



Estudios de la Nutrición Mineral de los Bovinos para carne del este de las provincias de Chaco y Formosa (Argentina). 4. Zinc, Hierro y Manganeso

O. Balbuena¹; L.R. McDowell²; H.O. Toledo¹; 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.

³Profesor del Statistics Department, University of Florida. Gainesville. Florida 32611, U.S.A.
obalbuena@correo.inta.gov.ar

Resumen

A fin de contar con información preliminar 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, 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, 31 biopsias de hueso 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. El 32% de las muestras de suelo, el 50% de las de forraje, el 30% de las de suero y el 25% de las de hígado fueron clasificadas como deficientes en Zn. La concentración de Fe y Mn en forraje cubre los requerimientos del ganado de carne. La concentración de Fe en hígado fue alta, posiblemente influenciada por los bajos niveles de Cu y alta concentración de Fe en las pasturas. La determinación de Zn en hueso podría ayudar a interpretar el estado nutricional en Zn del animal. La concentración de Zn en pelo se encontró por debajo de los valores de referencia. Se concluye que el Fe y el Mn son adecuados para la nutrición del ganado de carne de la región, pudiendo los altos niveles de Fe en forraje contribuir a la deficiencia de Cu ya descrita para la región. Se debería estudiar el efecto de la suplementación con Zn sobre la producción de los bovinos de la región.

Introducción

El Zinc (Zn) es esencial para el funcionamiento de varios sistemas enzimáticos que participan en el metabolismo de los ácidos nucleicos, síntesis de proteínas y metabolismo de los hidratos de carbono. Todos los sistemas del organismo animal son afectados por la deficiencia de Zn, particularmente aquellos tejidos que se dividen o crecen rápidamente (7, 9, 20). La importancia de este mineral en la alimentación práctica ha sido generalmente asociada a la nutrición del cerdo, pero en la actualidad existen numerosos informes sobre la presentación clínica de la deficiencia de Zn y respuesta productiva a la suplementación con este elemento en rumiantes en pastoreo (7, 8, 9, 20).

Hace más de 100 años que se ha establecido que la hemoglobina contiene hierro (Fe), demostrándose así su carácter de mineral esencial. Las funciones del Fe en el organismo animal son más amplias que la del transporte de oxígeno, extendiéndose a procesos bioquímicos más básicos, como es su rol en la respiración celular. La deficiencia de Fe es muy común en humanos y cerdos, pero la presentación de esta deficiencia no ha sido demostrada fehacientemente en rumiantes en pastoreo. Puede presentarse una deficiencia de Fe en terneros criados en confinamiento con dieta láctea exclusiva y por largos períodos; asimismo, las pérdidas de sangre ocasionadas por parásitos pueden provocar una deficiencia secundaria de Fe (9, 20). El interés del estudio del Fe en la nutrición de rumiantes en pastoreo reside la mayoría de las veces en el aporte excesivo en la dieta.

Se probó experimentalmente que el manganeso (Mn) es un mineral esencial para los rumiantes. Su carencia provoca alteraciones en el desarrollo del esqueleto de los terneros y fallas productivas. Se sugirió la presentación de esta deficiencia en rumiantes en pastoreo en Europa y los Estados Unidos (9,20).



En este trabajo se presentan las concentraciones de Zn, Fe y Mn en diferentes tipos de muestras. El área de muestreo fue descrita anteriormente en detalle en la primera publicación de esta serie (1).

Material y Métodos

La metodología general de muestreo fue descrita anteriormente por Balbuena y Col. (1). Brevemente, se tomaron 11 establecimientos distribuidos en tres áreas ecológicas homogéneas (AEH) del este de las provincias de Chaco y Formosa, de los que durante noviembre y diciembre de 1985 y 1986 se extrajeron 31 muestras de suelo, 311 de forraje, 218 de sangre, 208 biopsias de hígado, 31 biopsias de costilla y 69 de pelo. Las muestras de suelo y forraje fueron clasificadas como provenientes de dos tipos de campo: "alto" (CA) y "bajo" (CB), mientras que las de origen animal se dividieron en dos categorías: vacas en lactancia (VL) y animales en crecimiento de 1 a 2 años de edad (AC).

El Zn, Fe y Mn se determinaron en el líquido de extracción (reactivo de Mehlich I) de las muestras de suelo utilizando un aparato de plasma de argón, mientras que en muestras de forraje y muestras de origen animal estos minerales se determinaron por absorción atómica (1,3).

El análisis estadístico de los datos fue descrito anteriormente(1).

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

Variable	Valor Crítico ^a	AEH			TIPO	
		5.1 (n=5)	3 (n=18)	4 (n=8)	Bajo (n=20)	Alto (n=11)
Zn ^b	< 1,0	1,27 (1,01)	2,26 (0,45)	1,42 (1,05)	1,94 (0,22)	1,36 (0,43)
Fe	< 2,5	77 (45)	77 (20)	57 (47)	99 (13)	42 (24)
Mn	< 5,0	45 (8)	50 (4)	58 (9)	45 (5)	56 (11)

^a Valores críticos según Ruhe y Kidder (1983) y Viets y Lindsay (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 Zn, Fe y Mn en forraje, agrupadas por AEH y por tipo de campo (en materia seca).

Variable	Valor Crítico ^a	AEH			TIPO	
		5.1 (n=95)	3 (n=160)	4 (n=56)	Bajo (n=179)	Alto (n=132)
Zn, ppm*+	< 30	10 ^b (3,5)	24 ^c (2,2)	21 ^c (5,7)	19 ^e (0,9)	17 ^e (2,0)
Fe, ppm*+	< 50	183 ^b (143)	427 ^b (90)	734 ^b (236)	499 ^e (23)	397 ^e (53)
Mn, pp*+	< 40	202 ^b (50)	161 ^b (31)	223 ^b (82)	239 ^e (8)	150 ^f (17)

^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.

^{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 Zn y Mn en forraje, expresadas en ppm de materia seca.



Variable	Tipo Campo	AEH 5.1	AEH 3	AEH 4
Zn	Bajo	18 (2,1)	20 (1,2)	17 (0,9)
	Alto	*+8 (3,1)	*27 (1,4)	*+24 (3,1)
Mn	Bajo	306 (17)	211 (10)	202 (12)
	Alto	*98 (25)	*+110 (12)	245 (39)

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

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

Resultados y Discusión

Suelo

Las medias ajustadas y errores estándares de la concentración de Zn, Fe y Mn en suelo, agrupadas por área ecológica homogénea (AEH) y por tipo de campo (bajo= GB; alto = CA) se presentan en la Tabla 1.

De los tres microelementos, sólo el Zn mostró valores deficientes, con el 32% del total de muestras con concentraciones inferiores a 1 ppm, considerado como límite crítico para cultivos (16).

Forraje

Las medias ajustadas y errores estándares de las concentraciones de Zn, Fe y Mn 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 Zn y Mn, se presenta en la Tabla 3.

Tomando el valor crítico para Zn utilizado por McDowell (9), de 30 ppm de la materia seca (MS), el 78,5% de las muestras de forraje resultan con valores deficientes. Si en cambio se utiliza el menor valor del rango (20 a 30 ppm Zn MS), recomendado para bovinos para carne (15), el 50% de las mismas se clasifican como deficientes. Se ha obtenido respuesta, medida en ganancia de peso, en terneros suplementados con Zn cuando este elemento se encontraba por debajo de 20 ppm en las pasturas (8). Mills y Col. (13) informaron que 10 a 14 ppm Zn en dietas semipurificadas fue suficiente para mantener valores normales de Zn plasmático en terneros, aunque probablemente estos resultados no puedan ser extrapolados a condiciones de pastoreo debido a la menor biodisponibilidad del Zn en las pasturas.

En base a muestras de pasturas y cereales provenientes de la región central del país, informado por diferentes autores, Ruksan (17) sugirió que pueden existir deficiencias de Zn en animales en pastoreo. Esta investigadora determinó niveles marginales de Zn en muestras de pastos provenientes de la provincia de Corrientes (18).

Sólo el 3,2% de las muestras tuvieron concentraciones de Fe inferiores a 50 ppm, considerada como valor crítico (9). Esto es coincidente con lo usualmente reconocido: los rumiantes en pastoreo disponen de suficiente Fe en su dieta (9, 20). En cambio, el 8% y el 30% del total de muestras exceden las concentraciones máximas tolerables para bovinos (1.000 ppm Fe MS) y ovinos (500 ppm Fe MS) respectivamente (14). Los niveles altos de Fe en la dieta reducen las concentraciones de cobre (Cu) en hígado y plasma. Se ha demostrado que la suplementación con Fe a terneros, a niveles tan bajos como 150 ppm en la dieta, produjo un descenso significativo del Cu plasmático y hepático (5). Esto puede contribuir a explicar la baja concentración de Cu encontrados en suero e hígado de estos animales (2).

El 5,5% de las muestras fueron clasificadas como deficientes en Mn, es decir con concentraciones inferiores a 40 ppm MS (9).

Las concentraciones medias y desvíos estándares de Zn, Fe y Mn 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 4. Medias, desvíos estándares (D.E.) y número de muestras (n) en Zn, Fe y Mn (ppm de materia seca), por especie y por establecimiento.

Estab.	Espec.*	Nº	Zn		Fe		Mn	
			Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
1	1	3	18	2,2	257	3,9	160	6,5
1	2	5	28	5,3	1.205	219,4	186	18,1
1	3	5	20	4,4	413	251,5	80	13,7
1	12	2	16	1,3	668	65,4	69	8,0
2	2	6	10	4,7	570	381,3	173	88,4
2	3	3	13	2,6	333	61,1	171	34,2
2	4	8	12	6,2	338	88,9	203	45,9
3	2	20	42	16,2	296	106,6	388	96,2
3	5	10	13	6,7	67	25,5	128	58,6
3	6	10	4	1,9	89	54,0	26	13,9
3	7	20	11	2,5	188	72,0	262	72,6
3	8	10	3	3,1	67	47,5	76	64,0
3	9	10	15	7,7	362	151,3	237	74,8
4	2	10	32	8,1	271	62,2	463	77,1
4	3	10	29	7,8	367	138,0	128	54,3
4	10	10	10	4,3	90	34,3	236	68,3
4	11	10	29	6,5	234	55,8	258	46,8
5	12	10	25	9,7	411	91,9	87	85,5
5	13	10	22	4,7	488	161,4	109	35,2
5	14	9	49	4,4	282	82,1	46	6,4
5	15	20	28	6,1	317	99,7	76	11,9
5	16	10	11	3,2	74	22,2	88	25,6
5	17	10	13	1,0	144	51,6	238	19,3
6	14	10	80	18,5	770	231,4	133	16,7
6	18	20	20	7,2	166	45,5	52	6,1
7	7	5	9	1,7	200	36,3	173	12,8
7	16	5	6	3,4	109	27,7	173	17,0
7	19	5	18	4,5	353	31,7	514	49,6
8	2	5	26	4,2	1.406	448,3	202	46,9
8	20	5	25	1,3	802	147,4	149	22,9
8	21	4	20	2,7	1.587	657,5	258	11,5
9	2	6	17	5,8	419	212,4	100	17,5
9	20	6	20	1,0	435	203,1	106	59,8
9	22	3	21	3,4	269	89,8	282	64,8
10	2	6	28	5,1	766	350,3	347	46,6
10	12	6	14	1,4	155	37,2	43	9,0
10	19	3	18	1,5	486	21,0	297	61,2
10	20	3	34	1,2	1.044	110,5	237	25,3
10	23	3	26	1,7	638	63,7	185	4,3
11	2	3	16	1,8	1.019	24,1	267	5,6
11	22	3	17	1,2	322	88,2	101	8,6
11	24	3	28	4,9	190	8,4	429	69,9

Balbuena Osvaldo – Estudios de la Nutrición Mineral de los Bovinos para carne del este de las provincias de Chaco y Formosa (Argentina). 4. Zinc, Hierro y Manganeso. - Pág. 4

© Copyright 2003. INTA EEA Colonia Benítez. Marcos Briolini s/n (3505) Colonia Benítez, Chaco Argentina. E-mail: comunicb@correo.inta.gov.ar Te: 03722 - 493044/45/005/009

 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria		Estación Experimental Colonia Benítez						
11	25	3	7	2,0	1.101	118,8	209	26,4
12	2	6	22	10,7	1.307	101,2	230	85,4
12	21	3	17	0,9	136	19,8	163	11,5
12	26	3	12	5,0	1.089	110,8	121	23,9

Código de especies: 1 = *P. alumin*; 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 se presentan las medias ajustadas y errores estándares de Zn sérico, agrupadas por el AEH y por categoría de animal.

Según Lamand (7), los valores normales de Zn en suero son de 12 a 19 micromoles por litro (aproximadamente 0,8 a 1,2 ppm) y el Valor crítico para diagnosticar deficiencias es de 10 micromoles por litro (aproximadamente 0,65 ppm) McDowell (9) menciona un rango de 0,6 a 0,8 ppm Zn en plasma como valor crítico; de acuerdo a estos valores, el 7 y 30% de las muestras resultarían deficientes, respectivamente. Estas proporciones de muestras deficientes son inferiores a las observadas en forraje. En humanos, el Zn sérico es superior en un 16% al Zn plasmático, debido a desintegración de plaquetas y mayor hemólisis en las muestras de suero (20). En nuestras condiciones de extracción de muestras es prácticamente imposible obtener suero completamente libre de hemólisis, hecho que podría subestimar la proporción de muestras deficientes. Mills y Col. (13) demostraron que el Zn plasmático refleja los cambios de niveles

de Zn en la dieta. Estos mismos investigadores informaron que el Zn en plasma debía mantenerse por debajo de 0,3 ppm antes de que el crecimiento de los terneros se viera afectado. Sin embargo, Mayland y Col (8) obtuvieron respuesta a la suplementación con Zn, medida en ganancia de peso, en terneros que tenían una media de 0,81 ppm de Zn plasmático.

Biopsias de Hueso

En la Tabla 7 se presentan las concentraciones medias y errores estándares de las concentraciones de Zn en biopsias de costilla de VL en los cinco establecimientos de los que fue posible disponer de muestras.

Los menores valores se encontraron en el establecimiento dos, coincidentemente con las menores concentraciones de Zn en suero (medio para VL de 0,59 ppm) e hígado (media para VL de 78 ppm MS). Hambidge y Col. (4) sugirieron que los tenores de Zn en hueso pueden reflejar el descenso gradual del estado nutricional en Zn del organismo. La tendencia observada en este trabajo puede justificar el dosaje de este elemento en muestras de hueso obtenidas para otro propósito (v.g. la evaluación del estado nutricional fosfo-cálcico).

Biopsias de Hígado

Las medidas ajustadas y errores estándares de Cu y Mo en hígado, agrupadas por AEH y por categoría de animal, se presentan en la Tabla 8. La interacción AEH X categoría, detectada para el Fe hepático se analiza en la Tabla 9.

El 70% de las muestras tuvieron concentraciones de Zn comprendidas en el intervalo 65 a 115 ppm MS. Se ha mencionado un valor de referencia de 111 ppm en vacas (4). Para relevamientos se sugiere un valor crítico indicativo de deficiencia de 84 ppm MS(10). Utilizando este valor crítico, el 25% de las muestras resulta Deficiente. Debe aclararse que el Zn hepático no constituye una reserva de larga duración como ocurre con otros microelementos (6).

Se ha sugerido que concentraciones de Mn en hígado inferiores a 6 ppm, junto con concentraciones de Mn en la dieta inferiores a 20-40 ppm son indicativos de deficiencia de este mineral (9). Tomando esa cifra como valor crítico, sólo el 2,2% del total de muestras sería clasificado como deficiente, proporción que resulta consistente con la



hallada en forraje. Esto indicaría que el Mn no sería deficiente en el este de Chaco y Formosa.

El 7,7% de las muestras de hígado tuvieron concentraciones de Fe inferiores a 180 ppm MS, sugerido como nivel crítico (10), mientras que el 75% del total de muestras estuvo comprendido en el intervalo 200-550 ppm Fe. En terneros alimentados con dietas conteniendo 180 ppm Fe (control) y 1.000 ppm Fe (suplementado como sulfato ferroso), las concentraciones halladas fueron del 28 y 231 ppm Fe en hígado, respectivamente (11). Los niveles de Fe hepático fueron particularmente altos en el establecimiento uno, donde se registraban antecedentes de hipocuprosis (2). En este establecimiento, las VL y los AC tuvieron una media de 928 y 3.061 ppm Fe, respectivamente. La acumulación de Fe en hígado ocurre desde los primeros estadios de la deficiencia de Cu y esta acumulación se acentúa cuando los niveles de Fe en la dieta son elevados (12).

Tabla 5. Resumen de las concentraciones de Zn, Fe y Mn para el establecimiento seis (Las Breñas, zona agrícola). Medias y desvíos estándares.

Suelos (n=2)		Forrajes (n=30)		Suero (n=12)		Hígado (n=11)	
Zn, ppm	1,72 (0,40)	Zn, ppm MS	40 (31)	Zn, ppm	0,82 (0,16)	Zn, ppm MS	100 (15)
Fe, ppm	4,4 (0,0)	Fe, ppm MS	367 (3,19)			Fe, ppm Ms	229 (60)
Mn, ppm	50 (9)	Mn, ppm MS	79 (40)			Mn, ppm Ms	8 (1)

Tabla 6. Medias ajustadas y errores estándares de Zn sérico (en ppm), agrupados 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)
Zn+	0,88 (0,12)	0,90 (0,08)	0,96 (0,09)	0,91 (0,02)	0,92 (0,02)

⁺ Diferencia significativa ($P < 0,05$) entre establecimientos dentro de AEH. No se observaron diferencias ($P < 0,05$) entre AEH ni categoría.

Tabla 7. Medias, errores estándares (E.E.) y número de muestras (n) correspondientes a Zn en hueso (ppm en base hueso seco desgrasado), correspondientes a vacas en lactancia de cinco establecimiento.

Establecimiento Números					
	1	2	3	4	5
Media	91 ^b	75 ^c	87 ^b	94 ^b	86 ^b
E.E.	(4,7)	(4,8)	(4,7)	(4,8)	(5,8)
n	7	6	7	6	5

^a El establecimiento 3 corresponde al AEH 5.1; los establecimientos 1,4 y 5 corresponden al AEH 3 y el establecimiento 2 al AEH 4.

^{bc} Las medias con igual letra no difieren ($P < 0,05$).

Tabla 8. Medias ajustadas y errores estándares correspondientes a Zn, Fe y Mn en biopsias de hígado (en ppm de materia seca), agrupadas por AEH y por categoría.

Variable	AEH			Categoría	
	5.1 (n=34)	3 (n=78)	4 (n=61)	VL (n=84)	AC (n=89)
Zn+	92 (14)	105 (9)	93 (10)	97 (4)	97 (4)
Fe*+	381 (329)	713 (217)	452 (244)	475 (56)	556 (56)
Mn+	13	11	11	12	11



	(1,3)	(0,8)	(0,9)	(0,3)	(0,3)
--	-------	-------	-------	-------	-------

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

* Interacción AEH X categoría. Véase tabla 9.

Tabla 9. Medias ajustadas y errores estándares de Fe hepático (en ppm de materia seca) agrupadas por la interacción AEH X categoría.

Categoría	AEH 5.1		AEH 3		AEH 4	
Vacas Lactancia	343	(48)	555	(111)	526	(53)
Anim. Crecimiento	418	(50)	*+871	(106)	+379	(52)

* Diferencias ($P < 0,05$) entre categorías dentro de cada AEH.

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

Tabla 10. Medias ajustadas y errores estándares de Zn y Mn en muestras de pelo (en ppm de materia seca), agrupadas por la interacción AEH X categoría (vacas en lactancia = VL y animales en crecimiento = AC).

Categoría	AEH 3 (n=24)		AEH 4 (n=43)	
VL (n=28)	107	(4,5)	97	(5,2)
AC (n=39)	105	(3,8)	*+118	(4,4)

* Diferencias ($P < 0,05$) entre categorías dentro de cada AEH.

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

Pelo

En la Tabla 9 se presentan las medias ajustadas y errores estándares de Zn en pelo, agrupados de acuerdo a la interacción significativa detectada de AEH X categoría. Se aclara que las muestras corresponden a sólo cinco establecimientos.

La concentración de Zn en pelo refleja la ingestión de Zn, pero hay mucha variación debida a factores no nutricionales, por lo que se sugirió se tomen con reserva los datos aportados por este tipo de muestras (20). La mayoría de los valores informados en la literatura se encuentran comprendidos en el rango 115 a 135 ppm (20). Así, en vacas y terneros sobre pasturas con menos de 20 ppm Zn MS, se encontraron 117 y 125 ppm Zn en pelo de los grupos controles y suplementados con Zn, respectivamente (8).

El 75% de las muestras obtenidas en nuestro trabajo tuvieron menos de 115 ppm Zn.

En resumen, el Mn y el Fe no serían deficientes en el área de estudio. El exceso de Fe contribuiría a la etiología de la deficiencia de Cu observada en la región. La deficiencia de Zn aparece claramente en forraje y en menor medida en muestras de origen animal. Sería conveniente encarar estudios de suplementación con Zn para evaluar su efecto sobre la producción de los bovinos para carne de la región.

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.; LUCIANI, C.A.; MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; MARTIN, F.G. 1989 Veterinaria Argentina 6 (54).
- (2) BALBUENA, O.; MCDOWELL, L.R.; LUCIANI, C.A.; CONRAD, J.H.; WILKINSON, N.; MARTIN, F.G. 1989 Veterinaria Argentina 6 (54).
- (3) 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.



- (4) HAMBIDGE, K.M.; CASEY, C.E. y KREBS, N.F. 1986. 1-Zinc. In: Trace Elements in Human and Animal Nutrition, Fifth Edition, Vol. 2, pp. 1-137. Edited by W. Mertz, Academic Press Inc. Orlando, Florida.
- (5) HUMPHRIES, W.R.; WALKER, M.J.; MORRICE, P.C. y BREMNER, I. 1987. Effect of dietary molybdenum and iron on copper metabolism in calves. In: Trace Elements in Man and Animals-Tema 6 (Abstracts) pp. 17, California.
- (6) KINCAID, H.L.; CRONRATH, J.D. 1979. J. Dairy Sci. 62:572-576.
- (7) LAMAND, M. 1984. Irish Veterinary Journal 38-40-47.
- (8) MAYLAND, H.F.; ROSENAU, R.C.; FLORENCE, A.R. 1980. J. Animal Sci. 51(4):966-974.
- (9) McDOWELL, L.R. 1985. Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates. Pp. 443. Academic Press, Inc. Orlando, Florida, U.S.A.
- (10) MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H. 1977. World Animal Review 24:24-33.
- (11) MCGUIRE, S.O.; MILLER, W.J.; GENTRY, R.P. NEATHERY, M.W.; HO, S.Y.; BLACKMON, D.M. 1985. J. Dairy Sci. 68-2621-2628.
- (12) MILLS, C.F. 1980. Excerpta Medica, Biological roles of copper, Ciba Foundation, 79 pp. 49-69.
- (13) MILLS, C.F.; DALGARNO, A.C.; WILLIAMS, R.B.; QUATERMAN, J. 1967. Br. J. Nutr. 21:751-768.
- (14) 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.
- (15) National Research Council (NRC). 1984. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Sixth revised edition. National Research Council, Washington, D.C.
- (16) 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.
- (17) RUKSAN, B. 1985. Revista Argentina Producción Animal 4(Sup. 3):89-98.
- (18) RUKSAN, B. 1987. Preliminary study of copper, molybdenum, zinc and manganese content in pasture. In: Trace Elements in Man and Animals -Tema 6 (abstracts), California.
- (19) VIETS, F.G. and LINDSAY, W.L. 1973. In: L.M. Walsh and J. Beaton (Ed.) Soil Testing and Plant Analysis. pp. 153-172. Soil Sci. Soc. Am., Inc., Madison, Wisconsin.
- (20) UNDERWOOD, E.J. 1977. Trace Elements in Human and Animal Nutrition (4th Ed) Academic Press, New York.