

Revisión Bibliográfica

Deficiencia de cobre en bovinos en pastoreo de la Argentina

Copper deficiency on grazing cattle in Argentina

Postma¹, G.C., Minatel, L. y Carfagnini, J.C.

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires

-
1. Introducción
 2. Región del Litoral
 3. Región Noroeste
 4. Región de Cuyo
 5. Región Central
 6. Región Bonaerense
 7. Región Patagónica
 8. Síntesis
 9. Conclusiones
 10. Bibliografía

Resumen

La presente revisión fue realizada con el objetivo de describir la distribución de la deficiencia de cobre en bovinos las regiones geográficas agroganaderas más importantes del país: Litoral, Noroeste, Cuyo, Patagonia, Centro y Región Bonaerense. La información relevada muestra que esta deficiencia está ampliamente identificada en todo el país. La mayoría de los trabajos indica la existencia de una hipocuprosis condicionada, usualmente asociada a un exceso de molibdeno y sulfato en los pastos y en el agua de bebida, respectivamente. Desafortunadamente, en muchas regiones del país no hay información completa acerca de la situación real de la enfermedad. Este trabajo revela que, a pesar de la importancia de la deficiencia de cobre en nuestro país, aún falta mucha información para terminar de caracterizar a esta enfermedad en Argentina.

Palabras clave: deficiencia de cobre, bovinos, Argentina.

Summary

This review work was carried out to describe the distribution of copper deficiency in the major geographic regions of Argentina: Litoral, Northwest, Cuyo, Patagonia, Center and Bonaerense Region. As a result, copper deficiency has been recognized as a widespread condition all over the country. The majority of the reports indicate the existence of a conditioned hypocuprosis,

Recibido: diciembre de 2009

Aceptado: septiembre de 2010

1. Área de Patología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Chorroarín 280, C1427CWO, Ciudad de Buenos Aires, Argentina. E-mail: gabrielapostma@yahoo.com.ar

usually associated with high levels of molybdenum and sulphate in grasses and drinking water, respectively. Unfortunately, in many regions of our country there is not complete information about the real situation of the disease. This work reveals that despite of the importance of copper deficiency in our country, more information is needed to characterize this disease in Argentina.

Key words: copper deficiency, cattle, Argentina.

1. Introducción

En las últimas décadas, el aumento en la producción ganadera, el mejoramiento genético y la implementación de nuevas tecnologías han llevado a la aparición de las llamadas enfermedades de la producción (11). A este problema se le suma en la actualidad el uso intensivo de suelos, antes destinados a la ganadería, para uso agrícola, que provoca en muchas ocasiones un incremento sustancial en la extracción de nutrientes, sin una reposición adecuada. Este proceso de degradación ha puesto en peligro la sustentabilidad de los suelos en muchas regiones del mundo (57). El aumento en la utilización de los suelos más aptos para la agricultura ha desplazado a la ganadería hacia regiones marginales, donde los niveles de nutrientes minerales en el forraje se encuentran a menudo por debajo de los niveles considerados óptimos. Los animales más afectados por esta situación son aquellos que consumen casi exclusivamente forrajes naturales, característico del ganado de cría en Argentina. En estos casos, la producción depende casi exclusivamente de la cantidad y calidad de los forrajes y del agua de bebida, que son las fuentes naturales de minerales (57).

El cobre (Cu) es uno de los 18 oligoelementos esenciales para la vida. A pesar de las pequeñas cantidades que requiere el organismo, la deficiencia de Cu causa muchos disturbios metabólicos, afectando a los animales desde el nacimiento hasta la vida adulta, siendo uno de los elementos más restrictivos para la producción (56). En los bovinos, la signología clínica relacionada con la hipocuprosis es variada, incluyendo despigmentación del pelaje, disminución del crecimiento, pérdida de peso vivo o menor ganancia de peso diario, desordenes cardiovasculares, alteraciones osteo-articulares, fracturas espontáneas,

diarrea, anemia, reducción en el rendimiento reproductivo, infertilidad y una mayor predisposición a las enfermedades parasitarias e infecciosas (26).

Esta revisión está enfocada en la deficiencia de Cu en el ganado bovino explotado en forma extensiva en la Argentina, país donde tiene una amplia distribución, siendo junto con la deficiencia de fósforo una de las carencias más importantes para la producción ganadera.

La primera información acerca de la deficiencia de Cu en Argentina fue publicada por Bingley y Carrillo en 1964. Los autores diagnosticaron hipocuprosis en bovinos de tres departamentos de la Provincia de Buenos Aires (4). Luego, hubo otros trabajos importantes que aportaron una cantidad de información significativa, como los reportes de Sillampaa (54) y Ruksan (51) en todo el país, Nuñez (36) en Córdoba y Buenos Aires, y Balbuena et al. (2) y Coppo et al. (13) en el noreste. A continuación se describirá la situación de la deficiencia de Cu en bovinos en la Argentina en las distintas regiones geográficas del país: Litoral, Noroeste, Cuyo, Patagonia, Centro y Región Bonaerense. La forma elegida para presentar la información por regiones es una consecuencia de la amplia variedad entre la situación climática, la composición y característica de los suelos, forrajes y agua de bebida; que en su conjunto definen la limitación geográfica de los problemas nutricionales.

2. Región del Litoral

Las provincias de Chaco, Formosa, Corrientes, Misiones, Santa Fe y Entre Ríos, están incluidas en esta región. Entre 1979 y 1980, Rochinotti et al. (50) informaron niveles normales de Cu en sangre de bovinos que consumían pasturas naturales, pertenecientes

a establecimientos que se encontraban bajo la influencia de la Estación Mirunga y de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Mercedes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en la provincia de Corrientes. Sin embargo, entre 1979 y 1982, en 26 establecimientos localizados en las provincias de Chaco y Formosa, Balbuena et al. (3) detectaron un 79% del suero bovino ($n = 1196$) con niveles bajos de Cu. De estos, un 47,2% fue clasificado como muy bajo, con menos de 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Posteriormente, entre 1985 y 1986, el mismo autor determinó que el 93% de las muestras sanguíneas ($n = 218$) de 11 establecimientos estaban por debajo de 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$, y un 55,2% de las biopsias de hígado ($n = 208$) tenían menos de 25 μg de Cu por g MS. En esa ocasión, se tomaron muestras de forraje ($n = 311$) y de suelos ($n = 31$). El 96,5% de los niveles de Cu en las pasturas estaban por debajo de 8 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS, con un 62% de las muestras con una relación cobre:molibdeno (Cu:Mo) menor a 2. El nivel de sulfato (S) excedía el 0,4% MS en el 28% de las muestras. Los niveles de Cu en los suelos eran menores a 0,5 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS en el 6,5% de las muestras. Se concluyó que los bajos niveles de Cu en los forrajes eran la causa de esta deficiencia, en algunas ocasiones complicada por los altos niveles de Mo y S en las pasturas (2). En 1985, Mufarrege et al. (35) reportaron bajos niveles plasmáticos de Cu, medidos por la técnica de la ceruloplasmina oxidasa, con valores normales de Cu en los forrajes naturales, en la jurisdicción de la EEA Mercedes (INTA). Cinco años después, en la misma zona, el promedio del contenido de Cu en pastos ($n = 91$) fue de 3,9 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS, con un 82% de las muestras deficientes en la provincia de Formosa; y de 6,5 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS y un 44% respectivamente, para el resto de las provincias (25).

En la provincia de Santa Fe, uno de los trabajos más importantes fue realizado por Ruksan et al. (52) en los Bajos Submeridionales del norte de la provincia. Sobre la base de una sólida evidencia clínica en bovinos que mostraba rigidez de los miembros con dificultades en la deambulaci3n, sumado a fracturas

espont3neas de huesos y deformidades de las articulaciones, se sospech3 de una severa deficiencia de Cu. El ganado de carne pastoreaba *Melilotus alba*, en el cual se analizaron los contenidos de Cu, Mo y S. Tambi3n se tomaron muestras de sangre. Los resultados indicaron una alta cantidad de Mo (mayor a 40 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS) y de S (mayor a 0,5% MS) en el forraje, y niveles normales de Cu en sangre. En la jurisdicci3n de la Estaci3n Experimental Agropecuaria INTA Rafaela, que abarca el 3rea central y oeste de la provincia, Marcos (28) inform3 bajos niveles s3ricos de Cu en un 3rea lechera importante, utilizando la t3cnica de ceruloplasmina oxidasa, y tambi3n report3 hipocupremia en el ganado para carne (29).

La primera investigaci3n sobre hipocuprosis en la Provincia de Entre R3os fue publicada por Hofer y Monje, en 1985 (23). La concentraci3n plasm3tica de Cu en el ganado en pastoreo fluctuaba entre 10 y 75 $\mu\text{g}/\text{dl}$. En pastos, los niveles de Mo variaban entre 1,6 y 2 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS, y los niveles de S entre 0,63 y 0,8% MS. Basados en los an3lisis, los autores confirmaron la existencia de una deficiencia condicionada de Cu en la provincia. Ricciardino et al. (46) evaluaron el efecto de los componentes de pasturas nativas [contenido de materia seca (MS) de Cu, Mo y hierro (Fe)] sobre la concentraci3n de Cu en el suero de 20 vaquillonas Hereford entre los meses de abril y enero. Durante la primavera, el contenido de Fe fue alto (180,3 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS) y se encontr3 un nivel l3mite de Cu (6,6 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS) en gram3neas naturales. Debido a un exceso de agua sobre los suelos, en diciembre se detect3 un exceso de Mo (2,4 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS) y contenidos marginales de Cu (5,2 $\mu\text{g}/\text{g}$ MS). En los animales, la deficiencia de Cu se manifest3 a partir del mes de octubre (12 $\mu\text{g}/\text{dl}$); con s3ntomas externos de diarrea moderada y despigmentaci3n del pelaje durante noviembre a enero. En 1997, el mismo autor (47, 48) detect3 un 14% de agua subterr3nea con m3s de 500 mg/l de S, en establecimientos locales ubicados en cuatro departamentos (Uruguay, Gualeguaych3, Tala y Gualeguay), y report3 hipocupremia en el 72% de las vacas de carne, en el per3odo del post-parto.

3. Región Noroeste

Esta región está formada por las provincias de: Catamarca, Tucumán, Santiago del Estero, Salta y Jujuy. Habich (21) informó la sospecha de una deficiencia de Cu en las provincias de Salta y Tucumán, posiblemente inducida por los niveles de S en el agua de bebida, pero no hubo una producción de datos confiable. Por otro lado, Boggiato y Ruksan (6) reportaron altos niveles de Mo en *Melilotus* y *Chloris*, en la Subestación Agropecuaria Leales, en la provincia de Tucumán. Los autores encontraron 120 mg/l de S en el agua de bebida, y niveles normales de Cu en las pasturas (menores a 5 µg/g MS). En establecimientos de cría de ganado de la provincia de Santiago del Estero, algunos trabajos (7, 45) reportaron signos clínicos compatibles con hipocuprosis, con una relación desfavorable entre Cu y Mo en forrajes, y bajos niveles (333 mg/l) de S en el agua de bebida (7). Se ha encontrado sólo un reporte para la provincia de Catamarca, publicado en el año 2007 por Roca et al. (49), donde se estudia la disponibilidad de los micronutrientes en suelos semiáridos. Los niveles de Cu fueron adecuados en todos los suelos estudiados.

4. Región de Cuyo

Esta región incluye a las provincias de San Luis, San Juan, Mendoza y La Rioja. Gaviola (18) examinó los niveles de Cu en suelos extractados con ácido dietileno triamino pentacético (DTPA), en regiones áridas y semiáridas de la provincia de Mendoza. Los niveles se mantuvieron dentro del rango considerado normal. Sager (53) informó una deficiencia secundaria de Cu, asociada a un promedio de 1200 mg/l de S en el agua de bebida. Hasta la actualidad, no se encontró otra información disponible para esta región.

5. Región Central

Esta región incluye sólo dos provincias, Córdoba y La Pampa. Núñez (36) publicó uno de los más completos trabajos de deficiencia

de Cu en la Argentina. El reporte informa los resultados de análisis químicos realizados en suelos y pasturas de importantes regiones de cría de ganado en las provincias de Córdoba y Buenos Aires. Casi la totalidad de las muestras de suelos presentaron bajos niveles de Cu y un desbalance en la relación Cu:Mo. En los forrajes, los autores encontraron bajos niveles de Cu y un exceso de Mo en la localidad de Chilibroste (provincia de Córdoba). Años después, el mismo autor (37) realizó análisis en pasturas, suelos y agua de bebida en la localidad de Laboulaye, departamento de Roque Sáenz Peña, localizado en el sudeste de la provincia de Córdoba. El resultado fue una deficiencia condicionada de Cu, basada en los altos niveles de Mo en pastos, y en los altos niveles de S en el agua de bebida. Varios trabajos en esta región han informado también una deficiencia secundaria de Cu, tales como Mombelli y Fader (34) en la jurisdicción de la EEA Manfredi (INTA), ubicada al norte de la provincia de Córdoba; Arano (1) en la jurisdicción de la EEA Marcos Juárez (INTA), en el sur de la provincia de Córdoba; y Pechin (39) en General Pico, provincia de La Pampa. Previamente, el último autor había detectado deficiencia de Cu en vacas y cabras de esa provincia (38). Entre 1995 y 1996, Herrero et al. (22) investigaron la calidad del agua en tambos, establecimientos de cría y de invernada (n = 1107), en algunas provincias de Argentina. Los autores encontraron en la provincia de Córdoba un promedio de niveles de S que excedían el máximo aceptado.

En la provincia de La Pampa, González y Buschiazzi (19, 20) establecieron el contenido de micronutrientes extractable con ácido clorhídrico (HCl) y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) en 105 suelos. Cobre y Zn estuvieron por debajo del nivel crítico en la mayoría de los suelos de la provincia, con niveles por debajo de 2 µg/g MS, y un 98% por debajo de 1 µg/g MS. Lager et al. (27) evaluaron la calidad del agua en establecimientos lecheros de ésta provincia, con un resultado de 715 mg/l en promedio para el S.

En el año 2001, otro nutriente mineral aparece involucrado en la disponibilidad de Cu

en la provincia de Córdoba, el Fe. Cinco establecimientos locales de las localidades de Luque, Calchín y Río Segundo, en el centro de la provincia, fueron relevados. La concentración de S en el agua excedía los 2000 mg/l, considerada el nivel tolerable límite. Análisis serológicos en bovinos (n = 11) mostraron una severa deficiencia de Cu (menor a 50 µg/dl). En forrajes, la concentración de Cu estuvo en el límite para cubrir las necesidades para el ganado. Además, los autores encontraron una alta concentración de Mo (2-12 µg/g MS) y de Fe (mayor a 150 µg/g MS). Se concluyó que se trataba de una deficiencia de Cu condicionada, vinculada a altos niveles de Mo, Fe y S (17).

La disponibilidad de Cu extractable con DTPA en suelos de Córdoba fue medida por Buffa y Ratto (9) en 48 muestras de algunas regiones geográficas de la planicie Chaco-Pampeana, en el año 2002. Todas las regiones sobrepasaron los límites; sin embargo, ninguna alcanzó el nivel máximo de 2,5 µg/g MS, indicando que los suelos de la provincia de Córdoba estarían en un rango crítico de disponibilidad. En el año 2007, Pérez Carrera y Fernández Cirelli (40) determinaron elementos traza en suelos y forrajes de 20 establecimientos lecheros ubicados en la ciudad de Bell Ville, Córdoba. Los niveles de Mo fueron adecuados en los suelos, mientras que en la alfalfa los niveles fueron considerados altos.

6. Región Bonaerense

Esta región está constituida por la provincia de Buenos Aires. Bingley y Carrillo (4) publicaron el primer reporte de la región, indicando que había condiciones en algunas partidos de la provincia (Ayacucho, 9 de Julio, Los Toldos y Balcarce) que inducían bajos niveles de Cu en el hígado y en la sangre de los bovinos que pastoreaban allí. En 1965, Camberos et al. (10) confirmaron en Los Toldos, partido de General Viamonte una deficiencia condicionada de Cu basados en los altos niveles de S y Mo en los pastos, y en los altos niveles de S en el agua de bebida, con la presencia de animales que mostraban signos clínicos de la enfermedad. El mismo tipo de

hipocuprosis fue identificada en 1966 (5), con valores normales de Cu en pasturas, concentraciones de Mo tan altas como 27 ppm en MS, y contenidos de S que variaban entre 0,27% a 0,63% MS. Algunos animales mostraban un manto con pérdida de color y áspero, diarrea y retraso del crecimiento, que indicaban una hipocuprosis secundaria crónica.

En los años subsiguientes a estas publicaciones pioneras, una gran cantidad de datos fue producida en la provincia de Buenos Aires. Como consecuencia, para un mejor entendimiento, dividiremos la información disponible en las diferentes áreas geográficas de la provincia: Noroeste, Cuenca del Río Salado, Sudeste, y Valle del Río Colorado junto con el área Sudoeste.

- *Noroeste*: En 1983, Rabotnikof et al. (41) diagnosticaron una relación Cu-Mo-S adecuada para inducir la deficiencia de Cu en el partido de General Villegas. Las concentraciones séricas de Cu mostraron hipocupremia. Se tomaron muestras del forraje para determinar las concentraciones de Cu y Mo, y del agua de bebida para medir el nivel de S. La relación Cu:Mo fue lo suficientemente baja para explicar la hipocupremia, y la concentración de S en el agua de bebida fue de 2779 mg/l. Con el objetivo de continuar estudiando las causas de la deficiencia de Cu en el área, Minatel et al. (32) realizaron un estudio en 18 establecimientos, ubicados en los partidos de General Villegas, Ameghino y Rivadavia. Muestras de sangre, hígado y forraje fueron recolectadas en otoño, primavera y verano. Los niveles de Cu plasmático fueron bajos durante los tres muestreos. En otoño y primavera, 16,7% y 57,1% de las muestras de hígado tenían niveles de Cu por debajo de 25 µg/g MS. Sin embargo, los niveles de Cu en el forraje fueron normales durante los tres muestreos. En el 72,2%; 52,9% y 30,8% de las muestras los contenidos de Fe estuvieron por encima de 1000 µg/g MS. Los autores concluyeron que los altos niveles de Fe podrían contribuir al desarrollo de la deficiencia de Cu en el área. En esa ocasión, las concentraciones de Mo en forraje y de S en agua de bebi-

da no fueron determinadas. Duarte et al.. (16) evaluaron la calidad del agua para consumo animal en 22 establecimientos ubicados en el partido de Rivadavia. El análisis de 135 muestras determinó una alta concentración de S. En el año 2004, Minatel et al.. (33) informaron una deficiencia marginal de Cu en 10 establecimientos locales del partido de General Villegas. En esa oportunidad, muestras de sangre, hígado, forraje y agua de bebida fueron recolectadas en invierno y verano. Un 33% y un 11,3% de las muestras de plasma obtenidas en invierno y verano, respectivamente, tuvieron niveles de Cu por debajo de 57 µg/dl; y un 44% y un 33,3% de las muestras de hígado tuvieron concentraciones de Cu por debajo de 20 µg/g MS. Niveles elevados de Fe fueron encontrados en el forraje en ambos muestreos, y los niveles de S en el agua de bebida fueron identificados como una posible causa de la deficiencia de Cu. No se detectaron excesos de Mo en forraje en ninguno de los establecimientos. Se concluyó que la deficiencia de Cu en esta área se debería al exceso de S en el agua de bebida y a los altos niveles de Fe en las pasturas.

- *Cuenca del Río Salado*: Durante un período de tres años, 3 áreas de cría fueron estudiadas en el partido de Magdalena. De cada rodeo se realizaron análisis de Cu plasmático periódicamente, a partir de 15 animales previamente identificados. Se detectó hipocupremia durante las estaciones de primavera y verano, sin manifestaciones clínicas en los animales (42). En la primavera de 1994, el grupo de investigación continuó con la caracterización de la deficiencia de Cu en el partido (30). Un relevamiento que involucró a 13 establecimientos de cría fue utilizado para dilucidar las posibles causas de la hipocuprosis bovina. De cada establecimiento se obtuvieron 30 muestras de sangre y muestras representativas de forraje. En mataderos locales, se recolectaron 40 muestras de hígado. Se encontró una hipocupremia generalizada, con niveles plasmáticos de Cu por debajo de 60 µg/dl en el 78,6%, 37,6% y 61,9% de las muestras de terneros, vaquillonas y vacas,

respectivamente. Las concentraciones hepáticas de Cu estuvieron por debajo de 75 µg/g de materia húmeda [considerado como valor crítico de Cu en hígado por McDowell (31)] en el 77,5% de las muestras. La concentración de Cu en el forraje fue en promedio de 6 µg/g MS en 84% de las muestras, y 11,4% tuvieron más de 250 µg/g MS de Fe. Se concluyó que la hipocuprosis se desarrollaba como una deficiencia simple, complicada por los altos niveles de Fe en los forrajes. El Mo no parecía interferir como un componente importante, con sólo un 9% de las muestras con una relación Cu:Mo por debajo de 2. Para estimar qué fracción de la población bovina estaba afectada, un estudio poblacional fue desarrollado en 5 partidos (Magdalena, Chascomús, General Paz, Pila y Coronel Brandsen) de la provincia (55). Un total de 1580 muestras de suero de 65 establecimientos locales fueron analizadas para determinar el contenido de Cu. Un 59% de las muestras mostraba valores de hipocupremia (< 60 µg/dl), con un 9,8% de todas las muestras con valores de Cu por debajo de 29 µg/dl. En los mismos 5 partidos, resultados similares se obtuvieron en 3029 muestras de sangre de 151 establecimientos (44); y en 4750 muestras de plasma que involucraban a más de 200 establecimientos (43). En aquella oportunidad, más del 50% de los bovinos de cada uno de los cinco partidos estaba afectado, con más del 13% de los animales con hipocupremia severa. Los resultados indicaron una importante deficiencia de Cu que afectaba a toda el área.

- *Sudeste*: Cseh et al. (15) trabajaron en 4 establecimientos locales, en los cuales se tomaron muestras de forraje y de agua de bebida en el mismo momento. La deficiencia de Cu en ésta área parecía estar causada por los bajos niveles de Cu en pastos, complicada por las altas cantidades de Mo y Fe.

- *El Valle del Río Colorado y Sudoeste*: En el partido de Guaminí se determinó una deficiencia de Cu secundaria basada en concentraciones normales de Cu, y en los altos niveles de Mo en pasturas y de S en el agua de bebida

(12). En 1996, Cseh et al. (14) investigaron el perfil mineral en 6 establecimientos de cría, localizados en los partidos de Púan y Saavedra. Los contenidos de Cu estuvieron por debajo de los valores considerados normales en el 26% de los animales. La hipocupremia fue causada principalmente por los altos contenidos de Fe en los forrajes (más de 4000 µg/g MS). Iglesias et al. (24) reportaron deficiencia de Cu en el Valle Bonaerense del Río Colorado. El contenido de Cu fue analizado en 80 muestras de plasma en terneros. Además, se recolectaron muestras de pasturas y del agua de bebida. Las concentraciones de Mo y de Fe en forrajes fueron elevadas en el 69% y 56% de las muestras, respectivamente. Los niveles de S estuvieron por encima de 0,5% MS en el 37,5% de las muestras mientras que los valores en el agua de bebida se encontraron dentro de los límites considerados normales. La deficiencia de Cu fue diagnosticada como condicionada, en concordancia con hallazgos previos.

7. Región Patagónica

La Región Patagónica ubicada al sur de la Argentina incluye las provincias de Río Negro, Neuquén, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego. El único dato que se encontró referido a esta región es un trabajo realizado en el departamento de Pichi-Mahuída, provincia de Río Negro. Bolla et al. (8) investigaron los niveles de minerales en agua, pastos y suero bovino entre 1998 y 1999, en cinco establecimientos ganaderos. Los resultados indicaron niveles normales de minerales en el agua de bebida, una deficiencia primaria de Cu en las pasturas y un bajo nivel de Cu en el suero bovino (n =140). Los autores enfatizaron la necesidad de proveer datos sobre la nutrición mineral en esta parte del país.

8. Síntesis

En el siguiente cuadro, se presenta una síntesis de la información más relevante distribuida según la región:

Región	Litoral	Noroeste	Cuyo	Central	Bonaerense	Patagonia
Parámetro evaluado						
Nivel Cu Sanguíneo	Hipocupremia (2, 3, 23, 28, 29, 35, 46, 47, 48)	Normal (49)	s/d	Hipocupremia (17)	Hipocupremia (14, 24, 30, 32, 33, 41, 42, 43, 44, 55)	Hipocupremia (8)
Nivel Cu Hepático	Disminuido (2)	s/d	s/d	s/d	Disminuido (30, 32, 33)	s/d
Nivel Cu Forraje	Disminuido (2, 25, 46)	Normal (6)	s/d	Disminuido (36)	Normal (5, 12, 32) Disminuido (15, 30)	Disminuido (8)
Nivel Cu Suelo	Disminuido (2)	s/d	Normal (18)	Disminuido (9, 19, 20, 36)	s/d	s/d
Nivel Mo Forraje	Elevado (2, 23, 46, 52)	Elevado (6, 7, 45)	s/d	Elevado (17, 36, 37, 40)	Elevado (5, 10, 12, 15, 24, 41)	s/d
Nivel S Forraje	Elevado (2, 23, 52)	s/d	s/d	s/d	Elevado (5, 10, 24)	s/d
Nivel S Agua de Bebida	Elevado (47, 48)	Bajo (6, 33)	Elevado (53)	Elevado (17, 22, 27, 37)	Elevado (10, 12, 16, 33, 41)	s/d
Nivel Fe Forraje	Elevado en primavera (46)	s/d	s/d	Elevado (17)	Elevado (14, 15, 24, 30, 32, 33)	s/d
* Tipo de Deficiencia	Primaria y Secundaria (S, Mo)	Secundaria (Mo)	Secundaria (S)	Primaria y Secundaria (S, Mo, Fe)	Primaria y Secundaria (S, Mo, Fe)	Primaria

(): Los números expresados entre paréntesis corresponden a las referencias bibliográficas correspondientes. *: Entre paréntesis se indica el/los mineral/es principalmente involucrado/s en la deficiencia secundaria de Cu según la región.

9. Conclusiones

La deficiencia de Cu ha sido informada en todas las regiones de la Argentina, y ha sido reconocida como una enfermedad endémica. Sólo unos pocos trabajos han encontrado una deficiencia primaria, inducida por la presencia de bajas cantidades de Cu en la dieta. La mayoría de los relevamientos indican la existencia de una deficiencia condicionada, en la cual hay un bloqueo de la utilización de cantidades normales de Cu en los forrajes, asociado a la presencia de otros constituyentes de la dieta, tales como Mo y S. El exceso de Fe podría ser importante específicamente en algunas provincias, como Entre Ríos, Córdoba y Buenos Aires.

En algunas de las regiones con deficiencia de Cu, los animales no muestran evidencias clínicas de la enfermedad. En estos casos, la importancia del problema podría ser subestimada. Las estrategias para anticipar y prevenir la deficiencia de Cu deberían ser establecidas mediante la realización de análisis regulares del alimento, fundamentalmente del agua, y de los suelos (determinando Cu y otros minerales que juegan un rol fundamental en su disponibilidad), análisis de los tejidos animales y mediciones de las tasas de producción en los establecimientos. Desafortunadamente, en la mayor parte de las regiones del país no hay información completa acerca de la situación real de la enfermedad. Sin embargo, a partir del año 2006 y con el objetivo de aumentar el conocimiento sobre las deficiencias minerales presentes en el país, se está desarrollando un importante ensayo nacional de relevamiento en el cual participan distintas Estaciones Experimentales Agropecuarias del INTA, dos Universidades Nacionales y el CONICET.

Debido a los altos precios de los granos, en los últimos años la ganadería ha sido desplazada por la agricultura a regiones marginales, donde las deficiencias nutricionales, incluyendo las deficiencias minerales, son más comunes. Es necesario conocer el estatus mineral de los bovinos en estas nuevas regiones para prevenir posibles pérdidas económicas.

Este trabajo enfatiza la alta incidencia de la deficiencia de Cu en la Argentina, y revela que a pesar de la importancia de la enfermedad, las investigaciones sobre este problema muestran una notable dispersión de los resultados y una falta de estudios continuados a lo largo del tiempo en casi todas las áreas ganaderas.

10. Bibliografía

1. Arano, A.R. 1985. Nutrición mineral del ganado en el área de la jurisdicción de la E.E.A. Marcos Juárez (Córdoba). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4(3): 29-30.
2. Balbuena, O., Conrad, J.H., Wilkinson, N. y Martin, F.G. 1989. Estudios de la nutrición mineral de los bovinos para carne del este de las Provincias de Chaco y Formosa (Argentina). 3. Cobre, molibdeno y azufre. *Vet. Arg.* 6 (59): 584-594.
3. Balbuena, O., Toledo, H.O., Luciani, C.A. e IVANCOVICH, J.C. 1983. Niveles de cobre en sueros de bovinos de Chaco y Formosa (Argentina). *Rev. Med. Vet.* 64: 358-361.
4. Bingley, B.J. y Carrillo, J.B. 1964. Deficiencia de cobre I. Observaciones preliminares en ciertas áreas de la provincia de Buenos Aires. Argentina. INTA, EEA Balcarce. *Boletín Técnico* N° 15.
5. Bingley, B.J. and Carrillo, J.B. 1966. Hypocuprosis in cattle in the Argentine. *Nature.* 209: 834-835.
6. Boggiato, P.R. y Ruksan, B. 1988. Hipocuprosis secundaria de bovinos en Leales, Tucumán. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 8: 158.
7. Boggiato, P.R. y Ruksan, B. 1989. Molibdenosis en bovinos en el noroeste santiagueño. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 9: 106.
8. Bolla, D., Cseh, S., Kugler, N. y Ferrarotti, J. 2002. Niveles de minerales en agua, pasto y suero sanguíneo bovino, en el departamento de Pichi-Mahuida, provincia de Río Negro. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22: 380-381.
9. Buffa, E. y Ratto, S.E. 2005. Disponibilidad de cinc, cobre, hierro y manganeso extraíble con DTPA en suelos de Córdoba (Argentina) y variables edáficas que la condicionan. *Ci. Suelo.* 23(2): 1-8.
10. Camberos, H.R., Marcilese, N.A., Figueiras, H.D. y Valsecchi, R.M. 1965. Estudios preliminares sobre pluricarencia de oligo-elementos. *Gaceta Vet.* 27: 99-117.

11. Capaul, E.G. 1991. Macro y Microelementos. Clínica y laboratorio. Reunión de la A.A.V.L.D., 7ma. memoria. Buenos Aires, Argentina. pp.14-22.
12. Chiatellino D.L. 1992. Determinación de deficiencia y tratamiento de cobre. Trabajo de intensificación para optar por el título de ingeniero agrónomo. Buenos Aires, Argentina, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
13. Coppo, J.A., Sandoval G.L., Coppo, N.B. y Slanac, A.L. 1992. Deficiencias de minerales y oligoelementos detectadas en bovinos del Nordeste Argentino, panorama 1977-1992. *Vet. Arg.* 9 (85): 331-336.
14. Cseh, S., Odriozola, E. y Reynal, J. 1998. Perfil mineral en vaca de cría en los partidos de Púan y Saavedra, provincia de Buenos Aires. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18: 315-316.
15. Cseh, S., Ridao, M., Casaro, A., Chayer, R. Fernandez Sainz, I., Drake, M., Yarrar, M. Daguerre, S. y Cano, A. 1995. Microelementos asociados a la deficiencia de cobre en bovinos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 15: 739-741.
16. Duarte, G.A., Díaz Zorita, M., Pepi, M.L. y Grosso, G.A. 1998. Calidad de agua para consumo animal en el partido de Rivadavia, Buenos Aires. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18: 318-319.
17. Fader, O.W. 2001. Efecto de los minerales en la nutrición y salud animal en la región central de la provincia de Córdoba. Argentina. Dto. Producción Animal INTA, EEA Manfredi.
18. Gaviola, S. 1985. Micronutrientes en algunos suelos de la región árida y semiárida mendocina. *Ci. Suelo.* 3: 23-29.
19. Gonzalez, G.P. y BUSCHIAZZO, D.E. 1996. Contenidos de hierro, cobre, manganeso y cinc en suelos de la provincia de La Pampa, Argentina. Argentina. XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. p. 179.
20. Gonzalez, G.P. y BUSCHIAZZO, D.E. 1998. Radiografía de La Pampa. *Fertilizar.* 11: 12-15.
21. Habich, G. 1985. Informe de la E.E.A. Salta. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4(3): 28.
22. Herrero, M.A., Sardi, G., Orlando, A. y MALDONADO MAY, V. 1997. Agua y desarrollo sustentable: su importancia en el sector ganadero de la Pradera Pampeana. Argentina. Taller de intercambio técnico "Estado de situación de la nutrición mineral en sistemas intensivos de producción de carne y leche".
23. Hofer, C. y Monje, A. 1985. Información sobre nutrición mineral del ganado en Entre Ríos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4(3): 12-15.
24. Iglesias, R.O., Rodriguez, M.G., Cseh, S., Drake, M. y Yarrar, M. 1998. Deficiencia de cobre en bovinos en el valle bonaerense del Río Colorado. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18: 313-314.
25. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. EEA MERCEDES. 2004. Animales sin cobre. *Rev. Brangus*, 26(48): 64-66.
26. Jubb, K.V., Kennedy, P.C. and Palmer, N. 2007. *Pathology of Domestic Animals. Volume I.* 5th edn. M. Grant Maxie, USA.
27. Lagger, J.R., Mata, H.T., Pechin, G.H., Larrea, A.T., Cairnie, A.G., Meglia, G.E. y Becares, G. 1998. Evaluación de la calidad del agua en establecimientos de la cuenca lechera de La Pampa. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18: 320.
28. Marcos, E.R. 1982. Valores poblacionales de parámetros sanguíneos, según estado de lactancia y época del año. *Rev. Med. Vet.* 63(4): 260-278.
29. Marcos, E.R. 1985. Informe de la E.E.A. Rafaela (Santa Fe). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4(3): 34-36.
30. Mattioli, G.A., Ramírez, C.E., Giuliodori, M.J., Tittarelli, C.M., Yano, H. and Matsui, T. 1996. Characterization of cattle copper deficiency in the Magdalena district. *Livest. Prod. Sci.* 47: 7-10.
31. McDowell, L.R. 1992. *Minerals in Animal and Human Nutrition.* New York, USA, Academic Press, 524 pp.
32. Minatel, L., Buffarini, M.A., Dallorso, M.E., Homse, A. y Carfagnini, J.C. 1998. Relevamiento mineral de bovinos de la región noroeste de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18: 67-75.
33. Minatel, L., Buffarini, M.A., Scarlata, E.F., Dallorso, M.E. y Carfagnini, J.C. 2004. Niveles de cobre, hierro, zinc y selenio en bovinos del noroeste de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24: 225-235.
34. Mombelli, J.C. y Fader, O.W. 1985. Informe de la E.E.A. Manfredi (Córdoba). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4(3): 31-33.
35. Mufarrege, D., Somma de Feré, G. y Homse, A. 1985. Nutrición mineral del ganado en la jurisdicción de la E.E.A. Mercedes (Corrientes). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4(3): 5-7.
36. Nuñez, A. 1969. Oligoelementos en suelos y forrajeras argentinas. *Rev. Fac. Agron. Vet. Bs. As.* 17 (3): 7-14.
37. Nuñez, A., Larumbe, F.H. y Filippini, L. 1976. Deficiencia de cobre para la nutrición animal

- condicionada por exceso de molibdeno y sulfato, en la provincia de Córdoba. *Gaceta Vet.* 38: 255-275.
38. Pechin, G.H. 1994. Deficiencias minerales en rumiantes de la provincia de La Pampa. Argentina. VII Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias. p. 118.
 39. Pechin, G.H. 1997. Deficiencias minerales en rumiantes en la provincia de La Pampa. Argentina. Taller de intercambio técnico "Estado de situación de la nutrición mineral en sistemas intensivos de producción de carne y leche". p. 118.
 40. Pérez Carrera, A.L. y Fernández Cirelli, A. 2007. Presencia de elementos traza de importancia nutricional y toxicológica en suelo y forraje. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 27: 13-14.
 41. Rabotnikof, C.M., Gonella, C.A., Stritzler, N.P. y Floris, N.R. 1983. Efecto de la suplementación parenteral de cobre sobre los niveles de cobre en sangre y la ganancia de peso de novillos en el área de General Villegas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 3(5): 446-457.
 42. Ramírez, C.E. y Ferrer, C.G. 1989. Variación estacional de la cupremia en bovinos de cría del partido de Magdalena. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 9 (3): 179-184.
 43. Ramírez, C.E., Mattioli, G.A., Tittarelli, C.M., Giuliodori, M.J. and Yano, H. 1998. Cattle hypocuprosis in Argentina associated with periodically flooded soils. *Livest. Prod. Sci.* 55: 47-52.
 44. Ramírez, C.E., Tittarelli, C.M., Mattioli, G.A., Giuliodori, M.J. y Puchuri, M.C. 1997. Hipocupremia bovina en cinco partidos de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Vet. Arg.* 14(131): 12-17.
 45. Renolfi, R. 1985. Informes provenientes de la provincia de Santiago del Estero, INTA. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4(3): 25-26.
 46. Ricciardino, M.Z., Medus, P.D. y Ruksan, B.E. 1993. Deficiencia de cobre y selenio en vaquillonas sobre pastura natural. *Rev. Med. Vet.* 74(2): 100-105.
 47. Ricciardino, M.Z. y Oliver, N.M. 1997a. Algunas características químicas del agua subterránea relacionadas a la nutrición mineral de bovinos para carne. Argentina. Taller de intercambio técnico "Estado de situación de la nutrición mineral en sistemas intensivos de producción de carne y leche".
 48. Ricciardino, M.Z., Scena, C.G. y Picchinali, R.L. 1997b. Minerales (P, Zn, Cu) y proteínas plasmáticas en vacas primíparas, con cría al pie. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17: 306.
 49. Roca, N., Pazos, M.S. y Bech, J. 2007. Disponibilidad de cobre, hierro, manganeso, zinc, en suelos del NO argentino. *Ci. Suelo.* 25(1): 31-42.
 50. Rochinotti, D., Somma de Feré, G.R. y Mufarrege, D.J. 1981. Hematocrito, hemoglobina, proteínas totales, fósforo inorgánico y cobre en sangre de bovinos para carne en la provincia de Corrientes. *Rev. Med. Vet.* 62(1): 33-38.
 51. Ruksan, B.E. 1985. Mapa de microelementos en forrajeras de Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4: 89-98.
 52. Ruksan, B.E., Casaro, A.E.P., Jaeschke, J., Lagos, F. y González Pondal, D. 1982. Trastornos clínico-patológicos ocasionados en bovinos por el pastoreo de *Melilotus alba*. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 2(6): 519-536.
 53. Sager, R.L. 1997. Deficiencias de minerales en zonas semiáridas. Argentina. Taller de intercambio técnico "Estado de situación de la nutrición mineral en sistemas intensivos de producción de carne y leche". p. 116.
 54. Sillampaa, M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils: A global study. *FAO Soils Bulletin.* 48: 169-179.
 55. Tittarelli, C.M., Ramírez, C.E., Mattioli, G.A. y Puchuri, M.C. 1996. Ocurrencia de hipocuprosis bovina en cinco partidos de la Cuenca deprimida del Río Salado. *Analecta Vet.* XVI: 29-31.
 56. Underwood, E.J. and Suttle, N.F. 1999. *The mineral nutrition of livestock.* 3rd edn. CABI Publishing, London, U.K.
 57. Vázquez, M. 2006. *Micronutrientes en la agricultura.* Buenos Aires, Argentina, Asociación Argentina Ciencia del Suelo, 207 p.