

## MAGNESIO

*Factores predisponentes, Requerimiento, Metabolismo, Hipomagnesemia*

Aníbal Fernández Mayer<sup>1</sup>

### ÍNDICE

Contenido	Página
Introducción .....	2
Causas y factores predisponentes .....	2
a. Características de la dieta (forraje fresco) .....	3
b. Condiciones edafoclimáticas .....	3
c. Categoría Animal .....	4
Características y comportamiento del Mg dentro del animal .....	4
Niveles normales de Magnesio en el suero sanguíneo .....	6
Deficiencias .....	6
Síntomas de deficiencia .....	7
Requerimientos (ganado de carne, vacas lecheras y ovinos) .....	7
Pérdidas de Magnesio .....	8
Absorción .....	9
Toxicidad .....	10
A. Hipomagnesemia en animales adultos .....	11
1. Hipomagnesemia de tipo lento (Hipomagnesemia estacional).....	11
Síndrome de Paresia o Tetania .....	12
Tetania invernal .....	12
2. Hipomagnesemia de tipo rápida .....	12
Situación durante la primavera .....	13
B. Hipomagnesemia en terneros .....	14
Tratamientos .....	14
Tipos de tratamientos y compuestos ricos en magnesio .....	15
1. Magnesio inyectable .....	16
2. Óxido de magnesio .....	17
3. Cloruro de magnesio .....	17
4. Quelato de magnesio .....	18
Estrategias de alimentación y manejo (granos, subproductos, forrajes frescos y reservas)..	19
Conclusiones .....	21
Fuentes consultadas .....	22

1) Doctor en Ciencias Veterinarias especializado en Nutrición Animal (Ing. Agr. M.Sc. PhD) Director Ejecutivo de la Consultora Internacional de Producción y Nutrición de bovinos (carne y leche)  
**Asesor Privado. WhatsApp: +5492923641420**      [afmayer56@yahoo.com.ar](mailto:afmayer56@yahoo.com.ar)  
[//resalancursos@gmail.com](mailto://resalancursos@gmail.com)    [www.nutriciondebovinos.com.ar](http://www.nutriciondebovinos.com.ar)

## ***Introducción***

La hipomagnesemia, junto con otras enfermedades metabólicas, es la responsable de la muerte de muchos animales, en especial vacas y terneros, además de la reducción significativa de la producción de carne y leche cuando la enfermedad está en la etapa de “subclínica o crónica”.

La hipomagnesemia puede ser definida como un desorden metabólico de los rumiantes asociado con bajos niveles de magnesio (Mg) en la sangre, debido a una reducida ingesta o utilización de este elemento por parte del animal. Este proceso está asimismo condicionado negativamente por un exceso de proteínas.

Este artículo busca profundizar sobre las causas y factores predisponentes, los síntomas, requerimientos y diferentes estrategias para reducir el impacto de la enfermedad sobre la producción y comportamiento animal.

## ***Causas y factores predisponentes***

Esta enfermedad es consecuencia de la suma de variables que están relacionadas con:

- a. Características de la dieta (forraje fresco)
- b. Condiciones edafoclimáticas,
- c. Condición y categoría animal.

Esta enfermedad se **agudiza** durante los meses de **mayo a septiembre**. En esta época coinciden varios factores, por un lado, el rebrote de muchos forrajes frescos (Agropiro, Festuca y verdeos de invierno, entre otros), elevando los niveles de proteína de ellos (tema que será ampliado más adelante) y por el otro, con la etapa pre y posparto de las vacas de cría y la presencia de terneros de destete.

Ambos acontecimientos generan un ambiente propicio para potenciar la enfermedad, aunque no son los únicos factores (ni la época del año ni la categoría animal).

- a) *Características de la dieta (forraje fresco)*: Cuando el animal consume forrajes frescos **ricos en proteína bruta** (PB), **bajos niveles de materia seca** (MS) y de **energía metabolizable** (EM), como son los rebrotes de la mayoría de los forrajes en otoño-invierno y principios de la primavera, la concentración del Mg en ellos disminuye, por ende, se reduce el consumo del mismo (tetania estacional). A su vez, esta situación se puede agudizar, aún más, ya que el Mg ingerido se acompleja con el amonio, producto de la degradación de las proteínas del forraje, formado una sal (**hidróxido amónico magnésico**) que **eleva el pH (alcalinidad) del rumen** y como tal **NO** se puede **absorber** a través de las paredes del mismo.

En otras palabras, el **animal muestra síntomas de falta de Mg**, aún teniendo **niveles adecuados de este elemento en rumen**, porque **no puede ingresar al torrente sanguíneo al estar acomplejado con el amonio (sal)**.

- b) *Condiciones edafoclimáticas*: La **absorción del Mg por la planta**, también, se ve afectada cuando el suelo presenta **temperaturas bajas (<10°C)**, **humedad, días nublados y precipitaciones (temporales)**.

Estas condiciones ambientales **reducen** la **actividad de las bacterias nitrificadoras** y esto provoca una **disminución de la absorción del Mg parte de la planta**, que se realiza **junto con distintos compuestos nitrogenados**.

Estas condiciones predominan durante los meses de otoño-invierno (época crítica), afectando la concentración de Mg en los forrajes frescos y con ella su ingesta.

- c) **Categoría Animal:** Debido a que la hipomagnesemia es una enfermedad de la producción, las **hembras** que están **gestando o lactando** son las más propensas a padecerla, puesto que son las que tienen **altas demandas de Mg** y **no cuentan con la posibilidad de movilizarlo desde el hueso**. Muchas veces esta deficiencia se **asocia con hipocalcemia e hipofosfatemia**. En caso de **animales no gestantes** esto se refleja en la **pérdida o menor ganancia de peso**.

En el sur bonaerense esta dolencia presenta un **índice de mortandad** de entre el **4 y 5%** de los rodeos afectados. En el resto del país hay deficiencias de Mg en La Pampa, Santa Fe, Santiago del Estero, La Rioja, Córdoba, San Luis, Río Negro y Chubut (Cseh, S. 2012). Si las variables descriptas de forraje y las mayores demandas de la vaca gestante o recién parida se dan al mismo momento, se genera una mala combinación de factores que afectaría desde la producción (menores ganancias de peso) hasta la muerte de los animales.

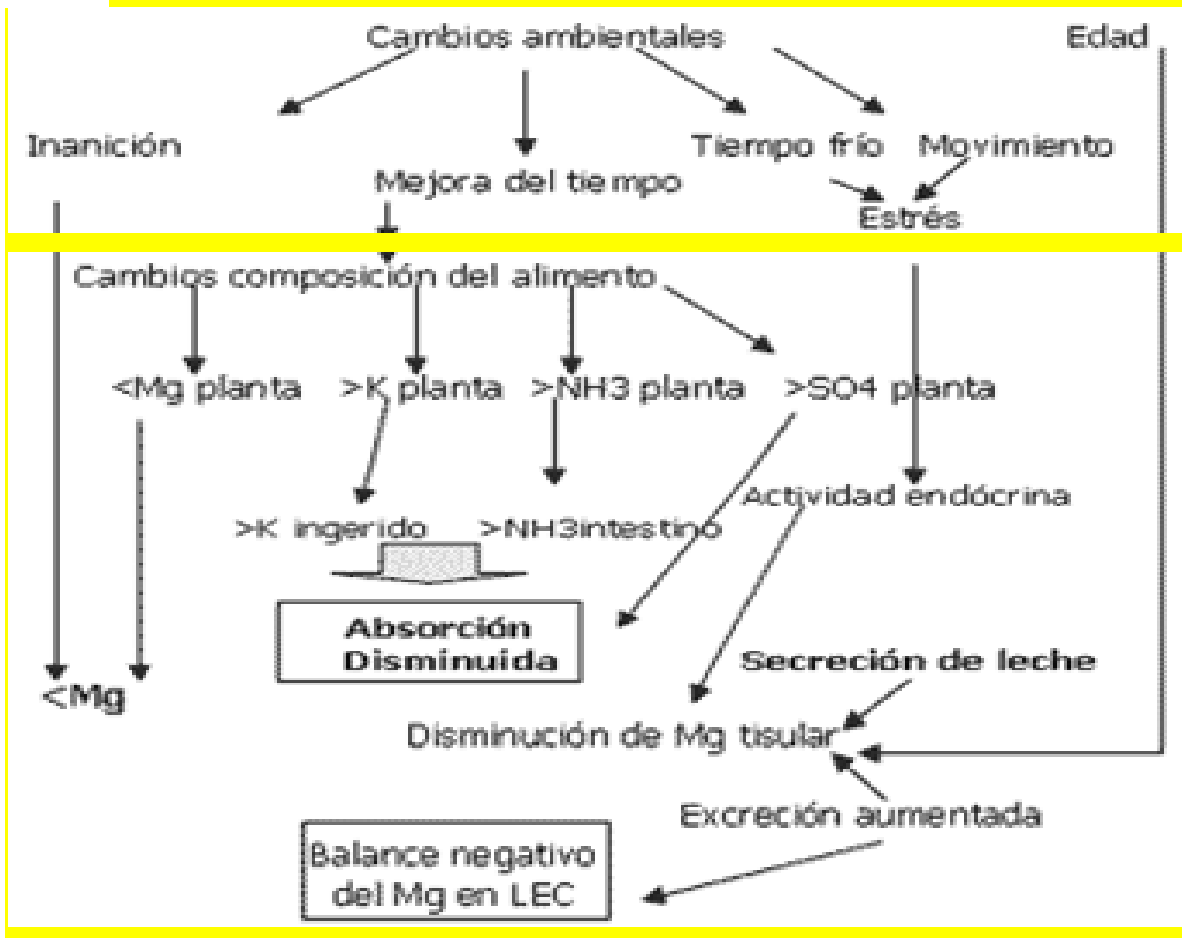
### ***Características y comportamiento del Mg dentro del animal*** (Gráfico I)

- El **Magnesio** se **almacena**, básicamente, en **huesos (65-70 %)** y **músculo (27%)**. El resto se localiza en el interior de los **tejidos blancos (6-7%)** y en menor proporción en el **plasma (1%)** pero en ninguno de esos sitios se moviliza fácil.
- La **reserva de Mg en el organismo** es de **0.75%**, **inferior a los requerimientos diarios**.

Por ello, es necesario un **aporte diario de Mg** a través de **sales minerales vía oral**, especialmente en los momentos de mayores requerimientos (gestación y lactación), aunque los **animales deberían tener acceso a estas sales ricas en Mg durante todo el tiempo**. Debido a que el consumo de Mg, similar a lo que ocurre con otros minerales, está en función de las necesidades metabólicas es conveniente que las **sales estén en libre disponibilidad** para que ellos la consuman de acuerdo a las demandas de su organismo.

- **Mejora la digestibilidad de la celulosa.**
- **Aumenta el consumo de Materia Seca.**
- El **magnesio** es necesario para el funcionamiento óptimo de los **impulsos nerviosos y la transferencia de señales con el cerebro.**
- **Mejora la creación de proteínas y su absorción.**
- Forma parte de la **estructura de los huesos, dientes y aumenta la energía.**
- El **magnesio** ayuda a **fijar el calcio y el fósforo en huesos y dientes.** Además, **regula la absorción del calcio** y lo mantiene en equilibrio con respecto a otros electrolitos.
- Previene la formación de cálculos renales y la **entrada y depósito de calcio en músculos, arterias y células cardiacas.**
- Actúa como laxante suave.
- Interviene en el equilibrio hormonal.
- **Controla la flora intestinal.**
- Mantiene el equilibrio ácido-base.
- Interviene en la correcta regeneración de tejidos.
- Participa en la **formación de colágeno**
- **Previene el prematuro envejecimiento de huesos y articulaciones.**

**Gráfico I: Comportamiento del Magnesio dentro del animal**



LEC: líquido Extra-Celular

LIC: líquido Intra-Celular

### *Niveles normales de Magnesio en el suero sanguíneo*

- Valor normal en plasma: **1,8 –2,5 mg/dl** (para humanos y animales)

### *Deficiencias*

- Debajo de **1 mg/dl en sangre** se presenta deficiencia

## *Síntomas de deficiencia*

Los signos clínicos que acompañan a la deficiencia del Mg son:

- Dificultad de desplazamiento.
- Irritabilidad. Excitación.
- Con estrés el animal corre desenfrenado.
- Rechinar de los dientes
- Cabeza y orejas erguidas
- Espuma en la boca
- Hipertermia
- Convulsiones (tetania).
- Espuma en la boca.
- MUERTE

Cuando los animales se estresan pueden reaccionar iniciando una carrera desenfrenada, con caída y espasmos musculares durante los cuales, si no reciben tratamiento rápido y adecuado, pueden morir.

## *Requerimientos*

### A. Ganado de carne

- **Novillos (+300 kg): 30 g Mg/cab/día** (equivale a 55 g óxido de Mg/cab./día ó 90 g de quelato de Mg)
- **Vacas de cría (gestación): 20 g Mg/cab/día** (equivale a 30 g óxido de Mg/cab./día ó 60 g de quelato de Mg)
- **Vacas de cría (lactancia): 40 g Mg/cab/día** (equivale a 70 g óxido de Mg/cab./día ó 120 g de quelato de Mg)
- **Terneros: 6 g Mg/cab/día** (equivale a 10 g óxido de Mg/cab./día ó 13 g de quelato de Mg)

### B. Vacas lecheras (Holstein)

- **Vacas secas (VS): 10-15 g Mg/VS/día** (equivale a **18 a 27 g** óxido de Mg/cab/día ó **30 a 45 g** de quelato de Mg)
- **Vacas en ordeño: 0.9 g Mg/kg de leche** (equivale a **1.5 g** óxido de Mg/kg de leche ó **2.7 g** de quelato de Mg)

Ejemplo:

**Vaca en ordeño (VO)** que produzca **30 l/día** requiere **27 g Mg/VO/día**

**Óxido de Mg:** equivale a **45 g** óxido de Mg/VO/día

**Magnesio quelatado:** equivale a **80 g** de quelato de Mg

### C. Ovinos: 0.12 % a 0.18 % MS

Por debajo de estos consumos los animales mostrarán los síntomas de la enfermedad. Debido a ello se necesita contar con esa cantidad de Mg para permitir la removilización de grasas con el objetivo de generar energía metabólica que requiere la vaca durante las etapas de gestación-parición-lactación (balance energético negativo), especialmente en vacas lecheras. Estas demandas se hacen más evidente en animales de mejor condición corporal (vaca gorda).

Otro mecanismo que se ve afectado si el animal cuenta con un nivel bajo de Mg es la *disminución en la producción de saliva*, lo que conducirá a una disminución del proceso de masticación, menor consumo de MS por una alteración del ambiente ruminal y como consecuencia de todo esto, menos ingesta de ese mineral, generándose un círculo vicioso.

### *Pérdidas de Magnesio*

Existen diferentes pérdidas de Mg dentro del animal, destacándose las que ocurren con la leche, orina, bilis, heces y por la piel (sudor).



La *pérdida fecal de Mg* es muy alta en los rumiantes adultos, pudiendo alcanzar entre el **75 al 80 %** del consumo del mineral con dietas normales y hasta un **92 %** cuando las dietas son **ricas en K<sup>++</sup> y Proteínas de alta degradabilidad** (soluble).

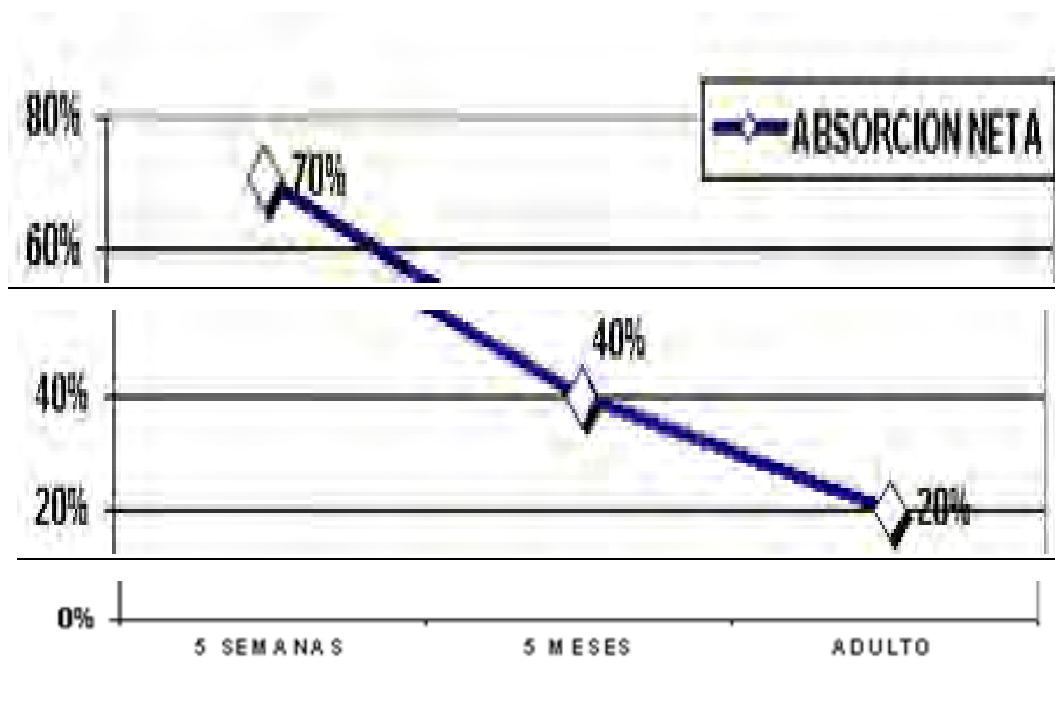
### ***Absorción***

La **digestibilidad aparente** del Mg es de **20% a 25% en rumiantes** (en los monogástricos es de 39%). La absorción se realiza en el rumen, en el abomaso, y en el intestino, (tercio medio del yeyuno). La eficiencia de absorción está condicionada a muchos factores como: relación Ca/Mg, relación proteína/Mg, relación Mg/PO<sub>4</sub>, pH intestinal y fundamentalmente se ve disminuida por un exceso de potasio (K) y de Proteína degradable (solubles) en la dieta.

La absorción se reduce a medida que aumenta el peso vivo (Gráfico II):

- **70%** a las **5 semanas**.
- **40%** a los **5 meses**.
- **20%** cuando es **adulto**.

*Gráfico II: Absorción del Magnesio según la edad*



### *Toxicidad*

La toxicidad por Mg no ocasiona un problema clínico importante, sin embargo, una excesiva adición de óxido de Mg puede **decrecer la palatabilidad de la ración** y causar **diarrea** debido a un efecto osmótico (NRC, 2001).

Una alternativa a la suplementación mineral a través de fuentes inorgánicas ha sido el desarrollo de suplementos orgánicos, en donde los metales son unidos a compuestos no metálicos como aminoácidos o polisacáridos formando los **Quelatos**. La premisa para su utilización se basa en tener una *mayor biodisponibilidad*, ya que podrían permanecer *estables en el tracto digestivo y no reaccionar con otros componentes de la dieta*.

El **nivel máximo** (concentración) tolerable de **óxido de Mg** en dietas de bovinos y ovinos es de **+0.7 % MS** (NRC, Mineral Tolerances of Domestic Animals). Es decir, una **vaca de cría de 450 kg PV** que puede consumir entre 12 a 13 kg MS/día, el **máximo consumo de Mg** oscila entre **80 a 100 gr óxido de Mg/vaca/día**.

Si se combinan niveles sub tóxicos de Mg y de Flúor, se puede producir una deficiencia de fósforo y con ello raquitismo u osteomalacia.

Los **síntomas de intoxicación** con Mg son:

- bajo consumo de alimento,
- retraso del crecimiento,
- diarrea aguda,
- pérdida de reflejos
- restricción cardiorrespiratoria,
- disminuye la tensión arterial,
- las concentraciones altas en suero afectan el electrocardiograma y pueden hacer que el corazón se detenga en diástole.

### ***A. Hipomagnesemia en animales adultos***

#### ***1. Hipomagnesemia de tipo lento (Hipomagnesemia estacional)***

Cuando los **bajos niveles de Mg del forraje** y, por ende, en la sangre de los animales que lo consuman están asociados a condiciones adversas del clima (frío, temporales, precipitaciones, etc.), característicos de los meses de mayo a setiembre, generan procesos agudos con una **mayor** utilización del Mg y **déficit Energético** (pérdida de calor del cuerpo). A este cuadro se lo denomina “*hipomagnesemia estacional*”.

La *hipomagnesemia estacional* se divide en “síndrome de paresia o tetania” y la “tetania invernal”.

### ***Síndrome de Paresia o Tetania***

El *síndrome de paresia o tetania* se caracteriza por un menor consumo de **energía** y de **Mg** en el forraje fresco. Además del déficit de Mg, también se puede observar un menor consumo de calcio (Ca), generando cuadros de *hipomagnesemia* e *hipocalcemia*. Esta situación, se agrava aún más, cuando existen **altos** niveles de **proteína bruta** y de **fósforo** en el forraje fresco (rebrotos).

### ***Tetania invernal***

La *tetania invernal* ocurre durante el invierno, afectando tanto a las vacas de cría (carne) como a las vacas lecheras, aunque en éstas últimas la afección es mucho más grave presentando un cuadro de *hipomagnesemia crónica*, durante o posterior al parto.

En la mayoría de los casos, las vacas lecheras sufren *hipocalcemia*, seguido por una *hipomagnesemia grave*. Este cuadro, también, se agudiza con el frío porque se incrementa la fijación del Mg con el amonio (descomposición de las proteínas dietaria) en el rumen.

## ***2. Hipomagnesemia de tipo rápida***

Se caracteriza por un rápido descenso del Mg plasmático, convulsiones y muerte. Es una afección típica de los forrajes frescos con altos niveles de proteína y potasio y falta de energía.

El descenso de la concentración de Mg en sangre es muy rápido (dos días), aun existiendo adecuados contenidos de este mineral en el intestino.

### ***Situación durante la primavera***

Las plantas tetanígenas presentan altos tenores de K y de proteínas solubles y niveles normales a bajos de Mg junto con una baja alcalinidad del ambiente ruminal (Ca + Mg + P). El cuadro que se genera dentro del rumen se caracteriza por una disminución de los niveles de Mg y un aumento de NH<sub>3</sub>.

El NH<sub>3</sub> produce en el tracto rumino-intestinal un compuesto denominado ***Hidróxido Amónico Magnésico*** que a pH elevado acompleja al Mg y como tal NO se puede absorber.

Con temperaturas mayores de 14°C los forrajes elevan la captación de K vía radicular, disminuyendo la concentración de Mg, aumentando la intensidad de la hipomagnesemia. Para reducir los efectos negativos se debe incrementar el aporte de energía (azúcares solubles y almidón) en la dieta para contrarrestar NH<sub>3</sub> generado por el alto nivel de Proteína del forraje.

Las **pasturas** con alta proporción de **gramíneas** (avena, centeno, cebadilla, Festuca, ray grass, etc.) contienen **elevadas** concentraciones de **K** con un desbalance entre hidratos de carbono no estructurales (bajos niveles de azúcares solubles) y altos de proteína bruta. Además, tienen bajos niveles de Mg. Todo este cuadro conduce a un *síndrome hipomagnesémico* entre tres a cuatro días, si la dieta no contiene Mg adicional.

### ***B. Hipomagnesemia en terneros***

Es similar desde el punto de vista clínico a la *tetania de la lactancia*. Los terneros alimentados durante largos períodos a leche exclusivamente, o con poca cantidad de concentrados y forrajes presentan un trastorno denominado "*síndrome lácteo*".

El crecimiento de los terneros no se altera hasta que presentan los signos nerviosos, luego se retrasan visiblemente si el **contenido en Mg** de la dieta es **menor a 0,5 mg/100ml de leche**.

### ***Tratamientos***

Lo más importante radica en la **prevención**. Para ello, se debe implementar una serie de estrategia, todas simultáneas y articuladas, una con la otra para asegurarse que todos los animales sensibles consuman, todos los días, los niveles adecuados de Mg. Además, se debe hacer una adecuada planificación de la cadena forrajera, de los requerimientos del rodeo y evitar que los animales lleguen al parto con exceso de peso. Asimismo, se deben evitar cambios bruscos de la alimentación y situaciones de estrés y encierres prolongados.

Los animales, en especial en la época crítica (vacas preñadas, 30 días previo al parto y 60 días posparto y los terneros de mayo a septiembre) deben ingerir todos los días la dosis adecuada de Mg para asegurar un nivel constante y adecuado en sangre, además del provisto por la dieta.

Además, es necesario que los animales tengan acceso a una fuente rica en fibra "seca" para asegurar una buena generación de saliva y tener concentrado el Magnesio.

Se pueden describir dos situaciones posibles:

- a) Cuando las **vacas o terneros** estén comiendo un forraje “aguachento” y con altos niveles proteicos (>15%) en **mayo a septiembre**. Aunque los animales no manifiesten ningún *síntoma*, se debe agregar a la dieta una fuente rica en **fibra** (henos, rastrojos de cosecha o campo natural) y en **energía** (azúcares solubles y almidón) para contrarrestar el amoníaco generado por el alto nivel de proteína del forraje fresco.
- b) La segunda situación, es cuando hay **animales caídos**. En este caso, la única opción es el tratamiento mediante inyección de Magnesio, vía intramuscular (absorción es lenta) o vía subcutánea (absorción rápida). Hay que tener en cuenta que esta opción es solo un paliativo ya que el Mg desaparece aceleradamente al plasma, lo que eleva la magnesemia (contenido de magnesio en sangre) y su excedente pasará al riñón y se eliminará por orina y otra parte importante se perderá con las heces. Por ello, que posterior a la aplicación de una inyección de Mg se debe implementar alguna estrategia que contrarreste la hipomagnesemia.

Existen una serie de compuestos químicos (inorgánicos y orgánicos –quelatos-) y forma de aplicarlos (inyectables y oral). En el Cuadro I se citan diferentes fuentes disponibles con la concentración de Mg de c/u.

Cuadro I: Fuentes y concentración del Mg<sup>1</sup>

FUENTE	Concentración de Magnesio	Fórmula química	Otros minerales
<b>Óxido de magnesio</b> (Magnesita calcinada –insoluble en agua-)	<b>52-54 %</b>	MgO	Ca: 2.5-3% Al: 0.8% Fe: 1-1.2%
<b>Cloruro de magnesio</b> (hexahidratado) (muy soluble en agua -560 g/l-)	<b>12-25 %</b>	ClMg	Cl: 35%
<b>Magnesio quelatado con fósforo</b> (insoluble en agua)	<b>33-35%</b>		
<b>Sulfato de magnesio</b> (heptahidratado ó sal inglesa (muy soluble en agua -360g/l-)	<b>10-17%</b>	SO <sub>4</sub> Mg 7 H <sub>2</sub> O	S: 13%
<b>Fosfato de magnesio</b> (hidratado)	<b>26%</b>	MgHPO <sub>4</sub> n H <sub>2</sub> O	P: 14%
<b>Fosfato cálcico-magnésico</b> (hidratado)	<b>9%</b>	(CaMg)PO <sub>4</sub> n H <sub>2</sub> O	P: 18% Ca: 15%
<b>Carbonato de magnesio</b> (anhidro –insoluble en agua- 0.6g/l-)	<b>21 - 28 %</b>	CO <sub>3</sub> Ca	Ca: 11%

1. Fuente FDNA 2017

### *Tipos de tratamientos y compuestos ricos en magnesio*

#### *1. Magnesio inyectable*

Como se dijera recién, la inyección con Mg solamente es aconsejable para los casos clínicos (animales caídos), debido a que permanece muy poco tiempo en sangre (menos de 24 hs), eliminándose el exceso en la orina y heces.



## 2. *Oxido de magnesio*

El óxido de magnesio se obtiene por la quema de cinta de magnesio, que se oxida con una brillante luz blanca, transformándose en un polvo.

Es el compuesto que tiene mayor proporción de Mg elemental (52-54%), es insoluble en agua y debido a su gusto amargo dificulta el consumo por el ganado (bovino u ovino). Debido a ello se deben suministrar con alguna fuente rica en azúcares (granos de cereal), melaza, azúcar común (que además aportan energía) o aditivos (vainillina) para estimular su consumo.

## 3. *Cloruro de magnesio*

El cloruro de magnesio es muy usado para el control de la hipomagnesemia, tanto en humanos como en animales, debido a sus características se puede suministrar en agua de bebida o mezclado con otras sustancias o aditivos (como polvo).

### 3.1. *Cloruro de magnesio en agua de bebida*

En caso de que el agua de bebida NO sea salada (< 1g/l de sales totales), se puede agregar **1.5 g Cloruro de Mg por litro de agua** en los bebederos, buscando algún mecanismo que permita distribuir estas sales en forma práctica.

Este tratamiento tiene varias desventajas:

- 1) El agua toma gusto amargo y puede afectar seriamente su consumo y con él, la producción (carne o leche).
- 2) Es muy difícil hacer una adecuada dosificación, diariamente, en función de la cantidad de animales que vayan a consumir agua.

- 3) Es imposible saber si todos los animales tomaron la cantidad de agua con la proporción adecuada de Mg que requieren.

En resumen, este método NO es aconsejable por las dificultades prácticas y porque no aseguran una apropiada dosificación de Mg, en forma diaria.

### ***3.2. Cloruro de magnesio (polvo) mezclado con aditivo líquido***

Se están experimentando diferentes aditivos, mezclando de cloruro de Mg en “polvo” con una fuente líquida azucarada, aprovechando su alta solubilidad en agua (560 g/l).

Este aditivo líquido tendría un doble efecto beneficioso. Por un lado, se estimula el consumo diario del Mg, por la alta palatabilidad del aditivo azucarado y por el aporte de energía del mismo, generando cadenas carbonadas que capturarían el amoníaco del rumen (proteína microbiana) y por el otro, se reduciría la proporción de la sal (hidróxido amónico magnésico), manteniendo el pH entre 6 a 7, asegurando una mayor disponibilidad de  $Mg^{++}$  en sangre.

## ***4. Quelato de magnesio***

La quelatación es la habilidad de un compuesto químico para formar una **estructura en anillo** con un **ion metálico** resultando en un compuesto con propiedades químicas diferentes a las del metal original. El quelante impide que el metal siga sus reacciones químicas normales.

Los quelatos son anillos heterocíclicos en cuyo núcleo central hay un átomo metálico (como el Mg). El quelato de Mg está compuesto por la unión de una sal + un metal (Mg orgánico) + dos o tres aminoácidos, como la glicina (bisglicinato de Mg).

El quelato de Mg tiene una mayor absorción y asimilación en el organismo que las formas inorgánicas debido a que están combinados con aminoácidos. El funcionamiento dentro del organismo de ambas formas (orgánicas e inorgánicas) es similar (Gráfico 1).

En un experimento realizado con vacas lecheras en Venezuela, donde evaluaron el comportamiento metabólico y productivo del óxido de Mg vs el quelato de Mg, se encontró un incremento de la producción láctea y de la proteína en aquellas vacas que consumieron al Mg en forma de quelato (Sepúlveda et al. 2013)

### ***Estrategias de alimentación y manejo.***

Una adecuada estrategia de alimentación y manejo requiere suministrar, en forma simultánea y diariamente, el **nivel de Mg adecuado a la categoría animal** que se disponga y un apropiado aporte de **energía**, a través de granos de cereal, azúcares solubles u otro tipo de sustancias energéticas con el objetivo de *reducir el pH en rumen* para que el nitrógeno, producto de la degradación de las proteínas del forraje y de otros alimentos, esté como amoníaco no ionizado ( $\text{NH}_3$ ) y pueda atravesar las paredes ruminales y entrar al torrente sanguíneo.

Como se dijera al comienzo de este trabajo, una parte de ese  $\text{NH}_3$  regresa al rumen por la saliva y otra va al hígado para transformarse urea, la cual se dirige al riñón y luego a través de la orina sale al exterior.

Si no se reduce el pH el nitrógeno estará como  $\text{NH}_4^+$  ( $> \text{pH } 8$ ) y no puede atravesar el rumen y, en esas condiciones, se generan intoxicaciones que afectan a la producción (carne o leche), incluso, puede terminar con la muerte del animal. Además, esos alimentos energéticos generan en rumen “cadenas carbonadas” que capturarán el amoníaco libre ( $\text{NH}_3$ ) para formar proteína microbiana (bacterias celulolíticas y amilolíticas).

Producto de todos estos procesos metabólicos y la NO generación del amonio ionizado ( $\text{NH}_4^+$ ), se evita la formación de la sal (hidróxido amónico magnésico) y con ella, todo el Mg que hay en rumen estará disponible para atravesar las paredes del mismo y distribuirse en el organismo a través del torrente sanguíneo.

***Concentración de Magnesio y Potasio de diferentes granos, subproductos de agroindustria, forrajes frescos y conservados (% de la MS)***

En general, las gramíneas (agropiro, festuca, verdeos de invierno, etc.) tienen mayor concentración de Mg que las leguminosas. Además, la concentración es superior cuando esa misma gramínea se encuentra seca (rollos o fardos) que, en estado fresco, al tener en este momento una mayor cantidad de agua (70-90%) respecto a los henos (10-20%), concentrándose el Mg en la materia seca de la planta.

***1.- Granos y subproductos de agroindustria***

<i>Alimento</i>	<i>Magnesio</i>	<i>Potasio</i>
<i>Afrechillo de Trigo</i>	<i>0.13</i>	<i>1.38</i>
<i>Grano de Avena</i>	<i>0.07</i>	<i>0.38</i>
<i>Grano de Maíz</i>	<i>0.02</i>	<i>0.35</i>
<i>Grano de Sorgo</i>	<i>0.04</i>	<i>0.34</i>
<i>Grano de Trigo</i>	<i>0.04</i>	<i>0.42</i>
<i>Grano de Triticale</i>	<i>0.06</i>	<i>0.33</i>
<i>Harina de Soja</i>	<i>0.29</i>	<i>0.68</i>

## 2.- Forrajes frescos y Reservas de forraje

<i>Forraje fresco y Reservas</i>	<i>Magnesio</i>	<i>Potasio</i>
<i>Alfalfa (verde)</i>	<i>0.31</i>	<i>0.44</i>
<i>Avena (verde)</i>	<i>0.3</i>	<i>3.67</i>
<i>Gramínea (heno)</i>	<i>0.18</i>	<i>2.24</i>
<i>Gramíneas (Silaje)</i>	<i>0.24</i>	<i>2.82</i>
<i>Maíz (Silaje)</i>	<i>0.19</i>	<i>1.38</i>
<i>Maíz (verde)</i>	<i>0.22</i>	<i>0.97</i>
<i>Ray grass (verde)</i>	<i>0.26</i>	<i>3.88</i>
<i>Sorgo (Silaje)</i>	<i>0.16</i>	<i>1.47</i>
<i>Sorgo forrajero (verde)</i>	<i>0.29</i>	<i>3.65</i>

### **Conclusiones**

- La deficiencia se produce por una combinación de factores dando como resultado la falta de magnesio asimilable en el organismo.
- La época con mayor ocurrencia de casos se presenta a fin de invierno-principios de primavera coincidiendo con una alta necesidad de vacas paridas o apunto de parir con forraje de rebrote con una alta tasa de crecimiento en estado aguachento con bajo porcentaje de materia seca y alto contenido de PB.
- Si bien todas las categorías son afectadas, la mayor susceptibilidad se presenta en bovinos adultos, en los cuales la capacidad de movilización de sus reservas de magnesio es nula y depende de la ingesta diaria. La categoría más comprometida es la vaca sobre todo cuando se encuentra en la etapa de máxima demanda, fin de gestación-principio de la lactancia.

- Los animales que más frecuentemente se ven afectados son los que están en mejor estado, ya que la movilización de grasa provocaría una captura de Mg
- Las situaciones de estrés, como movimientos de hacienda y encierres, desencadenan la aparición de casos.

En resumen, si se articula en forma simultánea todas estas estrategias buscando que todos los animales consuman la cantidad de Magnesio y granos molidos (energía) o el uso de aditivos líquidos o sólidos ricos en Mg, se reducirán en forma significativa las muertes que son provocadas por Hipomagnesemia.

#### **Fuentes consultadas**

De Luca, 2002. Fisiología del Magnesio.

[http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/51-magnesio.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/51-magnesio.pdf)

Fuentes de Magnesio (FEDNA) 2017. España

[http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/fuentes-de-magnesio](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/fuentes-de-magnesio)

Sepúlveda. P, Wittwer. F y Mirela Noro. M.2013. Indicadores sanguíneos y ruminales del balance de magnesio en vacas lecheras en pastoreo y suplementadas con óxido o quelato de magnesio. Zootecnia Trop. vol.31 no.1 Maracay

Susana Cseh 2012. (INTA Balcarce) Ganadería y Compromiso, IPCVA, 42:12-13

Villanueva, G. 2011. NUTRICIÓN DEL GANADO: MAGNESIO. Zapopan, Jalisco, México. direccion@mineraleselsastre.com