



Los más importantes en el ganado son el cobalto (Co), cobre (Cu), hierro (Fe), yodo (I), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), selenio (Se) y zinc (Zn), y por orden de importancia “clínica” serían Se, Cu, Zn, I, Co, Mn y Fe. Estos oligoelementos son componentes estructurales de órganos y tejidos, y actúan como catalizadores en sistemas enzimáticos, como por ejemplo el Cu, Zn y Mn en la superóxido-dismutasa (SOD), el Se en la glutatión peroxidasa (GSH-Px) o el Fe y en Mn en la catalasa. También de vitaminas, como el Co y la vitamina B12, u hormonas, como el I y las hormonas tiroideas. La deficiencia de ellos da lugar a una gran variedad de alteraciones patológicas y defectos metabólicos, debido a que estos elementos tienen un papel clave en el sistema inmune, en el metabolismo oxidativo y energético (ver tabla 1). Los signos clínicos asociados a desequilibrios en elementos traza están bien descritos y se relacionan con numerosas patologías productivas, reproductivas y neonatales¹, por tanto, debemos tratar de hacer un diagnóstico temprano y atajar los problemas en la etapa subclínica, ya que las pérdidas económicas son muy importantes (figura 1).

Prevalencia de la deficiencia de oligoelementos en ganado vacuno en España

Mostramos los resultados de la investigación llevada a cabo con datos retrospectivos del Laboratorio de Asesoramiento y Análisis Mineral de la USC (2012-2018) con el objetivo de evaluar la prevalencia de deficiencia de oligoelementos en vacuno de carne y de leche en España en los diferentes sistemas de producción.

Marta Miranda^{1,3}, Lucas Rigueira^{1,3}, Víctor Pereira², Marta López-Alonso²

¹Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias Clínicas Veterinarias

²Departamento de Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Campus Terra, Universidad de Santiago de Compostela (USC)

³Servicio de Animales de Renta, Hospital Veterinario Universitario Rof Codina, Facultad de Veterinaria, Campus Terra (USC)
marta.miranda@usc.es

RESUMEN

En este artículo se ofrecen los datos de prevalencia de deficiencia de oligoelementos en ganado vacuno en España. La deficiencia de oligoelementos en ganado vacuno, principalmente Se, Cu y I, es común y afecta a todos los tipos de producción, leche y carne, si bien la problemá-

tica es mayor en explotaciones en ecológico y en vacuno de carne en semiextensivo por la falta de suplementación mineral.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

Los oligoelementos, también conocidos como microminerales o elementos traza, son esenciales en la nutrición humana y animal.

Figura 1. Patologías asociadas a deficiencia de oligoelementos



Retención de placenta (Se) y alteraciones reproductivas (Se, I, Mn)



Cojeras y alteraciones dermatológicas (Zn, Cu)



Mamitis (Se, Zn)



Terneros mortinatos (Se, I)

► DEBEMOS TRATAR DE HACER UN DIAGNÓSTICO TEMPRANO Y ATAJAR LOS PROBLEMAS EN LA ETAPA SUBCLÍNICA, YA QUE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS SON MUY IMPORTANTES



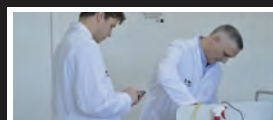
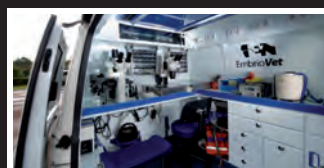
EMBRIOVET SL es un equipo veterinario especializado en servicios de transferencia embrionaria en ganado bovino de leche y de carne

Nuestras nuevas instalaciones en Betanzos incluyen un avanzado laboratorio de fecundación *in vitro*

Le ayudamos a desarrollar el programa genético de su explotación:

- **Diseño** del programa genómico
- **Creación de índices genéticos** personalizados
- **Asesoramiento genético completo.** Programa de acoplamiento
- **Programa de Transferencia de embriones:**
 - Flushing y transferencia o congelación de embriones
 - Producción de embriones *in vitro*: OPU-FIV
 - Programa de rescate genético
- **Comercio de embriones:**
 - Nacional
 - Importación/Exportación

www.embriomarket.com
administracion@embriovet.com
 981 791 843 649 239 488



- 2 laboratorios móviles con base en Galicia
- Servicio en toda la península e islas españolas
- Veterinarios especializados en tecnologías reproductivas al más alto nivel

En nuestras nuevas instalaciones en Betanzos (A Coruña) ofrecemos toda la tecnología embrionaria, abarcando la fecundación *in vitro* en todas las facetas.

Tabla 1. Principales consecuencias patológicas y defectos metabólicos en las deficiencias de oligoelementos (modificada de Constable *et al.*, 2017)¹⁵

	CONSECUENCIA PATOLÓGICA	DEFECTO METABÓLICO ASOCIADO
Co	Anorexia Inhibición oxidación propionato Anemia	Metilmalonil CoA mutasa Tetrahidrofolato metiltransferasa Falta Vit B ₁₂
Cu	Defecto melanina (despigmentación) Defectos queratinización: pelo, lana Defectos en tejido conjuntivo Ataxia, aplasia de mielina Falta de crecimiento Diarrea Anemia	Oxidación tirosina/DOPA SH oxidación a S-S Lisil oxidasa Citocromo oxidasa Alteración oxidación tisular Motrofia vellosidades, Formación hemoglobina, Fe
Fe	Anemia Falta de crecimiento	Hemoglobina Enzimas oxidativas
I	Hiperplasia tiroides Trastornos reproductores Pérdida de pelo y lana Bajada producción láctea	Síntesis de hormonas tiroideas
Mn	Defectos cartílago/esqueleto Trastornos reproductores	Síntesis de condroitín sulfato
Se	Miopatía: cardíaca y esquelética Necrosis hepática Neutrófilos con función defectuosa Fallo reproductivo Mamitis	Peróxido/hidroperóxido Glutatión peroxidasa OH; O ₂ (radicales libres) Estrés oxidativo y fallo inmunidad
Zn	Alteraciones cutáneas: paraqueratosis Cojeras Mortalidad perinatal Anorexia, falta crecimiento Fallo inmunidad celular: inmunosupresión	Síntesis de polinucleótidos, transcripción, traducción

El estatus micromineral es altamente dependiente de la ingesta alimentaria. Estudios recientes demuestran que las deficiencias en vacuno son más frecuentes cuando los animales no están suplementados con concentrados y/o mezclas minerales, como ocurre en los sistemas a pastoreo y ecológicos, tanto de ganado de carne como de leche²⁻⁶. Sin embargo, también se afecta el vacuno lechero en intensivo que está suplementado⁴⁻⁶, porque cada mineral no actúa de forma independiente y, por tanto, los antagonismos e interacciones entre elementos pueden acarrear descompensaciones que se traducen en problemas de deficiencia o toxicidad. Además, se ha visto que estas deficiencias están estadísticamente relacionadas con una mayor prevalencia de la enfermedad en el rebaño⁷.

A pesar de conocer su importancia y de que hoy en día las técnicas analíticas multielemento, que permiten hacer un “barrido” de la mayoría de los elementos en una

única muestra, como la espectroscopía (ICP), mejoraron mucho la sensibilidad y especificidad de los análisis y permite hacer análisis con cierta rapidez y precio competitivo, generalmente se recurre al análisis de oligoelementos en última instancia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron los datos del Servicio de Asesoramiento y Análisis Mineral de la Universidad de Santiago de Compostela, Facultad de Veterinaria, desde 2012 hasta 2018. En total se incluyen en este estudio datos de 968 animales, procedentes de un total de 71 rebaños: 21 rebaños de vacuno de leche en ecológico (338 animales), 34 rebaños de vacuno de leche intensivo (482 animales) y 16 rebaños de vacuno de carne en semiintensivo (148 animales). El 78 % de los rebaños procedían de la cornisa cantábrica (Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco) y el 22 % restante de diferentes localizaciones del territorio nacional. Únicamente se incluyeron

▶ LOS RESULTADOS PONEN DE MANIFIESTO QUE LOS NIVELES DE OLIGOELEMENTOS [...] SON ALTAMENTE DEPENDIENTES DE LA INGESTA DIETÉTICA DE ESTOS ELEMENTOS

en este estudio aquellos rebaños de los que se disponía de datos epidemiológicos, dietéticos, sanitarios y reproductivos.

Una vez en el laboratorio, las muestras de sangre (suero) se sometieron a una digestión ácida con ácido nítrico y peróxido de hidrógeno⁸ para el análisis de Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Se y Zn y para el I se realizó una extracción alcalina. Una vez preparadas las muestras se analizaron por espectroscopia de masas con fuente de plasma acoplado (ICP-MS) [figura 2].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio ponen de manifiesto que los niveles de oligoelementos varían en función del tipo de explotación y, por lo tanto, son altamente dependientes de la ingesta dietética de estos elementos. Así, los rebaños de vacuno de leche en intensivo, como era de esperar por el tipo de dieta, fueron los que mostraron mayores niveles de I, Cu y Se en comparación con las granjas ecológicas de leche y con las granjas de carne que dependían más del pasto. En estos últimos rebaños fueron más altos los elementos ligados al suelo y al pastoreo, como el Fe y el Mo (figura 3). ▶▶

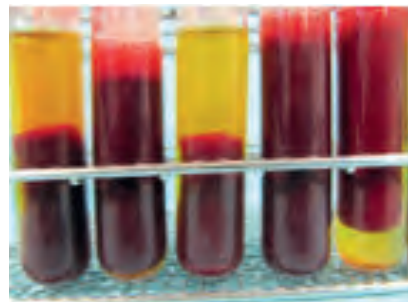
Figura 2. Procesamiento de las muestras



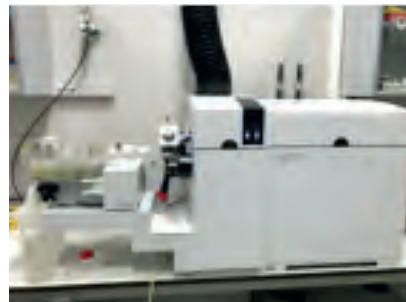
Sangrado en tubos sin aditivos (tapón rojo) para obtención de suero



Recepción de muestras en el laboratorio

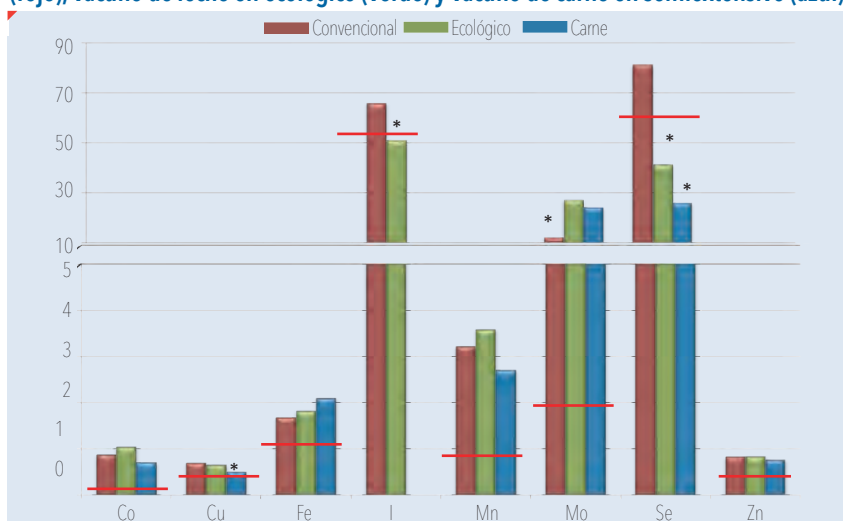


Retracción del coágulo y desuerado en muestras de buena calidad



Equipo de ICP-MS del Campus Terra, USC

Figura 3. Gráfico de barras en el que se muestran las concentraciones de oligoelementos (Co, Mn, Mo, y Se en $\mu\text{g/L}$ y Cu, Fe y Zn en mg/L) en vacuno de leche en convencional (rojo), vacuno de leche en ecológico (verde) y vacuno de carne en semiextensivo (azul)



La línea roja horizontal señala el límite inferior de normalidad según Herdt y Hoff (2011)⁹

*Denota diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($P < 0.05$)

Nota: en ganado de carne no hay datos de I

A la hora de evaluar la prevalencia de deficiencia, cabe señalar que se observan deficiencias, tanto en los animales de leche en intensivo, como en los de leche en ecológico y en los de carne en semiextensivo, si bien la prevalencia de deficiencia es mayor en las vacas de leche en ecológico y de carne. En los tres tipos de granjas observamos que los elementos más

deficitarios fueron el Se (58, 64 y 95 % de animales deficientes en vacuno de leche intensivo, leche en ecológico y carne, respectivamente), el Cu (30, 48 y 65 %, respectivamente) y el I (25 y 41 % vacuno de leche intensivo y en ecológico, respectivamente) [figura 4].

Al evaluar la prevalencia por rebaños, observamos que el porcentaje de rebaños deficientes fue significativa-

► LOS SUELOS ÁCIDOS, PROPIOS DEL OCCIDENTE ESPAÑOL, FAVORECEN PASTOS POBRES EN Se Y OTROS OLIGOELEMENTOS ESENCIALES

mente mayor en las explotaciones de vacuno de carne y de leche en ecológico que los de leche convencional. El porcentaje de rebaños de carne deficientes fue muy elevado, un 89 % fueron deficitarios en Cu y un 98 % en Se. Un 86 % de los rebaños de leche en ecológico fueron deficientes de Cu, un 68 % en Se y un 59 % en I, mientras que en los rebaños de leche en convencional el porcentaje de rebaños deficientes fue algo inferior; un 60 % eran deficientes en Cu, un 55 % en Se y un 40 % en I. Usamos como rangos de referencia los niveles reportados por Herdt y Hoff (2011)⁹, ya que utilizan la misma técnica analítica (ICP-MS) y el mismo tipo de muestra (suero) [tabla 2].

Por otro lado, evaluando la causa por la que se solicitan los análisis de oligoelementos en los diferentes rebaños, observamos que en los de leche intensivos un 58 % de las granjas indican problemas reproductivos y de fertilidad junto con aumento de incidencia de mastitis, y el 42 % restante indica falta de arranque en la producción de leche en diferentes etapas del posparto. En el caso de las granjas de leche ecológicas un 78 % de los análisis se hacen por problemas reproductivos y de fertilidad y el 22 % restante por causas múltiples (mastitis, falta de producción, mala condición corporal, etc.). En el caso de las granjas de carne, el 100 % hace el análisis de microminerales por problemas reproductivos y en un 48 % de los casos, además, por nacimiento de terneros débiles.

Como demuestra este estudio, las deficiencias de oligoelementos son un problema muy habitual, tanto en rebaños de leche como de carne, si bien la prevalencia es mayor cuando los animales no están suplementados con concentrados y/o mezclas minerales. Estudios previos en rebaños de vacuno de leche y de carne en Francia¹⁰,

Figura 4. Gráfico de barras en el que se muestra la prevalencia de deficiencia individual y por rebaños (entre paréntesis) en vacuno de leche en convencional (rojo), vacuno de leche en ecológico (verde) y vacuno de carne en semiextensivo (azul)

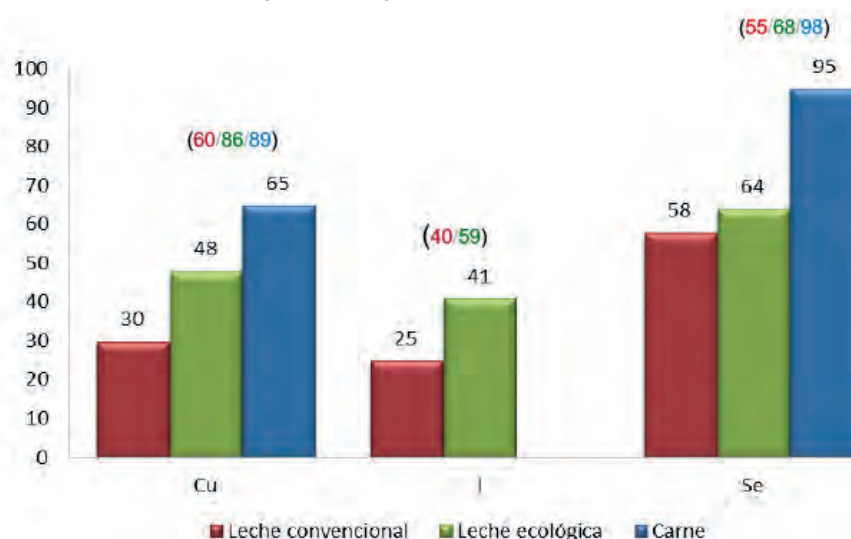


Tabla 2. Valores de referencia de elementos traza en suero en ganado vacuno y analizados por la técnica ICP-MS (tomados de Herdt y Hoff, 2011)⁹

	Co (µg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	I (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Se (µg/L)	Zn (mg/L)
Suero	0,17-2	0,6-1,1	1,1-2,5	80	0,9-6,0	2,0-35	65-140	0,6-1,9
Sangre							120-300	

Irlanda¹¹, Bélgica^{7,12} y en el norte de España²⁻⁶ ponen de manifiesto que, de forma similar a nuestro estudio, los oligoelementos más deficitarios en ganado vacuno son el Se, Cu, I, Co y Zn.

Las razones principales de estas deficiencias radican en que los suelos europeos son deficientes en una serie de minerales traza que casi nunca se reponen y que la abundancia de los monocultivos hace que las raciones sean menos variadas y equilibradas¹³. De hecho, el análisis mineral de las raciones en un estudio en el norte de España puso de manifiesto que estas eran deficientes en minerales y de ahí las carencias en los animales⁵. Otro punto importante que afecta a la bio-disponibilidad, y por tanto al estatus micromineral, son las interacciones entre los elementos cuando las raciones están mal formuladas, o en animales que pastan por la ingestión de suelo rico en Fe, o forrajes y ensilados con muchos restos de suelo^{1,5}. Además, en pastoreo debemos tener en cuenta el tipo de suelo, así por ejemplo los suelos ácidos, propios del occidente español, favorecen pastos pobres en Se y en otros oligoelementos esenciales¹⁴.

CONCLUSIÓN

La deficiencia de oligoelementos en ganado vacuno, principalmente Se, Cu y I, es común y afecta a todos los tipos de producción, leche y carne, si bien la problemática es mayor en explotaciones en ecológico y en vacuno de carne en semiextensivo por la falta de suplementación mineral.

Puesto que la deficiencia de oligoelementos es una causa importante de alteración de la inmunidad y reproducción, lo que indirectamente afecta a la salud y producción de nuestros rebaños, nuestra recomendación es no retrasar el análisis de los oligoelementos en los rebaños con problemas de fertilidad, falta de producción y enfermedad subclínica indefinida.

Teniendo en cuenta que actualmente las técnicas multielemento como la espectroscopia de masas son rápidas, sensibles y específicas y permiten el análisis de la mayoría de los oligoelementos en una sola muestra, la evaluación del estatus micromineral, debería incluirse en el panel de pruebas de salud del rebaño. ■

BIBLIOGRAFÍA

1. Suttle NF. 2010. Mineral Nutrition of Livestock: Fourth Edition. 4th edn. Cabi Publishing, Wallingford, UK.
2. Blanco-Penedo I, Shore RF, Miranda M, Benedito JL, López-Alonso M. 2009. Factors affecting trace element status in calves in NW Spain. *Livestock Science*. 123(2-3), 198-208.
3. Rey-Crespo F, López-Alonso M, Miranda M. 2014. The use of seaweed from the Galician coast as a mineral supplement in organic dairy cattle. *Animal*. 8, 580-586.
4. Miranda M, Rey-Crespo F, Herrero-Latorre C, Rigueira L, López-Alonso M. 2015. Profile of essential trace and toxic elements in organic and conventional dairy cattle in Spain. *Proceedings of XX Congreso Internacional Anembe de Medicina Bovina*, Burgos, Spain.
5. Orjales I, Herrero-Latorre C, Miranda M, Rey-Crespo F, Rodríguez-Bermúdez R, López-Alonso M. 2018. Evaluation of trace element status of organic dairy cattle. *Animal*. 12(6), 1296-1305.
6. López-Alonso M, Rey-Crespo F, Herrero-Latorre C, Miranda M. 2017. Identifying sources of metal exposure in organic and conventional dairy farming. *Chemosphere*. 185, 1048-1055.
7. Guyot H, Saegerman C, Lebreton P, Sandersen C, Rollin F. 2009. Epidemiology of trace elements deficiencies in Belgian beef and dairy cattle herds. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 23, 116-123.
8. Luna D, Miranda M, Minervino AHH, Piñeiro V, Herrero-Latorre C, López-Alonso M. 2019. Validation of a simple sample preparation method for multielement analysis of bovine serum. *PLoS ONE*. 14(2), 1-10.
9. Herdt TH, Hoff B. 2011. The use of blood analysis to evaluate trace mineral status in ruminant livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 27, 255-283.
10. Mee JF, Rogers PAM. 1996. Prevalence of iodine, selenium, copper and cobalt deficiencies on Irish cattle farms. *Irish Veterinary Journal*. 49, 160-4.
11. Enjalbert F, Lebreton P, Salat O. 2006. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: Retrospective study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 90, 459-466.
12. Guyot H, Alves de Oliveira L, Ramery E, Beckers JF, Rollin F. 2011. Effect of a combined iodine and selenium supplementation on I and Se status of cows and their calves. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 25, 118-124.
13. Rollin F, Guyot, H. 2013. Manejo de los minerales traza en el ganado. Libro de ponencias XIX Congreso de Anembe (Lleida). 154-159.
14. Kabata-Pendias A. 2011. Trace Elements in Soil and Plants. 4th Edition, Taylor and Francis Group, CRC Press, Boca Raton.
15. Constable PD, Hinchcliff KW, Done HD, Gruenberg W. 2017. Veterinary Medicine. A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats - two-volume set. 11th Edition. Elsevier.