



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

O. Balbuena¹; L.R. McDowell²; C.A. Luciani¹; J.H. Conrad²; N. Wilkinson² y F.G. Martin³

¹Técnicos de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Colonia Benítez. Casilla de Correo 114 (3500) Resistencia (Chaco).

²Profesores del Animal Science Department, University of Florida. Gainesville. Florida 32611, U.S.A.

³Profesores del Statistics Department, University of Florida. Gainesville. Florida 32611, U.S.A.

obalbuena@correo.inta.gov.ar

Resumen

A fin de contar con información sobre la nutrición mineral de los bovinos para carne del este de las provincias de Chaco y Formosa (Argentina), se tomaron 11 establecimientos distribuidos en tres áreas ecológicas homogéneas (AEH), de los que durante noviembre y diciembre de 1985 y 1986 se extrajeron 31 muestras de suelos, 311 de forrajes, 218 de sangre, 208 biopsias de hígado y 69 de pelo. Las muestras de suelo y forrajes fueron clasificadas como provenientes de dos tipos de campo "alto" y "bajo" y las de origen animal en vacas en lactancia y animales en crecimiento. Sólo en 6,5% de las muestras de suelo fueron consideradas deficientes en Cu para cultivos agronómicos. Se detectó interacción de AEH X tipo de campo para las concentraciones de Cu y Mo en forraje, mientras que las de S fue diferente entre AEH. En muestras de forraje se observó en el 86% niveles inferiores a 4 ppm Cu en la materia seca (MS); en el 7,4% concentraciones de Mo superiores a 6 ppm MS; en el 28% niveles de S superiores a 0,4% MS y en el 62% una relación Cu:Mo inferior a 2. El AEH 5.1 (este de Formosa) tuvo mayores concentraciones de Cu en suero e hígado que las AEH 3 y 4 (este de Chaco). En estas dos últimas AEH, el Cu fue claramente deficiente. El 50% de las muestras de suero tuvieron niveles inferiores a 0,3 ppm Cu y el 55,2% de las biopsias de hígado tuvieron concentraciones menores a 25 ppm Cu MS. Se concluye que la deficiencia de Cu observada correspondería a una deficiencia primaria (menos de 3 ppm Cu en forraje), agravada en algunas áreas por elevados niveles de Mo y/o S. Se debería estudiar el efecto de la suplementación con Cu sobre la producción de los animales con deficiencia subclínica de Cu.

Introducción

Se consideran a estos elementos en conjunto por sus interrelaciones nutricionales y sus interacciones metabólicas (7; 20).

El cobre (Cu) es requerido para la síntesis de hemoglobina, absorción y movilización del hierro (Fe), es componente de varios sistemas enzimáticos que actúan, entre otros, a nivel del sistema nervioso central, metabolismo del hueso y tejido conectivo, funcionamiento del músculo cardíaco y síntesis de melanina (7; 12;13; 20). La deficiencia de Cu en rumiantes en pastoreo ocurre en varios lugares del mundo, con diferentes climas (20). La deficiencia de Cu sólo es superada por la del fósforo como limitante a una adecuada nutrición mineral en los trópicos (7).

El molibdeno (Mo) es un mineral esencial para el funcionamiento de la enzima xantina-oxidasa y otras oxidasas, pero la deficiencia primaria de este elemento en animales en pastoreo no ha sido descrita (20). Una carencia relativa de Mo provoca una mayor retención de Cu, especialmente en ovinos (20). El principal interés del estudio de este elemento es el de su antagonismo con el Cu y las interrelaciones entre Cu, Mo y sulfato.

El azufre (S) es componente de las proteínas, algunas vitaminas y hormonas. Sus funciones incluyen: síntesis y metabolismo de proteínas, metabolismo de grasas e hidratos de carbono, coagulación de la sangre y equilibrio ácido-base (12). La deficiencia de S puede ocurrir cuando el ganado consume forraje de baja calidad que crece sobre suelos deficientes en este elemento o cuando el nitrógeno no proteico (v.g. urea) reemplaza a la proteína en la



dieta (7).-En pastoreos de sorgos se ha obtenido alguna respuesta a la suplementación con S (14). Los niveles elevados de S en la dieta incrementan los requerimientos de Cu (12).

En este trabajo se presentan las concentraciones de Cu, Mo y S en diferentes tipos de muestras. El área de muestreo fue descrita anteriormente en detalle en la primera publicación de esta serie (3).

Material y Métodos

La metodología general de muestreo fue descrita anteriormente por Balbuena y Col. (3). Se agrega las biopsias de hígado, realizadas según lo descrito por Fick y Col. (6) en vacas en lactancia (VL) y animales en crecimiento (AC). Se tomaron, además, en cinco establecimientos del total de once, muestras de pelo de ambas categorías de animales. Dichas muestras fueron tomadas del costillar derecho, aprovechando el corte de pelo para efectuar la biopsia de hígado, las que fueron lavadas con detergente no iónico previo a su análisis.

Las técnicas analíticas utilizadas para el dosaje de Cu son las descritas por Fick y Col. (6). El Mo se analizó por espectrofotometría de absorción atómica sin llama (horno de grafito), en un aparato Perkin-Elmer AAS Zeeman/3030, realizando la preparación previa de la muestra según la técnica de Fick y Col. (6). El S en forraje se analizó en un equipo automático SC-132 Sulfur System LECO. El volumen globular se realizó por microhematocritos capilares (10 minutos a 12.00- rpm) y la concentración de hemoglobina por el método de la cianometahemoglobina.

El análisis estadístico de los datos fue descrito anteriormente (3).

Resultados y Discusión

Suelo

Las medias ajustadas y errores estándares de la concentración de Cu en suelo, agrupadas por área ecológica homogénea (AEH) y por tipo de campo (bajo=CB; alto=CA) se presentan en la tabla 1. Se observaron diferencias significativas entre establecimientos, aunque las medias correspondientes a éstos (datos no presentados) fueron siempre superiores a 0,5 ppm Cu, considerado como límite crítico para cultivos agronómicos en suelos con pH entre 6,5 a 7,0 (15). El 6,5% del total de muestras tuvieron concentraciones inferiores a dicho nivel crítico.

Forraje

Las medias ajustadas y errores estándares de las concentraciones de Cu, Mo y S en forraje, agrupadas por AEH y por tipo de campo se presentan en la tabla 2. Las medias y desvíos estándares de las concentraciones de estos elementos, agrupados por establecimiento y especie se presentan en la tabla 4. El análisis de la interacción AEH X tipo de campo, detectada para Cu y Mo, se presenta en la tabla 3.

El 96,5% del total de muestras tuvo concentraciones de Cu por debajo de 8 ppm de la materia seca (MS) recomendado para bovinos (12). Si se usa el límite inferior del rango sugerido (4-10 ppm MS) para ganado de carne (12) como límite crítico, todavía resultan deficientes el 86% de las muestras. Los datos disponibles para El Colorado (Formosa) oscilan entre 1,4 a 11,5 ppm Cu MS (1). Para la región centro-este de Formosa, Ruksan (16) informó un rango de 2,9 a 13,6 ppm Cu MS.

El 7,4% de las muestras tuvo concentraciones superiores a 6 ppm Mo, sugerido como límite crítico de toxicidad (7). De acuerdo a Suttle (19), pequeños incrementos de Mo y S causarán una marcada reducción de la disponibilidad de Cu del forraje. El citado autor menciona que diferencias de 3 ppm Mo (de 1 a 4 ppm MS) y 0,05% de S (de 0,25 a 0,30% S MS) entre dos pasturas fue suficiente para reducir a la mitad la disponibilidad de Cu para el animal. Mayores niveles de Mo (más de 6 ppm) inhibe la producción de compuestos de S en el rumen y puede dar lugar a la recuperación de la absorción del Cu (13). Para forrajes de El Colorado (Formosa), se ha informado un rango de 0,3 a 9,5 (media 2,7) ppm Mo (1) y para el centro-este de Formosa se mencionó un rango de 0,4 a 9,2 ppm Mo (16).



El 62% de las muestras tuvo una relación Cu:Mo inferior a 2, considerado como indicativo de deficiencia de Cu. Es interesante señalar que las medias para cinco establecimientos fueron menores a dicho valor.

La concentración de S fue superior a 0,10%, considerado como requerimiento mínimo para ganado de carne (12). Sin embargo, el 28% del total de muestras superó el nivel de 0,40% S, aconsejado como nivel máximo tolerable en la dieta (11). Así, el rol del S en la nutrición mineral del ganado de carne del este de Chaco y Formosa se relacionaría más con sus interacciones con el Cu y Mo que con su deficiencia primaria en la dieta.

Es sorprendente que con los niveles de Cu hallados en forrajes, no se tengan mayores informes de presentación clínica de hipocuprosis en la región. Una probable explicación podría deberse a una o varias de las siguientes: a) variación estacional de Cu, Mo y S en las pasturas; b) niveles bajos de Mo en ciertas áreas; c) bajos niveles de producción animal, lo que se traduciría en menores requerimientos; d) otros factores más limitantes de la productividad de los bovinos que enmascaren la presentación de la hipocuprosis; e) errores de diagnóstico en condiciones de campo.

La deficiencia de Cu encontrada puede clasificarse como la forma menos común, donde la concentración de Cu en forraje es menor a 3 ppm (7). Esta deficiencia primaria de Cu se complicaría por elevados niveles de Mo y S en algunas áreas. Los altos niveles de Fe en forraje encontrados en la región (datos no publicados), podrían disminuir el aprovechamiento del Cu por el animal(19).

Las concentraciones medias y desvíos estándares de Cu, Mo y S en suelo, forraje, suero e hígado, correspondientes al establecimiento seis (Las Breñas, Chaco), se presentan por separado en la tabla 5. Este establecimiento no fue incluido en el análisis estadístico debido a que representa a una zona agrícola, muy diferente al este de las provincias de Chaco y Formosa.

Tabla 1. Medias ajustadas y errores estándares de Cu, agrupadas por AEH y por tipo de campo, en muestras de suelo.(en partes por millón de suelo seco)

Variable	AEH			TIPO		
	Valor Crítico ^a	5.1 (n=5)	3 (n=18)	4 (n=8)	Bajo (n=20)	Alto (n=11)
Cu ^b	< 0,5	1,05	0,89	0,95	1,02	0,90
		(0,36)	(0,16)	(0,37)	(0,08)	(0,16)

^a Valores críticos según Ruhe y Kidder (1983).

^b Efecto significativo (P < 0,05) de establecimiento dentro de AEH. No se observaron diferencias significativas (P < 0,05) entre AEH ni tipo de campo.

Tabla 2. Medias ajustadas y errores estándares de Cu, Mo y S en forraje, agrupadas por AEH y por tipo de campo (en materia seca).

Variable	AEH			TIPO		
	Valor Crítico ^a	5.1 (n=95)	3 (n=160)	4 (n=56)	Bajo (n=179)	Alto (n=132)
Cu, ppm*+	< 8	1,52 ^b	2,39 ^b	3,26 ^b	1,86 ^e	2,92 ^f
		(0,77)	(0,49)	(1,27)	(0,17)	(0,39)
Mo, ppm*+	> 6	0,63 ^b	3,39 ^b	3,24 ^b	2,69 ^e	2,15 ^e
		(2,19)	(1,38)	(3,61)	(0,23)	(0,52)
S, % ¹	< 0,1	0,21 ^b	0,33 ^b	0,50 ^c	0,32 ^e	0,38 ^e
		(0,05)	(0,03)	(0,06)	(0,03)	(0,06)

^a Valores críticos de acuerdo a McDowell (1985) y NRC (1984).

* Interacción de AEH X tipo de campo significativa (P < 0,05). Véase tabla 3.

+ Efecto significativo (P < 0,05) de establecimiento dentro de AEH.

¹Número de muestras para S: 11,29 y 17 para las AEH 5.1, 3 y 4 respectivamente; y 38 y 19 para campo bajo y alto respectivamente.

^{bc} Las medias para AEH con la misma letra dentro de una misma línea, no son diferentes (P < 0,05).



^{ef} Las medias para tipo de campo con la misma letra dentro de una misma línea, no son diferentes ($P < 0,05$).

Tabla 3. Medias ajustadas y errores estándares correspondientes a la interacción AEH X tipo de campo, para Cu y Mo en forraje, expresadas en ppm de materia seca.

Variable	Tipo Campo	AEH 5.1	AEH 3	AEH 4
Cu	Bajo	1,44 (0,14)	1,48 (0,30)	2,64 (0,30)
	Alto	+1,59 (0,20)	*+3,30 (0,36)	3,88 (1,02)
Mo	Bajo	0,51 (0,13)	4,26 (0,43)	3,29 (0,27)
	Alto	0,74 (0,18)	*+2,51 (0,52)	+3,18 (0,92)

* Diferencia significativo ($P < 0,05$) entre tipo de campo dentro de cada AEH.

+ Diferencia significativa ($P < 0,05$) entre establecimientos dentro de cada AEH.

Tabla 4. Medias, desvíos estándares (D.E.) y número de muestras (n) en Cu, Mo (ppm de materia seca), relación Cu:Mo y de una muestra compuesta (M.C.) para S (% de materia seca), por especie y por establecimiento.

Estab.	Espec.*	Cu			Mo		Cu:Mo	S
		Nº	Media	D.E.	Media	D.E.	Cociente	M.C.
1	1	3	3,8	0,53	2,5	0,49	1,5	0,51
1	2	5	1,8	0,29	5,9	2,01	0,3	0,24
1	3	5	2,8	0,74	1,6	0,54	1,8	0,52
1	12	2	2,4	0,62	3,2	0,16	0,8	0,31
2	2	6	2,8	1,82	2,4	1,17	1,2	0,29
2	3	3	3,0	0,63	0,4	0,23	7,5	0,55
2	4	8	2,3	1,55	3,5	1,51	0,7	0,53
3	2	20	2,3	0,70	0,6	0,53	3,8	0,25
3	5	10	2,7	1,38	0,6	0,83	4,5	0,24
3	6	10	2,2	0,49	0,7	0,41	3,1	0,23
3	7	20	1,3	0,78	0,3	0,27	4,3	0,29
3	8	10	1,0	0,29	0,4	0,16	2,5	0,32
3	9	10	1,9	0,84	1,2	2,20	1,6	0,24
4	2	10	1,2	0,35	1,0	0,27	1,2	0,25
4	3	10	3,1	1,41	0,6	0,45	5,2	0,29
4	10	10	1,1	0,47	0,4	0,21	2,8	0,27
4	11	10	1,2	0,13	0,2	0,17	6,0	0,29
5	12	10	2,5	0,65	0,9	0,35	2,8	0,14
5	13	10	3,3	1,00	2,2	1,23	1,5	0,17
5	14	9	14,0	1,56	3,0	1,03	4,7	0,29
5	15	20	3,4	0,93	3,3	3,44	1,0	0,59
5	16	10	0,8	0,34	0,6	0,23	1,3	0,12
5	17	10	2,7	0,60	0,7	0,27	3,9	0,23
6	14	10	14,7	2,91	6,4	3,35	2,3	0,42
6	18	20	6,3	0,72	6,2	2,64	1,0	0,27
7	7	5	1,9	0,56	0,6	0,05	3,2	0,23
7	16	5	0,4	0,23	0,5	0,12	0,8	0,09
7	19	5	0,9	0,39	0,6	0,28	1,5	0,19
8	2	5	2,4	0,70	1,4	0,15	1,7	0,32
8	20	5	0,9	0,31	1,1	0,18	0,8	0,48



8	21	4	4,5	1,63	1,2	0,55	3,8	0,63
9	2	6	0,9	0,27	1,6	0,35	0,6	0,36
9	20	6	1,2	0,49	1,6	1,41	0,8	0,43
9	22	3	1,0	0,10	1,3	0,23	0,8	0,48
10	2	6	1,4	0,19	13,2	7,50	0,1	0,28
10	12	6	2,2	1,08	4,1	1,60	0,5	0,24
10	19	3	1,2	0,14	4,6	1,00	0,3	0,17
10	20	3	2,0	0,09	28,3	7,95	0,1	0,41
10	23	3	0,5	0,39	5,3	1,09	0,1	0,31
11	2	3	1,7	0,26	6,1	1,67	0,3	0,24
11	22	3	0,8	0,16	5,4	2,55	0,1	0,23
11	24	3	7,7	0,97	11,0	1,10	0,7	0,34
11	25	3	0,9	0,13	3,1	0,71	0,3	0,36
12	2	6	2,3	2,13	2,9	1,25	0,8	0,25
12	21	3	2,4	0,86	1,9	0,35	1,3	0,16
12	26	3	5,7	1,34	3,9	0,68	1,5	0,72

Código de especies: 1 = *P. alunum*; 2 = *L. hexandra* y *L. peruviana*; 3 = *C. dactylon*; 4 = *E. helodes*; 5 = *S. geniculata*; 6 = *S. leiantha*; 7 = *P. urvillei*; 8 = *C. gayana*; 9 = *D. decumbens*; 10 = *P. paludivagum*; 11 = *A. affinis*; 12 = *P. notatum*; 13 = *P. hartwegianum*; 14 = *H. microcephala*; 15 = *P. conjugatum*; 16 = *S. agrostoides*; 17 = *P. intermedium*; 18 = *M. alba*; 19 = *S. indicus*; 20 = *H. amplexicaulis*; 21 = *P. modestum*; 22 = *P. milioides*; 23 = *P. laxum*; 24 = *S. montevidensis*; 25 = *E. elegans*; 26 = *P. alcalinum*.

Sangre y suero

En la tabla 6 e presentan las medias ajustadas y errores estándares de hematocrito, hemoglobina y Cu sérico agrupadas por AEH y por categoría de animal, mientras que en la tabla 7 se detalla la interacción AEH X categoría, detectada para Cu sérico.

Los valores de hematocrito, hemoglobina y CHCM (hemoglobina/hematocrito x 100) se encuentran dentro de los límites normales (17), con ligera tendencia a aumentar en el AEH 5.1, donde la concentración de Cu es mayor. Debe recordarse que estas variables son afectadas por otros factores, tales como hemoparásitos, ectoparásitos y parásitos gastrointestinales, por lo que no se los puede relacionar en forma directa con el estado nutricional de Cu de los animales.

Según McDowell (7), el nivel crítico de Cu plasmático es de 0,65 ppm. Conviene aclarar que los valores presentados en el presente trabajo corresponden a la fracción de Cu sérico soluble en ácido tricloroacético y que en condiciones normales, esta fracción es similar a la del Cu sérico total. También es conveniente especificar que existen diferencias entre el Cu sérico y el plasmático (5; 8). Es así que se ha sugerido multiplicar los valores de Cu plasmático por 0,85-0,90 para convertirlo a Cu sérico (5). En el presente trabajo, el Cu sérico fue 0,093 ppm menor ($P < 0,001$; $n = 160$) que el Cu plasmático. Se utilizó el primero de ellos para el análisis estadístico debido a que se perdieron muchas observaciones de Cu plasmático.

Se observó que el 93% del total de sueros tuvieron concentraciones de Cu inferiores a 0,65 ppm. Este porcentaje desciende a 87 si se considera a 0,55 ppm como valor crítico ($0,65 \text{ ppm Cu} \times 0,85 = 0,55 \text{ ppm Cu}$ en suero). Sin embargo Suttle (19) sugirió que los valores de Cu plasmático deberían descender por debajo de 2 micrones (aproximadamente 0,13 ppm) antes de que el crecimiento y la vida del animal se vean comprometidos. Por su parte Mills y Col. (10) han demostrado en condiciones experimentales que el Cu plasmático debe ser mantenido por debajo de 0,3 ppm antes de que la tasa de crecimiento se vea afectada. Esto coincide con lo informado por Smith y Coup (18) quienes en trabajos de relevamiento sugirieron utilizar un valor de 0,3 ppm Cu en plasma como valor crítico, cifra que equivale a 0,26 ppm Cu en suero; tomando esta última como referencia, todavía la mitad de las muestras se pueden clasificar como deficientes. Esto es coherente con los



niveles bajos de Cu encontrados en forraje. En general, la proporción de animales con hipocupremia coincide con lo informado para el centro-este de las provincias de Chaco y Formosa, utilizando la técnica de la ceruloplasmina oxidasa (2).

Las mayores concentraciones de Cu en suero, encontradas en el AEH 5.1 podrían obedecer a los bajos niveles de Mo y S en forraje.

Tabla 5. Resumen de los valores de Cu, Mo y S para el establecimiento seis (Las Breñas, zona agrícola). Medias y desvíos estándares.

Suelos (n=2)		Forrajes (n=30)		Suero (n=12)		Hígado (n=11)	
Cu, ppm	0,40	Cu, ppm MS	9,14	Cu, ppm	0,59	Cu, ppm MS	64
	(0,06)		(4,37)		(0,16)		(79)
		Mo, ppm MS	6,29			Mo, ppm Ms	1,37
			(2,84)				(0,52)
		S, % MS (n=3)	0,32				
			(0,11)				

Tabla 6. Medias ajustadas y errores estándares del Cu sérico (en ppm), hemoglobina (Hb, g/dl) y hematocritos (Ht, %) agrupadas por AEH y por categoría (vacas en lactancia = VL y animales en crecimiento = AC).

Variable	AEH			Categoría	
	5.1 (n=45)	3 (n=95)	4 (n=78)	VL (n=103)	AC (n=115)
Cu*+	0,45 ^a	0,21 ^b	0,25 ^b	0,30 ^a	0,30 ^a
	(0,06)	(0,04)	(0,04)	(0,015)	(0,014)
Hb	13,5 ^a	11,9 ^a	12,7 ^a	12,6 ^e	12,7 ^e
	(0,5)	(0,3)	(0,4)	(0,17)	(0,16)
Ht	36,0 ^a	32,6 ^a	34,9 ^a	33,8 ^e	35,2 ^f
	(1,52)	(1,05)	(1,13)	(0,41)	(0,39)
CHOM ¹	38	37	36	37	36

* Interacción de AEH X categoría (P < 0,05).

+ Diferencia significativa (P < 0,05) de establecimientos dentro de cada AEH.

^{bc} Las medias para AEH con la misma letra, dentro de una misma línea, no son diferentes (P < 0,05).

^{ef} Las medias para categorías con la misma letra, dentro de una misma línea, no son diferentes (P < 0,05).

¹ CHOM = Hb/Ht X 100.

Tabla 7. Medias ajustadas y errores estándares de Cu sérico (en ppm) agrupadas por la interacción AEH X categoría.

Categoría	AEH 5.1		AEH 3		AEH 4	
Vacas Lactancia	0,42	(0,03)	0,22	(0,02)	0,27	(0,03)
Anim. Crecimiento	0,49	(0,03)	*0,20	(0,02)	*0,22	(0,03)

* Diferencias (P < 0,05) entre establecimientos dentro de cada zona.

Biopsias da hígado

Las medias ajustadas y errores estándares de Cu y Mo en hígado, agrupadas por AEH y por categoría de animal, se presentan en la tabla 8.

Las mayores concentraciones de Cu en hígado observadas en el AEH 5.1 son coincidentes con los datos de Cu sérico. El 55,2% del total de muestras tuvo niveles inferiores a 25 ppm, considerado como valor crítico (7).

La concentración de Mo no difirió entre AEH ni categoría de animal. El 11% de las muestras tuvieron concentraciones de Mo superiores a 4ppm, considerado como valor crítico, indicativo de toxicidad (7).



Cabe acotar que en el establecimiento número uno existían antecedentes de hipocuprosis. En dicho establecimiento la media fue de 4,7 ppm Mo y coincidió con valores elevados de Fe en hígado (media de 2.025 ppm). La acumulación de Fe en hígado de animales deficientes en Cu ha sido informada en varias especies, incluyendo ovinos y bovinos (9).

Pelo

En la tabla 9 se presentan las medias ajustadas y errores estándares de Cu en pelo, agrupados por AEH y por categoría de animal. Lamentablemente no se dispone de datos del AEH 5.1, lo que imposibilita verificar si los mayores niveles de Cu en suero e hígado se reflejan en las muestras de pelo.

El valor del contenido de Cu en pelo como indicador del estado nutricional del animal es afectado por varios factores no nutricionales, motivo por el cual la interpretación de este tipo de análisis es difícil (4; 20). Se ha informado de valores medios de 7 a 10 ppm y un investigador asoció niveles por debajo de 8 ppm con la deficiencia de Cu en bovinos (20). En este trabajo, el 80% de las muestras tuvieron concentraciones de Cu en 5 ppm o inferiores.

En resumen, la deficiencia de Cu aparece ampliamente distribuida en el este del Chaco, con niveles marginales a normales en el este de Formosa. Queda por aclarar la influencia de la deficiencia subclínica en la producción animal de la región, tasa que demandaría experimentos de suplementación.

Tabla 8. Medias ajustadas, errores estándares (E.E.) y número de muestras (n) correspondientes a Cu y Mo en biopsias de hígado (en ppm de en materia seca), agrupadas por AEH y categoría.

Variable	AEH			Categoría		
		5.1	3	4	VL	AC
Cu	Media	102 ^a	24 ^b	22 ^b	47 ^e	52 ^e
	E.E.	(4)	(3)	(3)	(4)	(4)
	n	34	78	61	84	89
Mo	Media	3,0 ^a	2,8 ^a	1,9 ^a	2,6 ^e	2,5 ^e
	E.E.	(0,7)	(0,4)	(0,6)	(0,2)	(0,2)
	n	25	60	35	57	63

^{ab} Las medias para AEH con la misma letra, dentro de una misma línea, no son diferentes ($P < 0,05$).

^e Las medias para categorías no fueron diferentes ($P < 0,05$).

Tabla 9. Medias ajustadas y errores estándares de Cu en muestras de pelo (en ppm de materia seca) agrupadas por AEH y por categoría (VL y AC).

AEH	Categoría	VL	AC
3	4	VL	AC
(n=24)	(n=43)	(n=28)	(n=39)
3,7	4,6	3,8	4,5
(0,6)	(0,4)	(0,3)	(0,3)

Las medias para AEH y para categoría no diferentes ($P < 0,05$).

Agradecimientos

A los propietarios de los establecimientos ganaderos que gentilmente colaboraron con la realización del presente estudio. A los ayudantes técnicos L. Maurel, D. Benvenuti y O.S. Gauna por su excelente cooperación. A la Lic. G.M. Correa por su ayuda en la síntesis de la información.

Bibliografía

- (1) BALBUENA, O. 1985. Revista Argentina Producción Animal 4(Sup. 3):19-23.



- (2) BALBUENA, O.; TOLEDO, H.O.; LUCIANI, C.A.; IVANCOVICH, J.C. 1983. Revista de Medicina Veterinaria (Buenos Aires) 64(5/6):358-361.
- (3) BALBUENA, O.; LUCIANI, C.A.; McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; MARTIN, F.G. 1989. Estudios de la nutrición mineral de los bovinos para carne del este de las provincias de Chaco y Formosa. 1. Fósforo y Calcio. Veterinaria Argentina 6 (54): (en prensa).
- (4) COMBS, K.; GOODRICH, R.D.; MEISKE, J.C. 1982. Journal of Animal Science 54(2):391-398.
- (5) Committee on Mineral Nutrition (CMN), 1973. Tracing and Treating Mineral Disorders in Dairy Cattle. Committee on Mineral Nutrition, Center for Agriculture Publishing and Documentation, Wageningen, Netherlands.
- (6) FICK, K.R.; MCDOWELL, L.R.; MILES, P.H.; WILKILSON, N.S.; FUNK, J.D.; CONRAD, J.H. 1979. Methods of Mineral Analysis for Plant and Animal Tissues (2nd Ed.) Dept. Anim. Sci., University of Florida, Gainesville.
- (7) McDOWELL, L.R. 1985. Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates. Pp. 443. Academic Press, Inc. Orlando, Florida, U.S.A.
- (8) MCMURRAY, C.H. 1980. Excerpta Medica, Biological roles of copper, Ciba Foundation, 79 pp. 183-207.
- (9) MILLS, C.F. 1980. Excerpta Medica, Biological roles of copper, Ciba Foundation, 79 pp. 49-69.
- (10) MILLS, C.F.; DALGARNO, A.C.; WENHAN, G. 1976. Br. J. Nutr.35:309-331.
- (11) NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1980. Mineral Tolerances of Domestic Animals. Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals. National Academy of Sciences. National Research Council, Washington D.C.
- (12) National Research Council (NRC). 1984. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Sixth revised edition. National Research Council, Washington, D.C.
- (13) NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1985. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep. Sixth revised edition. National Research Council, Washington, D.C.
- (14) POZZOLO, O.; MONJE, A.; HOFER, C.A. 1985. Revista Argentina Producción Animal 4 (Sup. 3):77-80.
- (15) RHUE, R.D.; KIDDER, G. 1983. Analytical procedures used by the IFAS extension soil testing laboratory and the interpretation of results. Soil Sci. Dept. University of Florida, Gainesville.
- (16) RUKSAN. B. 1985. Revista Argentina Producción Animal 4(Sup. 3):89-98.
- (17) SCHALM, O.W.; JAIN, N.C.; CARROLL, E.J. 1981. Hematología Veterinaria. Primera Edición en Español, Ed. Hemisferio Sur SA., Buenos Aires, Argentina.
- (18) SMITH, B.; COUP, M.R. 1974. New Zealand Vet. J. 21:252-258.
- (19) SUTTLE, N.F. 1986. Veterinary Record 119:519-522.
- (20) UNDERWOOD, E.J. 1977. Trace Elements in Human and Animal Nutrition (4th Ed) Academic Press, New York.