



O magnesio nos ruminantes: fontes e solubilidade

Nas seguintes páxinas detémonos na solubilidade a pH ruminal deste nutriente con base nas súas fontes e na orixe (terrestre ou mariña), o que marcará o grao de biodisponibilidade no animal e, en consecuencia, unha maior ou menor calidade na produción do leite.

Bea Abad¹, Alexandre Udina²
 Enxeñeira agrónoma en Adial Nutrición SL¹
 Veterinario en Adial Nutrición SL²
 bea@adial.es, alexudina@adial.es

O magnesio (Mg) utilízase na alimentación das vacas leiteiras, por unha banda, para manter o seu nivel correcto no sangue e, pola outra, para garantir un pH ruminal óptimo (entre 6,2 e 6,5) que permita un correcto funciona-

mento dos mecanismos de dixestión ruminal (Goff, 2014).

É un catión intracelular importante, vital para a función nerviosa e muscular, así como para a formación de ósos. A maior parte deste nutriente atópase nos ósos, polo que non é unha fonte facilmente dispoñible; ademais, a resorción ósea está controlada polo calcio, en lugar de pola homeostase do magnesio. A concentración plasmática reflicte a adecuada suplementación a través

da alimentación e os niveis nos ouriños reflicten o exceso.

As súas necesidades corrixíronse e aumentáronse na última actualización do NRC de 2021 respecto dos valores que se usaban anteriormente do NRC 2001.

NRC 2001

Perdas fecais: 3mg/kg de peso vivo

Perdas de ouriños: principal vía de excreción, pequenas perdas endóxenas

Creceamento: 0,45g/kg ganancia

Feto: 0,33 g/día

Leite: 0,15 g/kg

Polo tanto, unha vaca de 30 kg de leite de produción só necesitaba 5 g/día de Mg absorbido para “render”, pero a biodisponibilidade é moi variable nas distintas fontes de magnesio a media é só de aproximadamente un 25 % de

► REALIZANDO O CÁLCULO CUN 16 % DE BIODISPOÑIBILIDADE E CALCULANDO A EQUIVALENCIA QUE ESA PORCENTAXE SERÍA A ABSORCIÓN, OS 5 G/VACA/DÍA TRANSFÓRMANSE EN MÁIS DE 30 G MG/VACA/DÍA (PARA 30 L DE PRODUCCIÓN)

absorción en materias primas, cunha media do 16 % nos ingredientes usados nas formulacións de ruminantes. Ademais, niveis altos de potasio, nitróxeno e humidade poden reducir a biodispoñibilidade, polo que a herba da ración pode afectar negativamente. Realizando o cálculo cun 16 % de biodispoñibilidade e calculando a equivalencia de que esa porcentaxe sería a absorción, os 5 g/vaca/día transfórmanse en máis de 30 g Mg/vaca/día (para 30 l de produción).

Nos novos valores do Dairy Nasem (NRC 2021), os principais cambios en minerais son para o magnesio, cobre e manganeso. No caso do primeiro, estes son os novos cálculos, cun aumento de 4,1 g Mg/vaca/día nas necesidades:

NRC 2021

Mantemento segundo NASEM para vacas de leite en lactación

(680 kg PV): 7,9 (2021) vs. 2,0 (2001)

Leite segundo NASEM para produción de 45 kg de leite: 5,0 vs. 6,8

CAPACIDADE NEUTRALIZANTE DO ÁCIDO DO MAGNESIO RESPECTO DOUTROS BUFFERS RUMINAIS

Un dos efectos do magnesio é o seu efecto alcalinizante en rume; por tanto, pódese facer unha valoración teórica da capacidade neutralizante de ácido (en meq/g) de distintas substancias que se poden usar como tampóns e para ese cálculo tense en conta a masa molecular dividida pola masa equivalente de ácidos neutralizados. ►►

Táboa 1. Valores teóricos sobre a capacidade relativa de neutralización de ácido

	Biocarbonato sódico	Carbonato cálcico	Óxido de magnesio
Masa molecular	83,97	100,08	40,30
Masa equivalente de unión de ácido	83,97	50,04	20,15
*Capacidade neutralizadora de ácido (M. Eq/g)	11,90	19,98	49,62
Capacidade relativa de neutralización de ácido	1	1,7	4,1

*O bicarbonato sódico ten un peso molecular de 83,97 → 1 g de bicarb. Pode neutralizar $(1/83,97) \times 1.000$ ou 11,9 miliequivalentes

Táboa 2. Neutralización de ácido in vitro a pH 5,8

Solubilidade in vitro pH 5,8	pH inicial en auga (0,25 g en 100 ml)	MI de ácido neutralizado en 2 h	MI de ácido neutralizado en 8 h
Óxido de magnesio de mina	8,96	3,7	8,9
Marine MgO (soluble)	11,09	110,8	110,8
Carbonato de calcio [limestone] (grao de alimentación)	6,64	7,9	11,0
Biocarbonato sódico (soluble)	8,06	28,0	29,0
Acid Buf (soluble)	10,42	31,3	53,3



Lithothamnium Calcareum, alga calcárea utilizada como fonte de calcio e magnesio





Excelencia en el rendimiento

Minerales marinos biodisponibles para mejorar la eficiencia ruminal



www.adial.es
adial@adial.es

Se se fai unha comparativa da capacidade relativa de neutralizar ácido, o óxido de magnesio como exemplo de fonte de magnesio ten 4 veces máis capacidade teórica de neutralizar ácido que o bicarbonato sódico e máis do dobre que o carbonato cálcico. A estes valores hai que aplicar daquela a corrección segundo o pH, e se se usan pH ruminais (valores de 5,8 a 6,2) obtéñense solubilidades que non sempre se corresponden aos valores teóricos de capacidade neutralizante dunha substancia.

Nesta corrección da capacidade tampón segundo o pH, a solubilidade dunha substancia ao pH medido será a que nos indicará o resultado que se pode esperar in vivo a ese pH, polo que as valoracións en pH de 5,8 a 6,2 indicarán os resultados esperados en rume.

Nas valoracións in vitro cunha titración a pH de 5,8 o volume de ácido neutralizado por cada substancia indícanos o poder real a ese pH de neutralizar ácido. Nestes estudos obsérvanse xa diferenzas moi significativas entre óxidos de magnesio terrestres respecto de óxidos de magnesio mariños, como Marine MgO, así como diferenzas entre carbonato de calcio (*limestone*) respecto de algas mariñas calcarias (carbonato de calcio mariño) como Acid Buf.

HIPOMAGNESEMIA E

HIPERMAGNESEMIA EN VACAS DE LEITE

Síntomas por deficiencia: tremores, espasmos musculares, hiperexcitabilidade, tetania, convulsións... A presenza no líquido cefalorraquídeo e o papel na actividade nerviosa poderían ser unha razón para o aumento do interese nunha mellor biodisponibilidade do magnesio en todas as especies.

Síntomas por exceso: danos no revestimento da parede intestinal, problemas de palatabilidad, especialmente en forma de sulfato e cloruro ou letargo; é pouco probable que sexa fatal, pero hai que telo en conta.

No ruminante adulto o magnesio absórtese no rume e no retículo e a absorción depende da cantidade de Mg soluble no fluído ruminal.

Nos ruminantes adultos como as vacas leiteiras, o magnesio absórtese no rume por transporte activo e dependente da relación sodio/potasio e con gasto de enerxía. O exceso de potasio diminúe a súa entrada ao organismo e o sodio aumenta a súa absorción. O ex-

ceso de proteína aumenta o pH e baixa a solubilidade do magnesio e tamén diminúe a súa absorción. En definitiva, as fontes de magnesio teñen que ser solubles ao pH fisiolóxico ruminal para que poidan estar dispoñibles para o animal.



Estudios recentes (Schonewille *et al.*; J. Dairy Sci. 2008 91:271-278) indican que a absorción media de magnesio (porcentaxe da inxestión) en vacas leiteiras é dun 26,2 % e oscila entre o 9,9 e o 73,7 %, dependendo da fonte de magnesio.

FONTES DE MAGNESIO EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

Non é fácil avaliar a calidade das fontes de Mg, pero en xeral, á parte da solubilidade en rume, o menor tamaño das partículas (as groseiras téndense a depositar no fondo do rume) e a aplicación de altas temperaturas melloran a dispoñibilidade.

Existen diferentes fontes de magnesio para a alimentación animal como poden ser óxido de magnesio (MgO), carbonato de magnesio, cloruro de magnesio e sulfato de magnesio, pero pódese dicir que a principal fonte utilizada en vacas leiteiras é o MgO, o cal pode ser de orixe terrestre (magnesitas terrestres) ou orixe mariña como o Marine Mgo.

O óxido de magnesio de orixe terrestre obtense mediante un proceso de calcinación da magnesita, roca formada por carbonato de magnesio con contaminación variable de dolomita (sulfato de Ca e Mg), sílice (SiO₂) e cal (CAO). O procesado inclúe o enriquecemento da materia prima orixinal, mediante a separación dos distintos compoñentes en base á súa densidade relativa, seguido de calcinación (900 a 1.100 °C durante unhas 8 horas). A riqueza en Mg do produto

▶ NO RUMINANTE ADULTO O MAGNESIO ABSÓRTESE NO RUME E NO RETÍCULO E A ABSORCIÓN DEPENDE DA CANTIDADE DE MG SOLUBLE NO FLUÍDO RUMINAL

final depende da pureza do material inicial, mentres que a súa dispoñibilidade depende en gran medida das condicións do proceso de calcinación.

A riqueza en MgO do produto comercial de orixe terrestre está ao redor de 85 % e, dado que o MgO contén un 60 % de Mg, o contido final neste mineral está aproximadamente no 50-52 %. A riqueza en Mg do produto final depende da pureza do material inicial, mentres que a súa dispoñibilidade depende en gran medida das condicións do proceso de calcinación.

Se falamos do MgO de orixe mariña ou Marine Mgo, este obtense mediante o seguinte proceso:

1. Calcinación do carbonato cálcico a altas temperaturas (1.600 °C) para obter óxido de calcio.
2. Mestura do óxido de calcio con auga para ter hidróxido de calcio.
3. Mestura de auga de mar con hidróxido de calcio para precipitar o hidróxido de magnesio formándose cristais.
4. Os cristais de hidróxido de magnesio precipítanse, limpanse e concentran.
5. O hidróxido de magnesio é termicamente tratado (1.000 °C para formar óxido de magnesio).

A auga de mar tamén contén un 3,5 % de sales disoltos, das cales un 0,5 % son cloruro de magnesio e sulfato de magnesio. Necesítanse 500 toneladas de auga de mar para producir unha tonelada de Marine MgO. O Marine Mgo é un 92 % óxido de magnesio cunha concentración do 56 % de magnesio. ▶▶



GOLPE MORTAL



CONTRA PARÁSITOS EXTERNOS EN BOVINO Y OVINO

Spotinor®



LISTADO COMO INSECTICIDA CONTRA MOSQUITOS PARA USO EN ANIMALES PARA PREVENIR LA LENGUA AZUL
(Manual Práctico de Operaciones Contra la Lengua Azul (LA) del Ministerios de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Rev: Septiembre 2014)

Spotinor® 10 mg/ml solución spot-on para bovino y ovino **Composición:** Cada ml contiene Deltametrina 10 mg. **Especies de destino:** Bovino y ovino. **Indicaciones de uso, especificando las especies de destino:** Para el tratamiento y prevención de infestaciones de piojos y moscas en bovino, garrapatas, piojos, melófagos e infestaciones cutáneas por larvas de moscas en ovino y piojos y garrapatas en corderos. **En bovino:** para el tratamiento y prevención de infestaciones de piojos mordedores y chupadores, incluyendo *Bovicola bovis*, *Solenopotes capillatus*, *Linognathus vituli* y *Haematopinus eurysternus* en bovino de carne y vacas lecheras. También como ayuda en el tratamiento y prevención de infestaciones por moscas picadoras y chupadoras incluyendo *Haematobia irritans*, *Stomoxys calcitrans*, especies de *Musca* y *Hydrotaea irritans*. **En ovino:** para el tratamiento y prevención de infestaciones por garrapatas *Ixodes ricinus* y por piojos (*Linognathus ovis*, *Bovicola ovis*, melófagos (*Melophagus ovinus*) e infestaciones cutáneas por larvas de moscas (normalmente *Lucilia spp.*). **En corderos:** para el tratamiento y prevención de infestaciones por garrapatas *Ixodes ricinus* y por piojos *Bovicola ovis*. **Posología y vía de administración:** Para uso externo. **Dosis: Bovino:** 100 mg de deltametrina por animal correspondiente a 10 ml de medicamento veterinario. **Ovino:** 50 mg de deltametrina por animal correspondiente a 5 ml de medicamento veterinario. **Corderos (de menos de 10 kg de peso vivo o 1 mes de edad):** 25 mg de deltametrina por animal correspondiente a 2,5 ml de medicamento veterinario. **Administración:** aplicar una dosis única con el pack dispensador especial "Squeeze 'n' Pour" o el Aplicador Spot-On en un punto sobre la línea media de la espalda a nivel de los hombros. **Tiempo(s) de espera:** Bovino: Carne: 17 días, Leche: cero horas, Ovino: Carne: 35 días, Leche: Su uso no está autorizado en ovejas cuya leche se utiliza para consumo humano. **Titular de la Autorización de Comercialización:** Norbrook Laboratories Ltd, Station Works, Newry, BT35 6JP, Co. Down, Irlanda del Norte. **Reg. Núm.: 3081 ESP**



Laboratorios Karizoo, s.a.
An Alivira Group Company

Polig. Industrial La Borda
Mas Pujades, 11-12
08140 Caldes de Montbui
Barcelona, Spain

T +34 938 654 148
F +34 938 654 648
karizoo@karizoo.com
www.karizoo.com



► AS FONTES DE MAGNESIO TEÑEN QUE SER SOLUBLES AO PH FISIOLÓXICO RUMINAL PARA QUE POIDAN ESTAR DISPOÑIBLES PARA O ANIMAL

SOLUBILIDADE DAS FONTES DE MAGNESIO

Agora toca escoller entre as fontes MgO de orixe mariña e/ou terrestre para cubrir as necesidades de Magnesio dos animais. Para iso, como se comentou en apartados anteriores, fixarémonos na solubilidade do produto a pH ruminal.

Unha maneira de avaliar a solubilidade do MgO (in vitro) é ver canto ácido neutraliza en 2 horas a pH 5,5 0,25 g de diferentes fontes de óxido de Magnesio (táboa 3).

Se analizamos este estudo, pódese ver que a fonte capaz de neutralizar máis ácido a pH 5,5 é o MgO de orixe mariña ou Marine MgO, ou devandito doutra maneira, o MgO de orixe mariña resultou ser a fonte de magnesio máis soluble.

Tamén se pode facer unha simulación ruminal in vivo para avaliar a solubilidade do MgO (gráfico 1). Neste estudo mediuse a solubilidade ás 4 e ás 9 horas, no cal se pode ver que as fontes máis solubles son o Acid Buf e o Marine MgO (Mg de orixe mariña), que están entre un 95 e case 100 % de solubilidade.

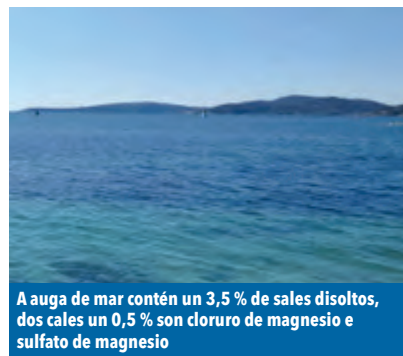
O Acid Buf é unha alga mariña calcaria *Lithothamnium Calcareum* utilizada coma fonte de calcio (35 %) e Mg (5-10 % segundo o tipo de Acid Buf) en forma de carbonato de calcio e magnesio altamente solubles a pH ruminal.

Noutra investigación realizada en vacas leiteiras polo Dr. Christian Cruywagen na Universidade Stellenbosch (Sudáfrica), comparou en sangue e en leite respostas ao magnesio de Marine MgO respecto outra fonte comercial. En resumo, declarou que “o magnesio de orixe mariña a 18 g/día é capaz de manter os niveis de magnesio en sangue e leite na mesma medida que o MgO tradicional suplementado con 36 g Mg/día. A dose suplementaria óptima de MgO mariño pode estar entre o 25 % e o 50 % da do MgO convencional”.

O Dr. Cruywagen tamén sinalou que “o magnesio no MgO mariño é ata 4 veces máis biodispoñible que o magnesio da fonte de óxido de magnesio convencional utilizada neste ensaio”.

CONCLUSIONES

- As fontes de magnesio teñen que ser solubles ao pH fisiolóxico ruminal para que poidan estar dispoñibles para o animal.
- Diferentes estudos demostran que as fontes de magnesio máis solubles e á vez máis dispoñibles para o animal son as de orixe mariña, como o Marine Mgo e Acid Buf, movéndose en solubilidades próximas ao 100 %.



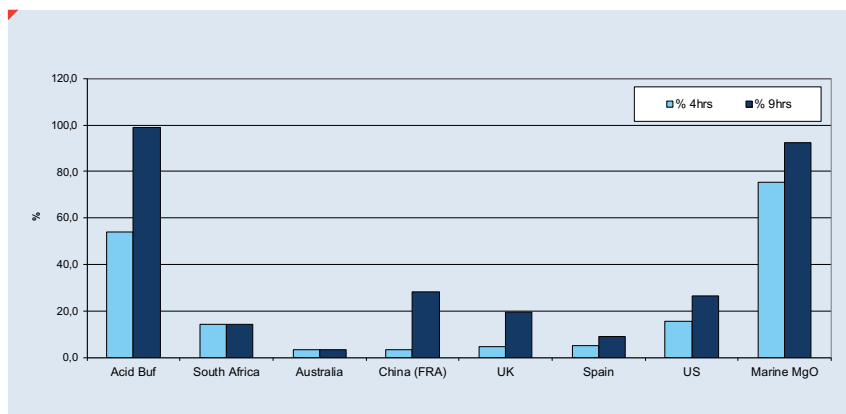
A auga de mar contén un 3,5 % de sales disoltos, dos cales un 0,5 % son cloruro de magnesio e sulfato de magnesio

Táboa 3. 0,25 g de mostra de óxido de magnesio-ácido neutralizado en 2 horas en pH 5,5 in vitro

Fonte	pH inicial	Vol. combinado final (Mls)	% Mg
Marine MgO	11,09	110,77	56 %
Os EE. UU.	8,63	86,81	60 %
España	11,34	16,74	36 %
Sudáfrica	9,11	16,48	36 %
O Reino Unido	8,9	9,04	54 %
China	9,59	8,83	58 %
Australia	8,86	3,7	55 %

Fonte: Celtic Sea Mineral, 2013

Gráfico 1. Simulación ruminal in vivo para avaliar a solubilidade do MgO



Alimetrics. Fonte: Celtic Sea Minerals, 2013