, con porcentaxes do 5 ao 25 %, mentres que se o óxido de magnesio é de orixe mariña (MgO mariño) a súa solubilidade aumenta por riba do 90 %.

VALORACIÓNS NO VACÚN DE LEITE DO USO DE MINERAIS MARIÑOS NA RACIÓN

Nas distintas probas que se realizaron coa incorporación das algas mariñas calcarias, o magnesio mariño ou a combinación de ambos na ración de ruminantes, hai que considerar a comparativa cun lote control, así como a

► UN DOS OBXECTIVOS DO USO DESTES MINERAIS É SUBSTITUÍR O BICARBONATO SÓDICO, O ÓXIDO DE MAGNESIO E PARTE DO CARBONATO CÁLCICO TERRESTRE, PARA GAÑAR ESPAZO NA RACIÓN E PARA REDUCIR O NIVEL DE CINZAS TOTAIS

Figura 8. Estudos das melloras en eficiencia alimentaria co uso de Acid Buf en vacas de leite

Incremento de Acid Buf na eficiencia alimentaria		
Referencia	Localización	Descrición da dieta
Bernard <i>et al.</i> , 2014	Universidade de Xeorxia, EE. UU.	Nivel alto de FND* en sistema <i>unifeed</i> baseado en ensilado de millo
Cruywagen <i>et al.</i> , 2015	Universidade de Stellenbosh, Sudáfrica	Nivel baixo de FND en sistema <i>unifeed</i> baseado en millo de gran e herba seca
Neville <i>et al.</i> , 2019	Universidade de Dublín, Irlanda	**TMR baseada en ensilado de raigrás, ensilado de millo e ingredientes típicos do sistema de alimentación do norte de Europa

*FND: fibra neutro deterxente

**TMR: *total mixed ration* (ración tipo *unifeed*)

comparativa cun lote onde se usen minerais terrestres, xa que un dos obxectivos do uso destes minerais mariños é substituír o bicarbonato sódico, o óxido de magnesio e parte do carbonato cálcico terrestre, para gañar espazo na ración e para reducir o nivel de cinzas totais, que é outra forma de mellorar a eficiencia ruminal. En todos os estudos desenvolveuse unha substitución do bicarbonato a metade de dose co lithothamnio e unha substitución 3:1 ou 4:1 do magnesio terrestre polo magnesio mariño.

Unha das valoracións é o efecto sobre o pH ruminal, para conseguir un pH por riba de 5,5 (límite da acidose subaguda) e uns diferenciais de pH máximo e mínimo máis reducidos, é dicir, lograr un pH máis alto e máis estable.

Outra das valoracións do uso de minerais mariños é sobre os parámetros produtivos e as melloras en produción de leite e calidade (máis graxa). Desenvolvéronse estudos sobre o efecto na microbioloxía do rume, cun efecto de aumentar as poboacións das bacterias lactato consumidoras (*Selemonas ruminantium* e *Megaesphera eldenii*), sobre todo con máis achega de magnesio, e tamén os efectos en reducir os xeradores de lactato, como *Streptococcus bovis*.

O efecto no aumento, tanto da porcentaxe de graxa en leite como do total de kg de graxa/vaca/día, pola achega de magnesio soluble que a nivel metabólico favorece a transferencia de graxa de sangue a leite e, por tanto, hai un efecto directo sobre a graxa en leite. Tamén a mellor dixestibilidade da fibra e a mellor eficiencia e saúde ruminal axudan á produción de graxa, cun efecto moi interesante das algas mariñas calcarias en situacións de estrés calórico.

As valoracións sobre as melloras na eficiencia alimentaria tamén se desenvolveron usando distintos tipos de dietas (con máis CNF e moi acídicas ou máis seguras e con máis fibra), con resultados moi positivos e mellorando sempre a eficiencia alimentaria (probos de Bernard, 2014 da Universidade de Xeorxia, EE. UU.; Cruywagen, 2015 da Universidade de Stellenbosch, Sudáfrica; Neville, 2019 da Universidade de Dublín, Irlanda) con resultados de melloras de máis de 0,2 kg leite corrixido a enerxía por kg de MS.

Estes estudos sobre a mellor eficiencia alimentaria e, en consecuencia, sobre unha mellor eficiencia ruminal desenvolvéronse tamén con valoracións da produción total de ácidos graxos volátiles en rume e dos cocientes propionato: acetato a distintas doses de Lithothamnio + Magnesio.

CONCLUSIÓN

En resumo, o uso de minerais mariños non é só para cubrir as necesidades nos devanditos minerais, senón que a súa alta solubilidade ruminal e, por tanto, a súa alta biodisponibilidade axudan a reducir os riscos de acidose en rume, aumentan a dixestión da fibra, melloran a eficiencia alimentaria, as producións e as calidades do leite, o que aumenta a porcentaxe de graxa. É unha eficaz solución e unha ferramenta que poderíamos definir como *buffers* nutricionais de orixe mariña, con efecto tampón (control do pH ruminal) e nutricional á vez (achega de minerais como calcio e magnesio). ■