

Efecto terapéutico de la suplementación estratégica con cobre en terneros de cría

Mattioli, G.A.¹; Fazio, L.E.²; Picco, S.J.³; Rosa, D.E.¹; Melani, G.⁴; Palacios, A.⁵

¹ Cátedra de Fisiología; ² Cátedra de Clínica de Grandes Animales; ³ Cátedra de Genética y CONICET, ⁵ Cátedra de Bioquímica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, calles 60 y 118, CC 296, CP B1900AVW, La Plata, Argentina. ⁴ Chacra Experimental Chascomús, Ministerio de la Producción, Provincia de Buenos Aires, Argentina. E-mail: mattioli@fcv.unlp.edu.ar

Resumen

Mattioli, G.A.; Fazio, L.E.; Picco, S.J.; Rosa, D.E.; Melani, G.; Palacios, A.: Efecto terapéutico de la suplementación estratégica con cobre en terneros de cría. *Rev. vet. 18: 1, 9–13, 2007.* Debido a que las menores ganancias diarias de peso (GDP) son una seria consecuencia de la carencia de Cu en los sistemas de cría bovina, en una zona con incidencia endémica de hipocuprosis se evaluó el efecto terapéutico de la suplementación de las madres al final de su gestación y de sus terneros a los tres meses de edad. Este grupo de suplementación estratégica (GSE) fue comparado con otros dos grupos: uno suplementado (GS) que mantuvo durante el ensayo un estatus normal de Cu y un grupo no suplementado (GNS) que reflejó la carencia. Los terneros de cada grupo nacieron sin diferencia de peso en agosto. Las GDP fueron similares para los grupos GS y GSE hasta diciembre, cuando comenzó a disminuir la performance del GNS. En febrero el GS se diferenció claramente del GNS, mientras que el GSE perdió performance y acompañó al GNS. Las cupremias reflejaron claramente el comportamiento de la GDP, aunque las menores GDP en el GSE al final del ensayo se presentaron con hipocupremias moderadas, superiores a las consideradas de riesgo. Se concluye que bajo las condiciones de este ensayo, la suplementación estratégica de las madres en el último tercio de la gestación y de los terneros cuando promedian los tres meses de edad es útil para evitar menores GDP, pero deja un lapso previo al destete que origina pérdidas de performance.

Palabras clave: ternero, cría, hipocuprosis, suplementación, ganancia diaria de peso.

Abstract

Mattioli, G.A.; Fazio, L.E.; Picco, S.J.; Rosa, D.E.; Melani, G.; Palacios, A.: Therapeutic effects of strategic supplementation with copper in breeding calves. *Rev. vet. 18: 1, 9–13, 2007.* Considering that low average daily gain (ADG) is a serious consequence of Cu deficiency in breeding cattle, the therapeutic effects of Cu supplementation was evaluated in third-trimester pregnant cows and their three-months old calves in an endemic area of hypocuprosis. This strategic supplementation group (SSG) was compared with other two groups: one Cu-supplemented (SG) which maintained normal Cu status, and the other non-supplemented (NSG) which expressed Cu deficiency. The calves of each group were born in August without body weight differences. The AVG was similar for both SG and SSG groups until December when NSG performance began to reduce. In February the SG was clearly different from NSG, while SSG decreased its performance and remained similar to the NSG. The cupremia clearly reflected the AVG differences, although the lower ADG in the SSG at the end of the trial occurred in the presence of moderate hypocupremia, and this Cu concentration was higher than that considered risky. It is concluded that, under the conditions of this study, the strategic supplementation of cows during the last trimester of pregnancy and calves at the age of three months old was useful to avoid low ADG, although there was a period of time before weaning with performance loss.

Key words: calf, breeding, hypocuprosis, supplementation, average daily gain.

INTRODUCCIÓN

La hipocuprosis bovina provoca severas pérdidas productivas al generar menor crecimiento²⁰. Esta podría ser la consecuencia más importante de la carencia debido a que pasa desapercibida si los animales no son pesados regularmente¹⁰. Estudios realizados en la Cuenca del río Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina, demostraron que en esta zona de cría por excelencia existe una incidencia endémica de hipocuprosis, con el 38% de las madres y el 62% de los terneros con valores de cupremia indicativos de carencia severa¹². Bajo estas condiciones se generan en los terneros pérdidas de peso al momento del destete que pueden llegar a los 30 kg⁵.

El método de suplementación más utilizado es la aplicación subcutánea de sales solubles de Cu. Su uso se ha difundido en las hembras preñadas, especialmente en su último tercio de gestación a fin de aumentar la reserva hepática de los terneros al nacimiento⁷. Estudios recientes han demostrado que esta suplementación es útil pero insuficiente, ya que los terneros quedan expuestos a sufrir menores ganancias diarias de peso (GDP) a partir de los tres meses y hasta su destete, a los seis a siete meses de edad^{5,21}. Por lo expuesto resultaría lógico complementar la suplementación de las madres con la de los terneros en este momento de riesgo. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto terapéutico de una suplementación estratégica, que incluya a las madres en su último tercio de gestación y los terneros a los tres meses de edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

En un rodeo de cría de seleccionaron 60 vacas Aberdeen Angus preñadas que se dividieron en tres grupos: suplementado (GS), no suplementado (GNS) y con suplementación estratégica (GSE). Los terneros nacidos de tales vacas (n = 60) fueron identificados y pesados al nacimiento y luego muestreados a los tres, cuatro, seis y siete meses de edad. En cada muestreo los terneros fueron pesados y se les tomaron muestras de sangre para determinar el porcentaje de hematocrito y las concentraciones de Cu en plasma y en glóbulos rojos; también en el primer y último muestreo se tomaron muestras de hígado de seis terneros por grupo para determinar sus concentraciones hepáticas de Cu.

Las madres del GS recibieron 125 mg de Cu en su último tercio de gestación y sus terneros 50 mg de Cu en cada muestreo. Los animales del GNS, tanto madres como terneros permanecieron sin suplementación hasta el destete. En el GSE las madres recibieron 125 mg de Cu en el último tercio de gestación y sus terneros 50 mg de Cu por única vez

a los tres meses de edad. Para la suplementación se empleó una solución de edetato de Cu y se aplicó por vía subcutánea en la tabla del cuello. Al inicio del ensayo se tomaron muestras de forraje y agua de bebida para establecer las causas de la carencia en el rodeo.

Las muestras de sangre se obtuvieron por punción yugular, las de hígado por biopsia y las de forraje como muestras compuestas de 5 sitios del potrero. Las determinaciones de Cu en plasma y glóbulos rojos se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica (EAA), previa desproteinización de la muestra en partes iguales con ácido tricloroacético al 10% (p/v)⁴. Las muestras de hígado y forraje fueron digeridas con ácidos nítrico y perclórico y las determinaciones de Fe y Cu en los forrajes y de Cu en hígado se realizaron por EAA, las de Mo por EAA con horno de grafito y las de S por titulación con arsenazo III⁴. El hematocrito se estableció por microcentrifugación. Las determinaciones en agua se realizaron con kits comerciales Cole Parmer Co.⁴

Los resultados de los ensayos que implicaron seguimientos en el tiempo fueron evaluados mediante un análisis de muestras repetidas dentro del general lineal model del paquete estadístico SPSS 10.0. Se empleó un ANOVA factorial mixto o split-plot, utilizando al grupo de origen (GS, GNS y GSE) como factor inter-sujeto y al tiempo como factor intra-sujeto, representando los muestreos los niveles de este factor. Las diferencias entre medias dentro de los factores y para la mediciones de hematocrito y cobre hepático se establecieron por comparaciones múltiples. En todos los casos se exigió una significación estadística del 5% (p < 0,05).

RESULTADOS

Los resultados de la composición mineral del forraje y del agua de bebida se presentan en las Tablas 1 y 2 respectivamente.

Las GDP fueron similares para los grupos GS y GSE hasta el tercer muestreo, momento en el cual comenzó a disminuir la performance del GNS. Ya en el cuarto muestreo el GS se diferenció claramente del GNS, mientras que el GSE perdió performance y acom-

Tabla 1. Composición mineral del forraje (promedio ± ES).

	S (%)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Cu:Mo
ensayo	0,20	341	4,7	4,24	1,04
valores	(± 0,1)	(± 94)	(± 1,5)	(± 0,7)	(± 0,10)
recomendables #	< 0,30	< 250	10	< 2,0	≥ 2,0

Según referencias^{9, 11, 15, 22, 23}.

Tabla 2. Características del agua de bebida.

	SO ₄ mg/l	sales totales mg/l	dureza mg/l	pH
ensayo	115	3020	900	7,6
límite tolerable#	1500	7000	*	6,0 - 8,5

Referencias^{3, 9, 19}. * No se conocen efectos negativos para la producción animal¹⁴.

pañó al GNS (Figura 1). Los tres grupos terminaron con pesos promedio de 188 kg (GS), de 185 kg (GSE) y de 178 kg (GNS), que correspondieron a un incremento de peso durante el período de cría de 157, 155 y 145 kg respectivamente. Estas diferencias fueron sólo significativas ($p < 0,05$) entre el GNS y los otros grupos.

Los indicadores del estatus de Cu en los terneros se asociaron al comportamiento de las GDP. Los animales del GSE comenzaron el ensayo con cupremias semejantes al GS, llegaron a diciembre con cupremias tan bajas como el GNS, luego se elevaron en febrero en respuesta a la suplementación, pero volvieron a disminuir al momento del destete (Figura 2). La concentración de Cu en eritrocitos tuvo el mismo comportamiento que las cupremias, con valores más bajos y sostenidos en GNS durante todo el ensayo (86 $\mu\text{g}/\text{dl}$) y elevaciones en GS y GSE en febrero (110 y 107 $\mu\text{g}/\text{dl}$ respectivamente), pero que en marzo se mantuvieron en GS (110 $\mu\text{g}/\text{dl}$) y descendieron en GSE (96 $\mu\text{g}/\text{dl}$).

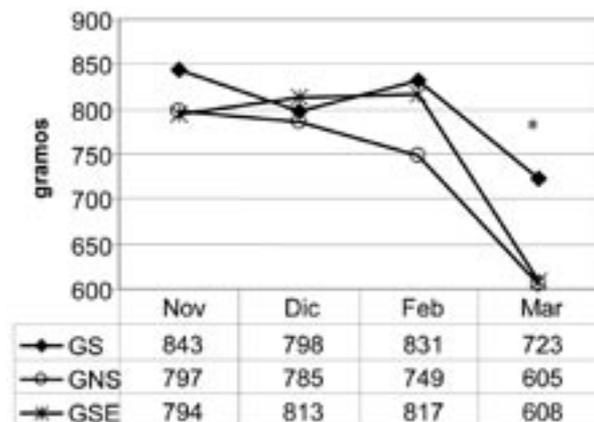


Figura 1. Ganancias diarias de peso promedio por muestreo y por grupo. GS: grupo suplementado; GNS: grupo no suplementado; GSE: grupo de suplementación estratégica. * $p < 0,05$ entre GS y los restantes.

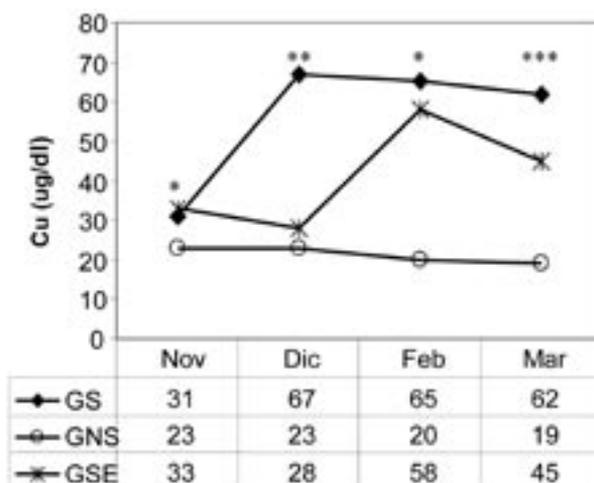


Figura 2. Cupremias promedio por muestreo y por grupo. GS: grupo suplementado; GNS: grupo no suplementado; GSE: grupo de suplementación estratégica: * $p < 0,05$ entre GNS y los restantes; ** $p < 0,05$ entre GS y los restantes; *** $p < 0,05$ entre los tres grupos.

Los animales del GNS presentaron un menor porcentaje de hematocrito que los grupos suplementados (Tabla 3). Esta particularidad se presentó desde el primer muestreo.

Las concentraciones hepáticas de Cu, medidas al inicio y al final del ensayo, con edades promedio de tres y siete meses respectivamente, demuestran que sólo se generó cierta reserva en el GS al momento del destete (Tabla 4).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demostraron que el medio genera una importante carencia de Cu en los animales. La causa de la carencia parece residir en el forraje, que cubre menos del 50% de los requerimientos de Cu, sumado a que aporta cantidades excesivas de Fe y Mo, generando una relación Cu:Mo muy baja. El exceso de Fe ya ha sido informado como causa del desbalance en la Cuenca del Salado, y sería un problema que se agudizaría con los excesos hídricos¹⁸. Lo mismo ocurriría con las concentraciones de Mo, que aumentan favorecidas por la alcalinización que genera el anegamiento de los potreros¹. Teniendo en cuenta que no existieron tales excesos durante el presente ensayo, las concentraciones de Fe y Mo en el forraje pueden ser un problema potencialmente mayor durante años lluviosos. Las concentraciones de Mo, así como la relación Cu:Mo encontradas han sido asociadas con baja performance en terneros de cría por otros autores¹⁶. El agua de bebida, en cambio, no pareció ser un factor importante en el condicionamiento de la carencia.

Al comparar los grupos suplementados y no suplementados con Cu resulta evidente que el crecimiento de los terneros fue afectado por la carencia. La menor GDP en el GNS comienza a partir de diciembre, por lo cual resultó acertado el esquema de suplementación estratégica de los terneros en este momento. Esta suplementación única hizo que el GSE mantuviera un buen estatus de Cu y un adecuado ritmo de crecimiento pero sólo hasta febrero, generándose hasta marzo un lapso de carencia que afectó el crecimiento. Estos resultados sugieren que la suplementación estratégica de los terneros en diciembre es acertada pero también insuficiente, al menos para las condiciones de este ensayo. En este sentido una segunda la suplementación con Cu en febrero evitaría las pérdidas de peso al final del período de cría, tal como lo demuestran las GDP del GS. La indicación de esta segunda suplementación para una zona con carencia endémica como la Cuenca del Salado podría ser equivocada en establecimientos con forrajes menos carentes, pero sería absolutamente oportuna durante años con excesos hídricos que favorezcan el desarrollo de la hipocuprosis.

Dentro del esquema sanitario preventivo de la carencia, la suplementación de las madres mejoró el estatus de Cu en sus terneros en diciembre, pero ape-

nas evidenciada en sus cupremias, ya que los tres grupos presentaban reservas hepáticas muy bajas. Estos resultados coinciden con informes previos en la zona y alertan sobre la necesidad de aumentar la suplementación durante el último tercio de la gestación⁴.

El uso de la concentración de Cu en eritrocitos como un indicador de descenso más lento no resultó de utilidad en este ensayo, donde las cupremias no mostraron excesiva sensibilidad. En este sentido la cupremia sigue siendo la herramienta de elección para el diagnóstico. Debido a que se trata de un indicador indirecto de la carencia, se han propuesto rangos de cupremia para aumentar su valor diagnóstico. Así, Underwood y Suttle²⁰ proponen que las consecuencias de la carencia ocurren con cupremias menores de 30 µg/dl, mientras que Kincaid⁸ propone valores menores a 20 µg/dl para la presentación clínica de la enfermedad. Estos rangos parecen ser adecuados para explicar el comportamiento del GNS, sin embargo el GSE presentó menores GDP que el GS en el último muestreo, con cupremias promedio de 45 µg/dl, que corresponderían según estos autores a rangos marginales o de carencia moderada, donde no serían de esperar menores ganancias de peso. Resultaría entonces lógico establecer suplementaciones con Cu que aseguren un estatus adecuado de Cu, lo cual implica mantener cupremias mayores a 60 µg/dl y reservas hepáticas mayores a 75 mg/kg, sobre base seca^{20, 13}.

El menor porcentaje de hematocrito en el GNS es un hallazgo que ya sido informado por varios autores^{14, 6}. Llama la atención que su presentación haya sido más bien precoz, al compararla con situaciones de carencia simple¹⁴ o condicionada¹. Esta particularidad podría deberse a un mayor estrés oxidativo durante la carencia^{20, 17}.

Se concluye que bajo las condiciones de este ensayo, la suplementación estratégica de las madres en el último tercio de la gestación y de los terneros cuando promedian los tres meses de edad es útil para evitar menores GDP, pero deja un lapso previo al destete que origina pérdidas de performance.

REFERENCIAS

1. **Brem JJ, Mestre J, Pochon DO, Trulls HE.** 2002. Alteraciones del ciclo estral provocadas por un alto ingreso de molibdeno en vaquillonas Brangus y respuesta a la suplementación con cobre. *Rev Vet* 12/13: 28-33.
2. **Bremner I, Phillipppo M, Humphries WR, Young BW, Mills CF.** 1983. Effects of iron and molybdenum on copper metabolism in calves. In: *Trace Elements in Animal Production and Veterinary Practice* (Suttle NF, Gunn RG,

Tabla 3. Porcentaje de hematocrito por grupo durante el período de cría*.

	GS	GSE	GNS
promedio	34,9 a	35,6 a	33,3 b
ES	0,4	0,4	0,5

* n = 80 por grupo (20 terneros en cuatro muestreos); a-b: letras diferentes indican diferencias significativas (p < 0,01); GS: grupo suplementado; GNS: grupo no suplementado; GSE: grupo de suplementación estratégica.

Tabla 4. Concentraciones de Cu en hígado (promedio ± ES) por grupo en terneros de tres y siete meses de edad*

edad promedio	GS	GSE	GNS
tres meses	18 (± 1,4) a	21 (± 2,4) a	19 (± 3,4) a
siete meses	85 (± 13,4) a	25 (± 5,4) b	17(± 2,9) b

* Seis animales por grupo y muestreo; a-b: letras diferentes indican diferencias significativas (p < 0,01); GS: grupo suplementado; GNS: grupo no suplementado; GSE: grupo de suplementación estratégica.

Allen WM, Linklater KA, Wiener G, Ed.), British Society of Animal Production, Edinburgh (UK), p. 136-137.

3. **Cseh SB.** 2003. *El agua y su importancia para los bóvidos.* Departamento Producción Animal INTA Balcarce. <http://www.produccionbovina.com>
4. **Fazio LE, Rosa DE, Picco SJ, Melani G, Minatel L, Mattioli GA.** 2006. Efecto de la suplementación parental con cobre en vacas durante el último tercio de gestación en zona de hipocuprosis. *Rev Vet* 17: 2, 84-87.
5. **Fazio LE.** 2006. Caracterización de terneros de cría con hipocuprosis. *Tesis doctoral*, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata, p. 57-70.
6. **Gengelbach GP, Ward JD, Spears JW.** 1994. Effect of dietary copper, iron, and molibdenum on growth and copper status of beef cows and calves. *J Anim Sci* 72: 2722-2727.
7. **Gooneratne R, Christensen D.** 1989. Gestation age and maternal-fetal liver copper levels in the bovine. *Proceedings 5th Int. Symp. Trace Elements in Man and Animal*, Farnhem Royal (Aberdeen, UK), p. 334-336.
8. **Kincaid RL.** 1999. Assesment of trace minerals of ruminants: a review. *Proceeding Am Soc Anim Sci* 999: 1-10.
9. **Lagger JR, Mata HT, Pechin GH, Larrea AT, Otrrosky RN, Cesan RO, Caimier AG, Meglia GE.** 2000. La importancia de la calidad del agua en producción lechera. *Vet Arg* 17: 346-354.
10. **Lewis G, Anderson PH.** 1983. The nature of trace element problems: delineating the field problem. In: *Trace Elements in Animal Production and Veterinary Practice* (Suttle NF, Gunn RG, Allen WM, Linklater KA, Wiener G, Ed.), British Society of Animal Production, Edinburgh (UK), p. 11-16.
11. **Mason J.** 1978. The relationship between copper, molibdenum and sulfur in ruminant and non-ruminant animals. A review. *Vet Sci Comm* 2: 85-94.
12. **Mattioli GA, Ramirez CE, Giuliodori MJ, Tittarelli CM, Yano H, Matsui T.** 1996. Characterization of cattle copper deficiency in the Magdalena District. *Livestock Prod Sci* 47: 7-10.
13. **McDowell LR.** 1992. *Mineral in Animal and Human Nutrition*, Academic Press, New York, p. 176-202.

14. **Mills CF, Dalgarno AC, Wenham G.** 1976. Biochemical and pathological changes in tissues of Friesian cattle during the experimental induction of copper deficiency. *Br J Nutr* 35: 309-331.
15. **National Research Council (NRC).** 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (7th revised edition), National Academic Press, Washington, p. 54-74.
16. **Phillippo M.** 1983. The role of dose-response trials in predicting trace element deficiency disorders. In: *Trace Elements in Animal Production and Veterinary Practice* (Suttle NF, Gunn RG, Allen WM, Linklater KA, Wiener G, Ed.), British Society of Animal Production, Edinburgh (UK), p. 51-60.
17. **Picco SJ, De Luca JC, Mattioli GA, Dulout FN.** 2001. DNA damage induced by copper deficiency in cattle assessed by the comet assay. *Mutation Res* 498: 1-6.
18. **Ramírez CE, Mattioli GA, Tittarelli CM, Giuliadori MJ, Yano H.** 1998. Cattle hypocuprosis in Argentina associated with periodically flooded soils. *Livestock Prod Sci* 55: 47-52.
19. **Sager RL.** 2000. *Agua para bebida de bovinos*. Reedición de la Serie Técnica N° 126, INTA-EEA San Luis. <http://www.inta.gov.ar/SANLUIS/info>.
20. **Underwood EJ, Suttle NF.** 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock*, CABI Publishing, London, p. 283-342.
21. **Viejo RE, Casaro AP.** 1993. Efectos de la suplementación con cobre sobre la ganancia de peso, cobre hepático y plasmático en terneros. *Rev Arg Prod Anim* 13: 97-105.
22. **Ward JD, Spears JW.** 1997. Long-term effects of consumption of low-copper diets with or without supplemental molybdenum on copper status, performance, and carcass characteristics of cattle. *J Anim Sci* 75: 3057-3065.
23. **Xin Z, Waterman DF, Hemken RW, Harmon RJ.** 1993. Copper status and requirement during the dry period and early lactation in multiparous Holstein cows. *J Dairy Sci* 76: 2711-2716.