

UTILIZACIÓN DE SALES ANIÓNICAS EN DIETAS PARA VACAS SECAS

C. de Blas (1) , C. Resch (2) , J. Amor (2) y P. García (1). 1998.

1) Departamento Producción Animal UPM;

2) Leyma S.A.

XIV Curso de Especialización, Avances en Nutrición y Alimentación Animal, 57-46.

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.

Sitio Argentino de Producción Animal - www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Suplementación mineral](#)

1.- INTRODUCCIÓN

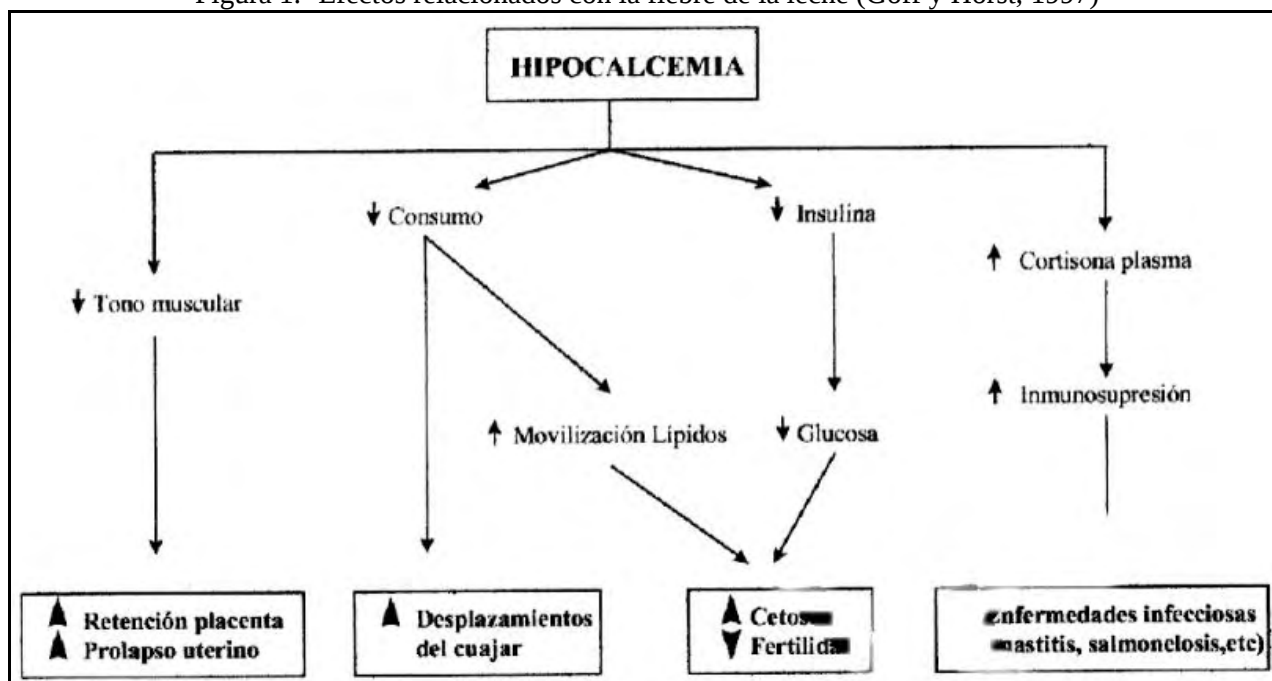
La fiebre de la leche (paresia puerperal, hipocalcemia del parto) se produce cuando los mecanismos homeostáticos que mantienen los niveles de Ca en plasma fallan en reemplazar los niveles de Ca perdidos al inicio de la lactación. La repentina demanda de altos niveles de Ca para la producción del calostro hace que el Ca deje los fluidos extracelulares para entrar en la glándula mamaria más rápido de lo que puede ser reemplazado por la absorción intestinal o la movilización de la reserva ósea, lo que conduce a hipocalcemia (nivel de Ca total en plasma inferior a 8 mg/dl).

Puesto que parte de la esencialidad del calcio proviene de su papel en la transmisión nerviosa y en la contracción del tejido muscular, los principales síntomas clínicos de la hipocalcemia incluyen temblores y parálisis. Estos síntomas pueden corregirse mediante inyección intravenosa de calcio o el suministro oral de geles (cloruro) o sales (propionato) de calcio (Horst et al., 1997). En caso contrario, se estima que un 60-70% de los animales no tratados mueren.

En Estados Unidos, la incidencia de fiebre de la leche ha permanecido estable en las últimas décadas, situándose en torno al 8-10% de las vacas de leche. Recientemente, Hutjens (1996) señala que la hipocalcemia (clínica + subclínica) afecta a un 75% de las vacas de alta producción en los estados de Florida y Colorado. También se ha observado que la incidencia aumenta con la edad de la vaca (por la menor capacidad para movilizar calcio óseo) y que los problemas tienden a repetirse en partos sucesivos.

El coste económico de esta enfermedad se extiende más allá del coste del tratamiento. Numerosos trabajos han demostrado que la hipocalcemia está asociada con un aumento en la incidencia de mastitis, cetosis, desplazamientos de abomaso y retención de placenta y con una menor fertilidad (figura 1).

Figura 1.- Efectos relacionados con la fiebre de la leche (Goff y Horst, 1997)



2.- TRATAMIENTO PREVENTIVO

La prevención parece ser el método más deseable para reducir las pérdidas económicas asociadas con la fiebre de la leche. Dada la importancia del metabolismo del Ca en la etiología de esta enfermedad, se han propuesto diversos mecanismos para su prevención:

- ♦ Reducir los niveles de Ca y P en raciones de vacas secas
- ♦ Administrar vitamina D o sus metabolitos en momentos específicos del preparto.

En ambos casos de lo que se trata es de activar los mecanismos de movilización del calcio óseo en un período (2-3 semanas antes del parto), en el que las necesidades son bajas y están sobradamente cubiertas por la dieta. Los dos métodos presentan, sin embargo, algunos inconvenientes. Así, reducir los niveles de Ca supone restringir la utilización de forrajes de leguminosas a favor, por ejemplo, del silo de maíz, lo que puede provocar un engrasamiento excesivo en el período preparto, cambios repentinos del forraje de la dieta tras el parto y aumento de la incidencia de desplazamiento de abomaso. En cuanto a la administración oral o intramuscular de vitamina D₃ se ha señalado (Littledike y Horst, 1982) que muchas vacas tratadas con vitamina D no son capaces de producir 1,25 (OH)₂D₃ endógeno que es el metabolito que interviene en la movilización del Ca. Como consecuencia, estas vacas muestran síntomas de hipocalcemia y fiebre de la leche después del parto.

Un problema adicional de estos métodos preventivos es que no siempre resultan efectivos. Un trabajo reciente (Goff y Horst, 1997) ha demostrado que la incidencia de hipocalcemia está relacionada no sólo con el contenido en calcio de la dieta, sino también con el de potasio. De sus resultados (cuadro 1) se deduce que, manteniendo bajo el calcio de la dieta, un 36% de las vacas desarrollan fiebre de la leche si el nivel de potasio es elevado (2,1%). Este nivel se supera habitualmente en forrajes de leguminosas (que además son ricos en calcio) y en gramíneas jóvenes, sobre todo cuando están fuertemente estercoladas.

Cuadro 1.- Incidencia de fiebre de la leche (%).
Efecto de los niveles de Ca y K de la dieta (Goff y Horst, 1997)

Dietas	1,1% K	2,1% K
0,5% Ca	0	36
1,5% Ca	20	66

Análogamente, analizando datos de distintos ensayos, Oetzel (1991) demostró que el contenido en S de la dieta tuvo un efecto mucho mayor sobre la incidencia de fiebre de la leche que el nivel de Ca de la ración. Con dietas con bajos niveles de S (0,10%) un 60% de las vacas desarrollaron fiebre de la leche, mientras que con 0,55% de S no se detectaron estos problemas. En cambio, la incidencia de fiebre de la leche fue sólo del 10% con dietas que contenían aproximadamente un 1,2% de Ca (el rango de Ca en las dietas varió del 0,50 al 1,2%).

3.- BASES FISIOLÓGICAS DEL EFECTO DE LAS SALES ANIÓNICAS SOBRE LA HIPOCALCEMIA

La utilización de sales aniónicas en dietas para vacas secas se basa en el carácter acidógeno de estas sustancias, que provoca una acidificación digestiva y metabólica, creándose unas condiciones óptimas para la circulación del Ca en el organismo (Block, 1994):

Mejora la asimilación digestiva del Ca a través del:

- ♦ transporte pasivo (a nivel del rumen y del intestino porque a pH ácido aumenta la solubilización del Ca)
- ♦ transporte activo (la paratohormona (PTH) que controla la absorción intestinal de Ca es activada por la acidosis y los niveles de HPO en plasma aumentan).

Aumenta la movilización de Ca óseo debido bien directamente a que en condiciones ácidas aumenta la actividad de los osteoclastos (células encargadas de la destrucción del tejido óseo), o bien indirectamente a un aumento de la excreción de Ca vía orina .

Aumenta la proporción de Ca plasmático en forma iónica (Ca²⁺), el único metabólicamente activo.

El efecto principal de las sales aniónicas se ejerce sobre el equilibrio ácido-base del organismo, por lo que su utilización obliga a incorporar el concepto de balance catión-anión (DCAD = Dietary Cation-Anion Difference) en la formulación de dietas para vacas secas.

En condiciones normales el pH del organismo se mantiene entre límites muy estrechos (7,35 - 7,40) a través de diversos mecanismos reguladores físico-químicos, sistemas tampón plasmáticos (bicarbonatos y proteínas) y tejido óseo, y fisiológicos (eliminación de CO₂ por vía respiratoria en detrimento de los bicarbonatos; eliminación de ácidos por vía renal o reabsorción de bicarbonatos).

La distribución de iones en los diferentes medios es tal que existe una igualdad perfecta entre la suma de aniones (iones cargados negativamente con carácter ácido) y cationes (iones cargados positivamente con carácter básico) si las concentraciones de estos iones se expresan en miliequivalentes. Teniendo en cuenta que los iones Na⁺, K⁺ y Cl⁻ (es decir, iones biodisponibles que no pueden ser metabolizados a formas más simples) determinan

el equilibrio ácido-base del medio plasmático y el papel acidógeno del S = (los sulfatos acidifican directamente los fluidos biológicos; Whiting y Draper,

1981), son estos cuatro iones los considerados en el cálculo del balance catión-anión de una materia prima o de una dieta.

Algunos autores no incluyen el S = en el cálculo de la DCAD (Gaynor et al., 1989), sin embargo los trabajos de Oetzel (1991) y Tucker et al. (1991) demuestran que se trata de un importante factor nutricional de riesgo para el desarrollo de la fiebre

de la leche.

Mediante el cálculo de la DCAD es posible determinar la incidencia de un alimento o una dieta determinada sobre el equilibrio iónico y el pH del medio plasmático. La DCAD se define como la diferencia entre cationes y aniones expresada en miliequivalentes:

$$\text{DCAD (meq/kg)} = \text{meq/kg (Na}^+ + \text{K}^+) - \text{meq/kg (Cl}^- + \text{S}^=)$$

La concentración en miliequivalentes se determina por la relación entre el peso atómico y la valencia de cada ión, es decir:

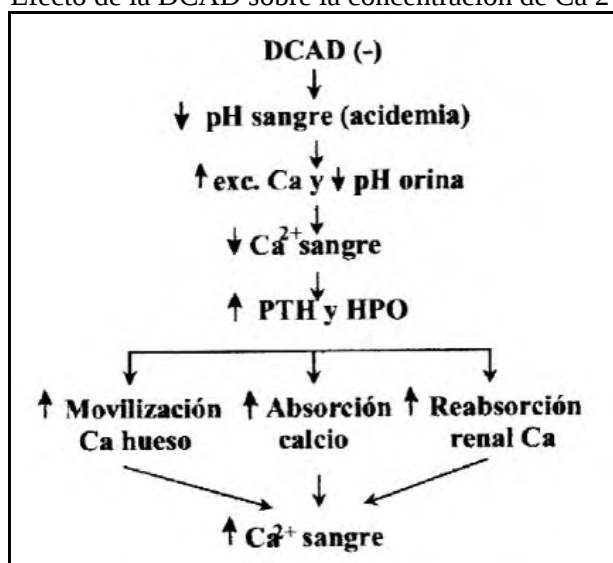
Ión	Peso atómico (g)	Valencia	Peso meq (mg)
Na ⁺	23	1	23
K ⁺	39	1	39
Cl ⁻	35,5	1	35,5
S ⁼	32	2	16

De modo que la expresión matemática para el cálculo de la DCAD de una materia prima o de una ración será la siguiente:

$$\text{DCAD (meq/100 g)} = \left(\frac{\% \text{Na}}{0,023} + \frac{\% \text{K}}{0,039} \right) - \left(\frac{\% \text{Cl}}{0,035} + \frac{\% \text{S}}{0,016} \right)$$

Cuando se suministra una dieta con DCAD (negativa) a vacas secas al final de la gestación, se produce la entrada de un exceso de aniones (SO₄ = y Cl⁻) en el organismo. La necesidad fisiológica de mantener la electroneutralidad hace que se liberen cationes (H⁺) para neutralizar los aniones, provocando consecuentemente una bajada del pH (↑ [H⁺] → ↓ pH). Como consecuencia, se produce una acidificación de la orina y una mayor excreción de Ca, reduciéndose los niveles de Ca²⁺ en sangre. En respuesta, aumenta la secreción de hormona paratiroidea y de 1,25 (OH)2D3, estimulándose la movilización de Ca óseo y aumentando, finalmente, la concentración de Ca²⁺ en sangre (figura 2).

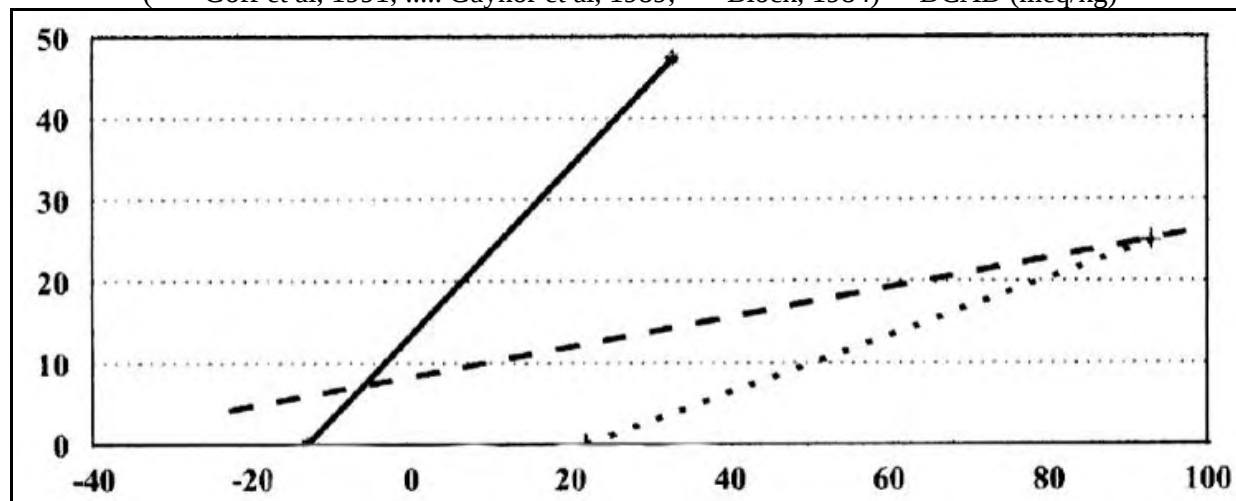
Figura 2.- Efecto de la DCAD sobre la concentración de Ca²⁺ en sangre



4.- EFECTO DEL EMPLEO DE SALES ANIÓNICAS SOBRE LA PREVENCIÓN DE LA HIPOCALCEMIA

En la figura 3 se muestran los resultados de tres ensayos (Block, 1984; Gaynor et al., 1989; Goff et al., 1991), en los que, en las mismas condiciones experimentales se comparaba el efecto de dietas con diferentes balance catión-anión sobre la incidencia de hipocalcemia. Para reducir la DCAD de la dieta se recurrió al empleo de sales aniónicas, es decir sales que aportan Cl y S pero no Na y K. Como puede apreciarse, la adición de sales aniónicas supuso en todos los casos una disminución significativa de la incidencia de fiebre de la leche.

Figura 3.- Efecto del DCAD sobre la incidencia (%) de fiebre de la leche
(- - - Goff et al, 1991; Gaynor et al, 1989; — Block, 1984) - DCAD (meq/kg)



Los resultados de un trabajo más reciente realizado sobre 500 vacas de alta producción (Beede et al., 1991), se muestran en el cuadro 2. En este ensayo se compararon dos dietas, una control con un DCAD de 50 meq/kg, y otra en la que, mediante el empleo de sales aniónicas se conseguía reducir el DCAD hasta -250 meq/kg.

Como se puede apreciar, el tratamiento resultó efectivo al elevar la concentración de Ca iónico en sangre, y al reducir la incidencia tanto de síntomas clínicos como subclínicos, sobre todo en los animales de mayor edad (> 3 lactaciones). También puede observarse que, como consecuencia de la disminución de los efectos colaterales negativos de la hipocalcemia, se producía un incremento significativo de la producción de leche (4%) y de la eficacia reproductiva (17%).

Cuadro 2.- Efecto del DCAD sobre la incidencia de hipocalcemia y fiebre de la leche
(Beede et al., 1991)

	Control (+50 meq/kg)	+Sales (-250 meq/kg)	Signif.
% Fiebre leche			
< 2 lactaciones	0	0	
> 3 lactaciones	12	5	**
% Hipocalcemia			
< 2 lactaciones	16	2	**
> 3 lactaciones	66	28	**
Ca ²⁺ sangre (mg/100 ml)	3,80	4,31	**
Producción leche, kg	9.030	9.356	**
% Vacas gest. 250 d	66	77	*

En otro ensayo reciente realizado en las condiciones de producción de Galicia (Resch et al., datos no publicados), se ha observado que, la adición de sales aniónicas (una mezcla 50:50 de So_4Mg y ClNH_4) permitía reducir el pH de la orina (un 26%), lo que estuvo relacionado con una mayor concentración de Ca en sangre y con una menor incidencia de hipocalcemia subclínica (proporción de vacas que aunque no presentaban síntomas clínicos, alcanzaban alrededor del parto concentraciones de Ca en sangre inferiores a 7). En este ensayo no se observó ningún caso de fiebre de la leche con síntomas clínicos.

5.- USO DE SALES ANIÓNICAS. RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

De acuerdo con los resultados anteriores, el uso de sales aniónicas como aditivo en dietas de fin de gestación, parece una alternativa eficaz para reducir la incidencia de hipocalcemia cuando no es posible o económico reducir el contenido en Ca y/o K (forrajes en base a leguminosas o gramíneas jóvenes fuertemente estercoladas). El balance catión-anión de diferentes alimentos se muestra en el cuadro 3. La recomendación más habitual es que en las raciones de vacas secas se mantenga una DCAD negativa del orden de -100 a -150 meq/kg MS durante las 3-4 semanas antes del parto, lo que se consigue suministrando sales aniónicas. Además, las raciones deben proporcionar de 150 a 180 g Ca por vaca y día (1,2-1,4% de la ración), ya que las dietas acidógenas aumentan la excreción de Ca en la orina.

Cuadro 3.- Balance catión-anión de alimentos (meq/kg MS) (Block, 1994)

Alimentos	DCAD
Heno alfalfa	+ 431
Harina soja	+ 266
Silo maíz	+ 156
Granos cereales	(- 25, + 20)
Harina pescado	- 76
DDGS	- 219

Las sales aniónicas deben ser añadidas a tasas de 2000-3000 meq/día, lo cual reducirá la DCAD a menos de cero (-50 a -150 meq kg⁻¹). Para alcanzar este balance se debe suministrar 200-250 g de una mezcla de sales aniónicas. En el mercado existen distintos productos, en general cualquier cloruro o sulfato (sin K o Na) es válido. Oetzel et al., (1991) estudiaron seis sales aniónicas (MgCl₂, MgSO₄, CaCl₂, CaSO₄, NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄) y demostraron que cualquiera de ellas era igualmente efectiva en cuanto a sus efectos acidificantes (sangre, orina) y su capacidad para aumentar la excreción urinaria de Ca. No obstante, estos mismos autores destacan que las sales de Ca y Mg tienen un potencial de toxicidad menor que las sales amónicas (NH₄) ya que no son fuente de nitrógeno no proteico. Acedo (1997) señala que las sales más utilizadas comercialmente son el cloruro amónico y los sulfatos de amonio, calcio y magnesio. El cloruro de calcio es también efectivo, pero no se usa por resultar irritante y el cloruro de magnesio tampoco por ser más costoso. En la práctica se suelen utilizar mezclas de estas sales, debiendo vigilarse en cualquier caso que los niveles de S de la dieta no sobrepasen el 0,4% MS para evitar toxicidad.

También puede comprobarse que la corrección acidógena de las dietas es efectiva en el animal, asegurándose de que las vacas consumen las sales aniónicas, la dosis de sales es correcta y los animales reciben las sales aniónicas el tiempo suficiente para conseguir la acidosis digestiva buscada. Para ello deben tomarse muestras de orina y medir el pH. En condiciones normales el pH de la orina es .8, la adición de sales aniónicas debe reducir el pH a valores de 6,7-7.

Las sales aniónicas son muy poco palatables y precisan de un manejo cuidadoso para asegurar su consumo. Es imprescindible que se presenten perfectamente mezcladas con el pienso o con el resto de la ración cuando se dispone de sistemas unifeed para enmascarar su sabor. La mezcla de las sales aniónicas con alimentos muy palatables, incorporadas en los silos de maíz o alfalfa, también ha demostrado ser efectiva (Olson, 1991; Howard, 1995). No debe olvidarse que en ningún caso se debe sobrepasar el límite de corrección acidógena de 3000 meq/día, ya que dosis superiores de sales aniónicas pueden afectar muy negativamente al consumo.

Las sales no deben usarse en novillas ni en vacas de baja-media producción (< 8.000 kg/lactación), ya que éstas no suelen presentar problemas de hipocalcemia.

6.- REFERENCIAS

- ACEDO, J. (1997). En: *XIII Curso de Especialización FEDNA*, Madrid. pp. 23-61.
 BLOCK, E. (1994) *J. Dairy Sci.* 77: 1437.
 GAYNOR, P.J., MUELLER, F.J., MILLER, G., KIESS, A. y DOWLEN, H.H. (1989) *J. Dairy Science* 72: 2525.
 GOFF, J.P. y HORST, R.L. (1997a) *J. Dairy Sci.* 80: 176.
 GOFF, J.P. y HORST, R.L. (1997b) *J. Dairy Sci.* 80: 1260.
 HORST, R.L., GOFF, J.P., REINHART, T.A. y BUXTON, D.R. (1997) *J. Dairy Sci.* 80:1269.
 HOWARDS, T. (1995) *Hoard's Dairyman*, Mayo - 95: 489.
 HUTJENS, M.F. (1996) *Anim. Feed Sci. and Techn.* 59: 199.
 LITLEDIKE, E.T. y HORST, R.L. (1982) *J. Dairy Sci.* 65: 748.
 NRC (1989) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington, D.C.

OETZEL, G.R. (1991) *J. Dairy Sci.* 74: 3900.

OETZEL, G.R., FETTMAN, M.J., HAMAR, D.W. y OLSON, J.D. (1991) *J. Dairy Sci.* 74:965.

OLSON, J.D. (1991) *Bovine Practitioner* 26: 88.

TUCKER, W.B., HOGUE, J.F., WATERMAN, D.F., SWENSON, T.S., XIN, Z., HEMKEN

R.W., JACKSON, J.A., ADAMS, G.D. y SPICER, L.J. (1991) *J. Anim. Sci.* 69: 1205.

WHITING, S.J. y DRAPPER, H.H. (1981) *J. Nutr.* 111: 1721.

Volver a: [Suplementación mineral](#)