

# MANEJO DE LOS MINERALES TRAZA EN EL GANADO

F. Rollin y H. Guyot\*. 2014. Engormix.com.

\*University of Liège, Faculty of Veterinary Medicine, Clinical Department of Production Animals, Clinics for ruminants, Belgium.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Minerales](#)

## INTRODUCCIÓN

Los minerales traza son conocidos por ser esenciales en la nutrición animal porque desempeñan un papel principal en la salud, la reproducción y la productividad. Los elementos traza más importantes en el ganado son: selenio (Se), cobre (Cu), zinc (Zn), yodo (I), cobalto (Co), manganeso (Mn) y hierro (Fe).

La primera pregunta a la que nos enfrentamos es si los minerales traza constituyen una dificultad real en los rebaños de ganado. La respuesta no es única, depende del nivel de productividad de los animales, de la concentración de cada mineral traza en la ración y las interacciones entre éstos, y de los objetivos del manejo de estos rebaños. De hecho, la selección de animales altamente productivos, tanto en las razas de leche como de carne, va de la mano con el incremento de sus necesidades y no siempre se asocia con un aumento de su capacidad de ingesta de materia seca, precisando una mayor concentración de los diferentes componentes de su ración, incluyendo los minerales traza. Además, algunos minerales traza pueden ser deficientes en la ración mientras que otros pueden estar presentes a un nivel pletórico o, incluso, tóxico. La regla general son deficiencias múltiples y no siempre es fácil incriminar a una de ellas en particular en caso de bajos rendimientos del rebaño. Por último, el suministro recomendado de minerales traza variará según si el objetivo es sólo prevenir los síntomas de deficiencia o también optimizar la salud, el bienestar, la reproducción y la productividad de los animales, así como la calidad de los alimentos (leche y carne) producidos.

De todos modos, numerosos documentos han descrito los efectos negativos de las deficiencias en elementos traza en la salud del ganado (Graham, 1991). En Europa, las deficiencias en elementos traza están muy extendidas en el ganado actualmente. Un estudio reciente (Guyot et al., 2009) presentó la epidemiología belga de las deficiencias en Se, Zn, Cu e I en ganados lecheros (sobre todo, Holstein) y de carne (sobre todo, Belga Azul) con problemas de salud, comparados con rebaños sanos. Como era de esperar, se encontraron menores concentraciones en sangre de elementos traza en los rebaños enfermos. Estos resultados en rebaños belgas corroboran aquéllos encontrados previamente en Irlanda (Mee and Rogers, 1994) y Francia (Enjalbert et al., 2006) y probablemente puedan extrapolarse a la mayoría de países europeos.

La segunda pregunta hace referencia a las razones de tal situación. En primer lugar, los suelos en Europa son muy a menudo deficientes y casi nunca se reponen de una serie de minerales traza. En segundo lugar, con la aparición de monocultivos como el maíz o el raigrás para ensilado, las raciones del ganado son cada vez menos variadas y equilibradas. Por último, pero no por ello menos importante, las dificultades pecuniarias de muchos granjeros les incitan a disminuir los costes de producción, mediante la supresión de los minerales en las raciones de sus animales.

En España, parece haber poca información sobre las concentraciones de minerales traza en los suelos y su extracción por los cultivos. Se observó una correlación positiva entre el Cu en hígado del ganado en el matadero y la densidad de explotaciones de porcino, debido al estiércol de cerdo extendido en los pastos utilizados por el ganado (Lopez-Alonso, 2012). Bajo el consentimiento de éste mismo autor, “el hecho de que en la mayoría de los casos estas deficiencias en minerales son subclínicas o no tienen síntomas claros, y que los veterinarios clínicos no tienen experiencia para tratarlas, dificulta el diagnóstico”.

Por consiguiente, el objetivo de este documento es proporcionar a los veterinarios de vacuno las herramientas para manejar correctamente las deficiencias y los excesos en minerales traza en los rebaños de ganado. El primer paso será la valoración de la situación respecto a los minerales traza a través de los distintos síntomas clínicos, posteriormente confirmados por pruebas de laboratorio seleccionadas. A continuación, se explicará cómo corregir las anomalías reveladas, teniendo en cuenta la especialidad (lechera o de carne) y los respectivos procedimientos operativos de manejo.

## OBSERVACIONES CLÍNICAS RELACIONADAS CON PROBLEMAS DE MINERALES TRAZA

Una serie de elementos deben hacer sospechar a priori al profesional sobre problemas de minerales traza en los rebaños de ganado: raciones basadas principalmente en forrajes pobres como el ensilado de maíz, la paja o un heno demasiado fibroso, falta de distribución de minerales, ingestión de suelo y contaminación de los forrajes por

un suelo rico en Fe. Investigaciones recientes sugieren que las condiciones ácidas que se producen durante las fermentaciones del ensilado aumentan en gran medida la biodisponibilidad del Fe en el suelo para el ganado (¡x 80!).

Clínicamente, hay una amplia variedad de síntomas asociados con deficiencias en elementos traza pero los signos clínicos son raramente patognomónicos. No obstante, algunos son más sugestivos que otros: la muerte del embrión y del feto, abortos, partos prematuros (I), mala adaptación de los terneros a la vida extra-uterina en general (Se e I) y mortinatos, terneros débiles y fríos, rigidez muscular congénita, diferentes causas de disfagia (macrogllosia, miopatía congénita de la lengua), síndrome de estrés respiratorio y una mayor susceptibilidad a enfermedades infecciosas, en particular anemia (Cu, Co ?Vit. B12), miopatía y cardiomiopatía (Se), diarrea (Cu, Co), enfermedades de la piel, como la sarna, la tiña, dermatitis digital y pederio (Zn, Cu, I), pica no debida a deficiencias en energía, proteínas, sodio o fósforo, mamitis y aumento del recuento de células en leche en el tanque (Se), retención de la placenta y metritis (Se), síndromes de vaca gorda y de vaca caída (I, Se, Co).

## PRUEBAS DE LABORATORIO

Como se ha mencionado anteriormente, los análisis de laboratorio son absolutamente necesarios para confirmar el diagnóstico, por lo menos cuando no hay información previa disponible. En la mayoría de las ocasiones, las deficiencias son múltiples (Guyot et al., 2009) y están asociadas con el exceso de algunos minerales traza y es importante saber qué elementos son deficientes o excesivos para suplementar adecuadamente a los animales y evitar la competencia entre minerales. En nuestra unidad, normalmente analizamos los forrajes producidos en la granja, así como la sangre y/o la leche de los animales sanos. Nunca hacemos análisis de orina y pelo que no son lo suficientemente fiables, pero en ocasiones recogemos muestras de tejidos, principalmente del hígado, en la necropsia o en el matadero. De hecho, las biopsias de hígado se consideran complicadas y arriesgadas para pacientes vivos y los granjeros son normalmente reacios a este procedimiento.

### \*Forrajes

Confiamos estos análisis a un laboratorio especializado en Holanda (Blgg AgroXpertus, Wageningen, Holanda). El análisis completo, incluyendo la materia seca (MS), los componentes energéticos y proteínicos, el pH, los minerales (con cloruro y sulfuro que también permiten el cálculo del balance anión-catión en la dieta (BACD)) y los minerales traza (Cu, Zn, Mn, Se, I, Co, Fe, Mo), cuesta alrededor de 120.00 €. Es muy útil, sobre todo para los ensilados de hierba cuya composición varía mucho, dependiendo del tipo de suelo, del estado de madurez de la hierba en el momento de la siega y de las condiciones de la cosecha (contaminación por suelo). En nuestras condiciones, no es raro encontrar ensilados de hierba con una concentración de Fe de varios gramos/kg, siendo el máximo alcanzado 3.5 g/kg MS. Otros minerales traza son normalmente muy deficientes, con la excepción del Mn.

### \*Sangre

Las muestras de sangre se toman fácilmente y las técnicas modernas de análisis son certeras, precisas, sensibles y lo suficientemente rápidas para hacer un buen diagnóstico. La espectroscopia de masas por plasma acoplado por inducción – (ICP-MS) ha demostrado recientemente su eficacia desde este punto de vista. La mayoría de las veces, la sangre es centrifugada y el plasma o el suero se utilizan para ensayos de ICP-MS. Excepto para el Cu (plasma > suero), los valores de plasma y suero son parecidos. La sangre normalmente es un indicador temprano de la fase de deficiencia ya que el suero/plasma representa la cantidad del mineral disponible para transporte.

### Toma de muestras de sangre

No es el objetivo recordar cómo recoger muestras de sangre correctamente, sino centrarse en la interpretación errónea que se puede hacer a partir de muestras incorrectas. Todo debe hacerse para evitar la hemólisis, que puede incrementar falsamente las concentraciones en plasma/suero de Se, Cu y Zn. El retraso entre la toma de las muestras y su análisis también puede llevar a falsos resultados. Un retraso largo aumentará el riesgo de hemólisis, pero también la difusión de Se de los eritrocitos (contenido en la glutatión-peroxidasa (GPX)) al suero/plasma. La actividad de las enzimas (por ejemplo, la GPX o la superóxido dismutasa (SOD)) también puede disminuir con el tiempo. Por último, algunos tubos con tapones de goma pueden contener Zn, llevando a un falso aumento de la concentración de Zn en plasma/suero. Deben utilizarse tubos de plástico específicos, sin goma y libres de trazas de minerales.

## Animales

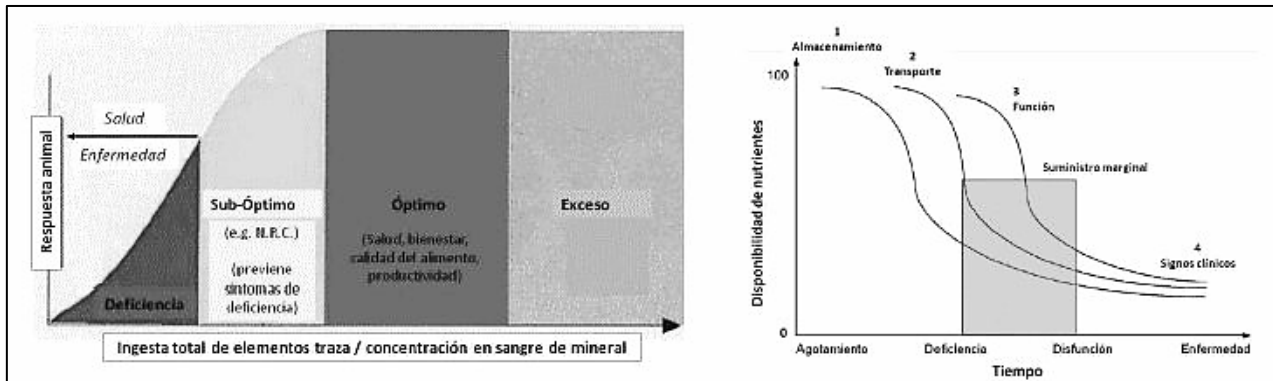
El diagnóstico del estado de los elementos traza debe hacerse a nivel de rebaño porque esto es claramente un problema de rebaño. El diagnóstico consiste en evaluar el estado nutricional y/o funcional del rebaño y los animales sanos deben ser muestreados. Su número depende de la prevalencia de la deficiencia y la variación de la concentración de los elementos traza dentro del rebaño. De acuerdo con diferentes autores, este número fluctúa entre 7 y 15 (Herdt, 2000; Herdt et al., 2000; Guyot and Rollin, 2007a). Los animales a muestrear deben seleccionarse de un grupo homogéneo en la población objetivo. Los análisis pueden hacerse de forma individual o por grupo. El grupo tiene la ventaja de ser menos caro. Es preciso si el número de animales seleccionados es suficiente (alrededor de 15 animales) y si el grupo de animales muestreados es homogéneo. Es necesario un grupo por cada población objetivo. No obstante, el grupo es efectivo en Se, Zn, Cu e I plasmáticos, pero es inútil para determinar la actividad de la GPX en los eritrocitos, la SOD o las hormonas del tiroides. Cuando se use un grupo, se debe prestar atención a la interpretación de los resultados si hay valores atípicos (grupo heterogéneo) presentes en la población muestreada. En general, si el grupo es homogéneo, se aplica la regla de “todoo- nada” ya que la mayor parte de los animales muestreados (>70%) o son deficientes o tienen un estado correcto (Guyot et al., 2009).

## Fuentes de variación

La hemolisis es una gran fuente de variación ya que aumenta artificialmente las concentraciones plasmáticas de Cu, Zn y Se. De hecho, la GPX y la SOD en los glóbulos rojos contienen una gran cantidad de estos elementos traza. La inflamación y las enfermedades incrementan secundariamente la concentración plasmática de Cu, ya que la proteína inflamatoria ceruloplasmina, que contiene Cu, aumenta en caso de inflamación. Al mismo tiempo, se dará una disminución de la concentración plasmática de Zn mientras que la inflamación esté presente. La inflamación también tiene un impacto sobre el metabolismo del Se y las hormonas del tiroides (por ejemplo, el Síndrome del Eutiroideo Enfermo). Los factores fisiológicos, como la gestación, el momento de lactación, la edad (terneros frente a madres), también pueden influir en los niveles en sangre de elementos traza. El baño de pezones con yodóforos interfiere con el diagnóstico de la deficiencia en I (en leche o plasma) por la absorción trans-cutánea del I. La inyección de algunos fármacos antihelmínticos (closantel, nitroxynil) que contienen I también aumenta el I plasmático durante un periodo bastante largo (varios meses). La concentración de Se en leche puede variar dependiendo de la forma de Se dada en la ración, transfiriéndose más Se al calostro o la leche cuando las vacas se alimentan con seleniometionina en comparación con selenito sódico. La correlación entre la GPX y el Se plasmático está bien descrita en la literatura, sin embargo, esta correlación también puede cambiar en función de la forma de Se. En cualquier forma de Se, después de un suplemento oral, el Se plasmático aumentará gradualmente hasta alcanzar un estado estable a los 30-60 días, mientras que la GPX seguirá aumentando progresivamente por lo menos durante 120 días (Guyot et al., 2007d).

## Análisis e interpretación

La evaluación del estado de los minerales traza en sangre o en los tejidos del animal está sujeta a alguna limitaciones y consideraciones. Normalmente, se ofrecen dos vías diferentes: determinar el estado nutricional (por ejemplo, la concentración plasmática o hepática de los elementos traza) o el estado funcional (por ejemplo, las hormonas del tiroides, la GPX, la SOD). Incluso los umbrales son a menudo polémicos. La Tabla 1 propone umbrales diferentes para evaluar el estado nutricional y funcional de los principales elementos traza Se, Zn, Cu e I. De acuerdo con la Fig.1, se han elegido considerando la concentración de los elementos traza necesaria para optimizar la salud, el bienestar, la calidad del alimento y la productividad, y no sólo evitar las enfermedades clínicas o apenas alcanzar los requisitos N.R.C. (NRC, 2000 y 2001). Junto a esto, la sangre y los tejidos (por ejemplo, del hígado) representan diferentes almacenes de elementos traza en el cuerpo. Cuando las ingestas dietéticas no son suficientes, estos sistemas de almacenamiento y transporte disminuirán primero, pero deben ser agotados antes de ver disfunciones o enfermedades (Fig.2). Lo ideal para el diagnóstico sería que el mineral almacenado fuera muestreado, pero en la práctica no es fácilmente accesible.



**Fig. 1:** Umbral para la determinación del nivel correcto de los elementos traza en el ganado (adaptado de Chung, 2003).

**Fig. 2:** Representación de las cinéticas de los grupos de elementos traza, según el nivel de mineral (de Underwood & Suttle, 1999).

Tabla 1: Umbral para el zinc (Zn) en plasma, el cobre (Cu) en plasma, la actividad de la glutatión peroxidasa (GPX) en los eritrocitos, el selenio (Se) en plasma, la tiroxina (T4) en plasma, el yodo inorgánico plasmático (YIP) en sangre y el selenio (Se) y el yodo (I) en leche para el ganado adulto (Herdt et al., 2000; Guyot et al., 2007d; Guyot y Rollin, 2007a; Guyot et al., 2009; Guyot et al., 2011).

Estado del rebaño	Zn (µmol/l)	Cu (µmol/l)	GPX (IU/gHb)	Se (µg/l)	T4 (nmol/l)	YIP (µg/l)	Se en leche (µg/l)	I en leche (µg/l)
Adecuado	14-21	13-18	220-600	80-140	30-120	45-650	> 50	80-500
Marginal	8-14	8-13	75-220	65-80	20-30	15-45	30-50	30-80
Deficiente	< 8	< 8	< 75	< 65	< 20	< 15	< 30	< 30

La leche del tanque puede dar una idea del estado de los minerales traza de un rebaño lactante. Es muy fácil de muestrear pero tiene limitaciones para ciertos elementos (Se, I).

**Diagnóstico específico para el Se**

El Se en suero/plasma es un buen indicador de la ingesta dietética. El Se en plasma es un marcador nutricional que aumenta rápidamente (en 2-6 días) después del suplemento oral (Ellis et al., 1997).

La evaluación de la GPX en los glóbulos rojos se utiliza a menudo para los marcadores funcionales, o marcadores a largo plazo. Debido a que la GPX que contiene Se se forma en el momento del desarrollo de los eritrocitos, la actividad de la GPX permite determinar el estado de los 100-120 días anteriores (media de la mitad de la vida de los glóbulos rojos). Como el Se se transmite bien de la madre al ternero, las vacas en gestación tardía mostrarán una concentración más baja de Se en plasma. Después del parto, los niveles de Se aumentarán progresivamente en la madre. En los terneros, se da una proporción más alta de Se en la GPX que en el plasma, por lo que las actividades de la GPX son mayores y el Se en plasma es menor, en comparación con sus madres (Guyot et al., 2011). El suplemento de I tiene un impacto en el metabolismo del Se, con un estado menor de Se mientras que los animales son alimentados con I suplementario, en comparación con las dietas deficientes en I (Pavlatá et al., 2005; Guyot et al., 2011). Por último, el Se en leche también puede evaluarse, pero está principalmente influido por la forma de Se dada en la ración (Guyot et al., 2007d).

**Diagnóstico específico para el Cu**

El Cu se almacena en el hígado, que también protege al animal de su toxicidad. Refleja la disponibilidad a largo plazo del Cu dietético. Una disminución en la concentración de Cu hepático es un marcador temprano de una ingesta dietética insuficiente en Cu. La forma más sensible para evaluar la deficiencia en Cu es, por tanto, la biopsia del hígado, incluso si los veterinarios y los granjeros no son muy entusiastas ante este método de muestreo. En su lugar, se utiliza con más frecuencia el Cu en plasma/suero. El acervo de transporte está constituido por la sangre y, en cierta medida, también el acervo funcional. De hecho, la ceruloplasmina, una proteína de inflamación producida por el hígado, contiene aproximadamente el 80% del Cu en sangre. La evaluación del Cu en plasma parece ser mejor que en suero porque una cantidad variable de Cu puede quedar cautiva en el coágulo. Hay una relación curvilínea entre la concentración de Cu hepática y en sangre. No obstante, la concentración de Cu hepática debe bajar drásticamente antes de que pueda apreciarse una disminución en la concentración de Cu en sangre (Underwood and Suttle, 1999). El Cu en plasma es, por tanto, un marcador tardío (a largo plazo) de la deficiencia en Cu, pero sigue siendo útil a nivel de rebaño, con al menos 10-15 animales muestreados por rebaño

(Herdt, 2000). La SOD es una enzima que contiene Cu utilizada a veces para determinar el estado de Cu, aunque no es fácil de interpretar.

### Diagnóstico específico para el Zn

El acervo de almacenamiento para el Zn no está bien definido, haciendo que la evaluación del estado de Zn sea engañosa. Incluso si la concentración de Zn hepática disminuye después de una prolongada ingesta inadecuada de Zn, el Zn en hígado no es un buen medio para evaluar el estado de Zn en el ganado. Por lo tanto, es preferible la concentración de Zn en plasma/suero porque es reducida en caso de deficiencia en Zn. No obstante, puede haber disfunciones (por ejemplo, una reducida eficiencia alimentaria) antes de observar una disminución en la concentración de Zn en plasma. Una baja concentración de Zn en plasma es indicadora de una deficiencia, mientras que un Zn en suero normal no excluye necesariamente una deficiencia (Underwood and Suttle, 1999).

### Diagnóstico específico para el I

Las deficiencias en I también se pueden evaluar por marcadores nutricionales o funcionales. Para los nutricionales, el más usado en el yodo inorgánico plasmático (YIP). El YIP refleja la ingesta de I dietético y su concentración fluctúa muy rápidamente de acuerdo con el I proporcionado en la ración. Para los marcadores funcionales, se está investigando el eje hipotálamo-pituitaria-tiroides con la hormona estimulante del tiroides bovina (bTSH) y el total de las hormonas del tiroides (tiroxina T4 o tri-yodo-tironina T3) (Guyot et al., 2011). Pueden existir fisiológicamente enormes variaciones (preñez, ritmo circadiano, nacimiento, edad) y son importantes para ser incluidas en la interpretación del estado. Los laboratorios de patología clínica pueden evaluar fácilmente las hormonas tiroideas mientras que no hay laboratorio capaz de medir la bTSH actualmente. La bTSH, la T4 y la T3 se toman normalmente para el diagnóstico del hipotiroidismo, que se origina principalmente por deficiencias en I en el ganado (Guyot et al., 2007b,c). La totalidad del I en sangre se constituye con el YIP y el I de las hormonas tiroideas, dificultando la interpretación de un marcador a corto y largo plazo. El I en leche puede utilizarse para evaluar el estado de I del rebaño. También varía rápidamente con el I dietético, pero en menor extensión que el YIP. En el campo, pesar la glándula tiroidea de los terneros mortinatos o con bocio es útil para apreciar el estado del I. El peso máximo de la glándula se ha determinado como sigue (Hernandez et al., 1972):  $Y$  (peso de la glándula tiroidea en gramos) =  $0.348 \times Z^{0.944}$  (siendo  $Z$  el peso corporal, en kg).

### Diagnóstico específico para el Co

El estado de Co en los rumiantes puede determinarse por la concentración de Co o vitamina B12 en sangre. Sin embargo, la evaluación del estado del Co en los rumiantes es complicada y poco fiable con los ensayos de laboratorio de rutina (Underwood and Suttle, 1999; Herdt et al., 2000).

## SUPLEMENTO DE MINERALES

La Tabla 2 resume el suministro recomendado de Cu, Zn, Mn, Fe, Co, I y Se en las raciones del ganado. Hay muchos procedimientos disponibles para la prevención y la corrección de las deficiencias en minerales traza y pueden entrar en diferentes categorías dependiendo de si se basan en métodos de suplemento indirectos (uso de fertilizantes que contienen minerales traza) o directos (suplementos para animales).

Tabla 2: Suministro recomendado de Cu, Zn, Mn, Fe, Co, I y Se en las raciones del ganado.

Mineral traza	Recomendado (ppm)	Máximo (ppm)	Toxicidad (ppm)
Cu	9 - 18	40	> 40
Zn	43 - 73	300 (1.000 si ZnO)	> 500 (700 : ternero)
Mn	25 - 40	1.000	> 1.000
Fe	12 - 22	1.000 (500 = mejor)	> 1.000
Co	0,11 - 0,35	10	30
I	0,35 - 3,5	10	10
Se	0,3-0,5	1	10 mg/kg PC (agudo) 5 - 40 ppm (crónico)

El método indirecto consiste en extender fertilizantes que contengan los minerales traza necesarios en los suelos de los pastos. Es un medio muy práctico para asegurar ingestas de minerales adecuadas para todos los animales de pastoreo, pero puede incrementar adicionalmente el contenido de minerales traza de los forrajes cosechados

utilizados en el periodo de invierno. Además de los efectos beneficiosos en el ganado, algunos elementos traza, como el Cu y el Zn, pueden incluso incrementar el rendimiento de las plantas en caso de deficiencias en el suelo. También es muy interesante para el Se, que es transformado por las plantas en selenometionina, forma orgánica de alto valor del Se. Los minerales traza se pueden extender individualmente o ser incorporados en el fertilizante habitual para evitar trabajo extra y para minimizar los costes de aplicación. Si no todas las partes del pasto son accesibles para un tractor de ruedas, sólo podrán tratarse las zonas accesibles.

Los métodos directos de suplemento pueden ser continuos o discontinuos. Los métodos directos continuos consisten en distribuir diariamente una mezcla mineral a cada animal o en añadir los minerales en el total de la ración mixta, los concentrados o los ensilados durante su fabricación. Dado que las vacas lecheras necesitan normalmente macro-minerales suplementarios aparte de los elementos traza, hay mezclas de minerales disponibles en el mercado que son generalmente adecuadas para ellas, incluso si la mejor opción no es siempre evidente teniendo en cuenta el precio y la calidad. Para el ganado de carne, las mezclas minerales comerciales a menudo contienen macro-minerales que ya están presentes en cantidades adecuadas en sus raciones, causando así su desperdicio e incluso la inhibición de la absorción de algunos elementos traza. En estos casos, recomendamos utilizar una mezcla de minerales hecha a medida con base de NaCl en la que sólo son añadidos los elementos traza necesarios. Por regla general, como su contenido en los forrajes suele ser alto, el Fe debería ser excluido de todas las mezclas de minerales comerciales para el ganado. Otra forma de suplemento continuo son las mezclas de minerales de libre acceso, distribuidas en un micro-alimentador, en cubos ("licks") o en bloques. El principal inconveniente de este procedimiento es que generalmente se observan grandes variaciones individuales en el consumo diario medio, que van desde cero para algunos animales hasta niveles tóxicos para otros. Las ingestas son más uniformes a partir de fuentes de minerales granuladas (micro-alimentador) que de bloques. La provisión de varias fuentes muy dispersas puede minimizar la competencia y, por tanto, la variación individual en la absorción de los minerales; pero, aun así, no se garantiza un suministro suficiente. De hecho, el ansia por los minerales no es una medida fiable de las necesidades del animal. Observamos frecuentemente que el ganado consume muchos cubos en algunos pastos y ninguno en otros. Asociamos la mayor avidez por los minerales al alto contenido en potasio de la hierba y la falta de sodio secundaria.

Los métodos directos discontinuos, es decir, las grandes dosis de minerales traza dadas oralmente con varios meses de separación, pueden ser satisfactorios para elementos como el Cu y el Se que son almacenados en el hígado para proporcionar reservas para los periodos de ingestas inadecuadas; pero no para el Co, el I y el Zn, cuyos suministros deben realizarse sobre una base más regular. También está autorizado realizar una inyección subcutánea de selenato de bario insoluble con una dosis de entre 0.5 y 1.0 mg/ kg PC, con un efecto de acción prolongada (varios meses o incluso 1 año) en el contenido de Se en sangre. Sin embargo, cuando sea posible, es preferible suplementar el rebaño por la vía oral, que no es tan invasiva. Por último, existen fuentes de liberación lenta de elementos traza en forma de tacos o bolos de cristal, cuya administración oral puede resultar difícil en algunas circunstancias. Cualquiera que sea el sistema utilizado para suplementar los rebaños deficientes, debe tenerse en mente que nunca es aconsejable detener bruscamente el suplemento, considerando que los mecanismos homeostáticos de absorción desarrollados durante la deficiencia están en estado de espera.

Para finalizar este documento, escribiré algunas palabras sobre una cuestión polémica, concretamente la forma química de estos minerales traza. De hecho, un argumento a menudo utilizado por los vendedores de suplementos minerales manufacturados es que los elementos traza quelados son más rentables que las fuentes inorgánicas simples. Claramente, no es el caso cuando estas formas queladas se usan en cantidades homeopáticas (por ejemplo, sólo 20 ppm Zn quelado para 7,480 ppm Zn en forma de sulfato en la mezcla). No obstante, la forma orgánica del Se ha demostrado ser indudablemente superior al Se en forma de selenito o selenato, tanto en ganados lecheros como de carne. Nuestro estudio sobre las respuestas comparativas a los suplementos de selenito sódico y de selenometionina (Selplex®, Alltech) en vacas Belga Azul (BA) y en terneros es ilustrativo en este respecto (Guyot et al., 2007d). Más recientemente, se ha organizado una prueba de campo de tipo doble ciego controlada en 13 granjas BA, dividiendo las vacas y las novillas en cada granja en dos grupos al azar, recibiendo por al menos 2 meses antes del parto o bien una mezcla de minerales 100% inorgánicos o bien una mezcla de minerales en la que el 50% del Se, Cu y Zn se habían reemplazado por Optimin SeY, Optimin Cu y Optimin Zn (Nutreco). Las granjas fueron visitadas mensualmente para registrar los datos zootécnicos y de salud de las madres y los terneros y para tomar muestras de sangre para el seguimiento de los elementos traza y el estado inflamatorio de los animales. En estos rebaños bien manejados elegidos, registramos menos inflamaciones después de las cesáreas, una tendencia de mayor tasa de supervivencia de los terneros y un estado mejorado de Se y Zn en el grupo con Optimin.

## REFERENCIAS

1. Chung TK. Make the most of vitamin supplementation. *Poultry Int.* 2003;1:28-32.
2. Ellis RG, Herdt TH, Stowe HD. Physical, hematologic, biochemical, and immunologic effects of supranutritional supplementation with dietary selenium in Holstein cows. *Am J Vet Res.* 1997;58:760-764.

3. Enjalbert F, Lebreton P, Salat O. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: Retrospective study. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2006;90:459-466.
4. Graham TW. Trace elements deficiencies in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1991;7:153-215.
5. Guyot H, Rollin F. Le diagnostic des carences en Iode et Sélénium chez les bovins. *Ann Med Vet.* 2007a;151:166-191.
6. Guyot H, Sulon J, Beckers J-F, Closset J, Lebreton P, Alves de Oliveira L, Rollin F. Development and validation of a radioimmunoassay for thyrotropin in cattle. *J Vet Diagn Invest.* 2007b;19:643-651.
7. Guyot H, Lebreton P, Alves de Oliveira L, Sulon J, Beckers J-F, Rollin F. Thyrotropin in newborn calves as a tool for diagnosing hypothyroidism. *Cattle Pract.* 2007c;15:271-275.
8. Guyot H, Spring P, Andrieu S, Rollin F. Comparative responses to sodium selenite and organic selenium supplements in Belgian Blue cows and calves. *Livestock Sci.* 2007d;111:259-263.
9. Guyot H, Saegerman C, Lebreton P, Sandersen C, Rollin F. Epidemiology of trace elements deficiencies in Belgian beef and dairy cattle herds. *J Trace Elem Med Biol.* 2009;23:116-123.
10. Guyot H, Alves de Oliveira L, Ramery E, Beckers J-F, Rollin F. Effect of a combined iodine and selenium supplementation on I and Se status of cows and their calves. *J Trace Elem Med Biol.* 2011;25:118-124.
11. Herdt HT. Variability characteristics and test selection in herd-level nutritional and metabolic profile testing. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2000;16:387-383.
12. Herdt HT, Rumbelha W., Braselton WE. The use of blood analyses to evaluate mineral status in livestock. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2000;16:423-444.
13. Hernandez MV, Etta KM, Reineke EP, Oxender WD, Hafs HD. Thyroid function in the prenatal and neonatal bovine. *J Anim Sci.* 1972;34:780-785.
14. Lopez-Alonso M. Trace minerals and livestock: not too much, not too little. *ISRN Veterinary Science*, 2012; Article ID704825: 18pages.
15. Mee JF, Rogers PAM. Base-line survey of blood trace element status of 50 dairy herds in the south of Ireland in the spring and autumn of 1991. *Irish Vet J.* 1994;47:115-122.
16. National Research Council (NRC). Nutrient requirements of beef cattle. 7th ed. Washington DC: National Academy Press; 2000: 248p.
17. National Research Council (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington DC: National Academy Press; 2001:408p.
18. Pavlata L, Slosarkova S, Fleischer P, Pechova A. Effects of increased iodine supply on the selenium status of kids. *Vet Med.- Czech.* 2005;50:186-194.
19. Underwood EJ, Suttle NF. *The Mineral Nutrition of Livestock.* 3rd ed. Oxon: CABI Publishing; 1999.

Volver a: [Minerales](#)