

LOS MINERALES Y LA PRODUCCIÓN DE GANADO DE CARNE EN PIE DE MONTE LLANERO

M.A. Laredo C.¹, F. González¹, H.B. Huertas² y L.R. McDowell³. 1987. *Zootecnia Tropical*, 5(1 y 2):11-26.

¹Sección Programa de Nutrición Animal ICA, El dorado, Bogotá, Colombia.

²Ganado de Carne CRI, La Libertad, Villavicencio, Colombia.

³Universidad de Florida, Gainesville, Florida, Estados Unidos.

Sitio Argentino de Producción Animal.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Suplementación mineral](#)

RESUMEN

El trabajo se realizó en el Centro Regional de Investigaciones "La Libertad" en Villavicencio, Colombia, durante el período comprendido entre mayo de 1980 y agosto 1985, utilizando dos mezclas minerales en novillas de levante para determinar parámetros productivos y reproductivos. Los animales se manejaron en praderas de *Brachiaria decumbens* con una carga de dos animales por hectárea y con Pastoreo rotacional. Las concentraciones minerales en el forraje durante el experimento en los sueros sanguíneos y en las muestras de biopsias hepáticas mostraron niveles próximos a los normales. Los parámetros productivos de las novillas iniciadoras como las primeras hijas mostraron incrementos de pesos promedio similares entre tratamientos (372 g vs. 397 g y 572 g vs. 576 g para los tratamientos testigo y experimental respectivamente). El peso al nacimiento de la primera, segunda y tercera cría, el peso al destete, el peso y edad de las madres al parto y el intervalo entre partos no presentaron diferencias entre los grupos testigo y experimental.

El porcentaje de natalidad presentó valores altos para ambos grupos con 94,4 y 94,1% para la primera natalidad y 76,5 y 87,5% para la tercera natalidad y un promedio de 78,5% vs. 83,4% para los grupos testigo y experimental respectivamente, sin ser la diferencia significativa.

INTRODUCCIÓN

La desnutrición es el factor que más incide en la producción ganadera, especialmente en los países tropicales. Desde hace mucho tiempo, las deficiencias y desequilibrios de minerales en el suelo y el forraje han sido considerados causantes de los problemas de baja producción y reproducción en el ganado de leche y/o carne. Investigaciones realizadas en regiones tropicales han señalado que la suplementación mineral puede resultar en aumentos de 20 a 100% en las tasas de natalidad, además de una reducción significativa de la mortalidad (7,22,29).

Por otra parte, el uso indiscriminado de las mezclas minerales frecuentemente conduce a un aumento en los costos de producción (14) o, como ocurre en Colombia, causa interferencias en el uso de otros elementos provocando deficiencias en los animales (7,30).

En la mayoría de las zonas ganaderas de Colombia se presentan concentraciones sub-normales y/o deficientes de calcio y fósforo, asociados directamente con los niveles bajos en los forrajes (15,16,17). En Costa Rica, (12,24) se encontró que el 49% de las muestras analizadas estaban en el nivel subnormal de fósforo; en Panamá el 90% (1); en Florida (13) el 100% de las muestras de forraje estaban deficientes, aunque en los animales los niveles bajos sólo se presentaron en la época de sequía.

De los estudios realizados en las diferentes especies forrajeras de las zonas tropicales colombianas se encontró que son varios elementos minerales los que se encuentran con bajas concentraciones, especialmente los micro elementos cobre y zinc (5,16,17,19); estos elementos básicos para procesos metabólicos también se encuentran en niveles subnormales en el tejido animal (11,12,25), sugiriendo que tanto la dieta base como los suplementos minerales no presentan las concentraciones suficientes para que el animal haga buen uso de ellos.

Pruebas biológicas realizadas para medir el efecto de los minerales demostraron que la adición de mezclas simples pueden determinar un aumento de 21% en aumentos de peso (26); incremento de la natalidad en 29% y reducción en el costo de las mezclas minerales hasta en un 40% (14).

Este experimento pretende demostrar que el conocimiento de las concentraciones minerales en la dieta permite elaborar mezclas minerales eficientes, que pueden garantizar al animal suficientes aportes de elementos deficitarios para obtener mejores rendimientos productivos y reproductivos a menores costos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se llevó a cabo en el Centro Regional de Investigaciones "La Libertad" en Villavicencio, situado a una altura de 336 m.s.n.m., con una precipitación promedio anual de 2.700 mm y una temperatura promedio de 26°C, durante el período comprendido entre mayo de 1980 y agosto de 1985.

Se usaron 36 novillas en levante de diferentes tipos raciales con edades entre 13 y 15 meses. Estas novillas se dividieron en dos grupos al azar. El grupo I (testigo) recibió una mezcla mineral conformada por sal común, fosfato bicálcico, cobre y zinc; esta sal también garantizaba el 6% de fósforo. Cada grupo recibió su respectiva sal a voluntad durante todo el experimento, controlado semanalmente.

Los animales dispusieron de cuatro praderas de pasto *Brachiaria decumbens*, en las cuales los grupos se rotaron cada 15 días para eliminar el efecto de pradera. Cuando las primeras novillas de cada grupo alcanzaron 280 kg de peso, se inició el apareamiento continuo. Los reproductores también se rotaron en cada grupo, para eliminar el efecto de toro.

Todos los animales se chequearon geníticamente al principio del ensayo para garantizar su viabilidad reproductiva. Al inicio del experimento se tomaron muestras de forraje, sangre, biopsia hepática y heces para determinar el estado nutricional mineral. Durante los dos primeros años se tomaron muestras de forraje mensuales y luego estacionalmente (fin de lluvias y fin de sequía). Las muestras de sangre, biopsia hepática y heces se tomaron estacionalmente. A las muestras de forraje se les determinó N (2), y macro y micro elementos (28). A las muestras de sangre e hígado se les determinó Ca, P, Mg, Fe, Cu y Zn. En el período de desarrollo de los animales se midió el peso cada 56 días y durante el período reproductivo se tomó información de la edad y peso al parto, intervalo entre partos, porcentaje de natalidad, peso al nacimiento y al destete.

El destete de los becerros se realizó a los 8 meses aproximadamente. Los machos a esta edad salieron del experimento. Las hembras, producto del primer parto, permanecieron hasta cuando alcanzaron edad y peso para apareamiento. El trabajo se terminó después de obtener dos intervalos entre partos.

Las praderas de *Brachiaria* fueron establecidas en 1977 y fertilizadas cada dos años con 250 kg de Escorias Thomas (15% de P₂O₅ de fósforo disponible para la planta) por hectárea, después de haberse realizado el análisis de suelo. La carga animal fue de 2,0 animales por hectárea. Las prácticas de manejo de los animales fueron las recomendadas por el Programa de Ganado de Carne del Centro Regional de Investigación (CRI) de La Libertad.

El diseño experimental fue completamente al azar, con 2 tratamientos y 19 animales para cada uno, considerando los animales de cada grupo como repetición. Las variables analizadas fueron edad y peso al parto, peso cría al nacer y destete e intervalo entre partos. Los porcentajes de natalidad se analizaron por el método de Chi cuadrado (Chi). Se estimaron las correlaciones entre los parámetros mencionados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de suelo de las praderas utilizadas mostraron concentraciones bajas en materia orgánica, fósforo y especialmente en los micro elementos cobre y zinc (Cuadro 1) situación que se reflejó en los niveles encontrados en los forrajes.

Cuadro 1. Análisis de suelo de pradera con <i>Brachiaria decumbens</i> , utilizadas en el experimento de minerales ¹												
Pradera	pH	% M.O	ppm P	Mili equivalentes por 100 g de suelo					ppm			
				Al	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
1	5,2	2	3	2,2	0,4	0,05	0,08	0,01	90	4,1	0,8	0,7
2	5,0	2	2	2,0	0,1	0,04	0,08	0,01	80	5,6	0,6	0,5
3	5,3	2	2	2,7	0,1	0,06	0,12	0,01	100	4,7	0,5	0,4
4	5,2	2	3	2,1	0,3	0,05	0,10	0,10	100	4,5	0,6	0,5

1) Análisis realizados por el Laboratorio Nacional de Suelos de Tibaitatá.

Las concentraciones minerales en el pasto *Brachiaria* fueron más o menos constantes durante todo el experimento; el promedio de los valores durante los períodos de lluvia y sequía no mostraron grandes diferencias (Cuadro 2), aunque los niveles de nitrógeno (0,7), fósforo (0,18%), cobre (7 ppm) y zinc (15 ppm) fueron inferiores a las concentraciones aceptadas como normales (1%, 0,27%, 10 ppm y 60 ppm respectivamente (27).

Cuadro 2. Concentración promedio mineral en pasto *Brachiaria*, durante el experimento. Base seca.

Época	%						PPP			
	N	Ca	P	Mg	K	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Lluvia	0,8	0,42	0,18	0,26	2,03	0,13	280	343	7	12
Sequía	0,6	0,53	0,18	0,26	3,06	0,13	565	515	7	18
Valor Normal	1,0	0,37	0,27	0,29	0,93	0,14	100	60	10	60

La calidad de la *Brachiaria* en este trabajo se consideró de regular calidad durante el año (16). En la época de sequía, la disponibilidad de materia seca se redujo marcadamente, situación que determinó rotación de praderas, durante el verano cada 8 días, aproximadamente. Sin embargo las concentraciones minerales al mantenerse más o menos constantes, permitieron utilizar durante todo el experimento la misma concentración de los elementos deficitarios en la mezcla mineral experimental.

En el suero sanguíneo los niveles de los diferentes minerales se mantuvieron más o menos constantes, aunque con valores un poco más bajos en el tratamiento testigo (Cuadro 3), especialmente en fósforo.

Cuadro 3. Concentración mineral promedio en suero sanguíneo durante el experimento.

Año	Tratamiento	mg/100 ml			mg/litro	
		Ca	P	Mg	Cu	Zn
1978	I (Completa)	11,7	8,9	2,5	0,80	0,90
	II (Experimental)	11,0	8,4	2,3	0,83	0,92
1979	I	8,2	6,7	2,1	0,69	1,00
	II	8,6	5,9	2,2	0,71	1,10
1980	I	11,9	5,7	2,4	0,85	1,30
	II	10,0	4,2	2,3	0,81	1,30
1981	I	13,5	7,3	3,2	0,89	0,87
	II	11,5	6,5	3,0	0,90	0,92
1982	I	11,4	7,3	2,2	0,88	1,70
	II	12,0	6,6	2,1	0,97	1,70
1983	I	9,3	7,1	2,6	1,30	1,30
	II	9,2	6,8	2,7	1,20	1,40
1984	I	11,0	8,4	2,4	0,99	1,40
	II	11,2	7,1	2,3	1,10	1,40
Valores normales		8-12	4-6	2,0	0,75	0,75

+ Promedio de ocho animales por tratamiento y para la época de lluvia y sequía.

También, las muestras de hígado tampoco mostraron valores subnormales o bajos, aunque el magnesio y hierro presentaron niveles ligeramente altos. Comparados con los normales (Cuadro 4), se sustenta el criterio que en praderas con *Brachiaria* los animales no necesitan suplementación de estos dos elementos.

Los valores minerales en suero y en hígado, al mantenerse dentro de los requerimientos nutricionales, hacen suponer que el comportamiento animal estará supeditado al buen uso que hagan los animales de las mezclas en estudio.

El comportamiento productivo y reproductivo en ambos tratamientos presentó pequeñas diferencias en beneficio del grupo experimental pero no significativas (Cuadro 5). Los incrementos de peso de las novillas (hasta el quinto mes de gestación) mostraron una ligera ventaja para la sal experimental (397 g/día vs. 372 g/día respectivamente). Estos incrementos aparentemente bajos, son un promedio tanto de las épocas de lluvia como la de sequía en donde normalmente hay reducción en las ganancias de peso. El ganado de cría de esta región

presenta aproximadamente estos aumentos de peso (8) lo que sugiere que el pasto *Brachiaria* y la carga de 2,0 cabezas por hectárea garantizó un buen estado de carne para entrar eficientemente a su etapa reproductiva. Las primeras crías presentaron aumentos de 572 y 576 g/día (Cuadro 5), sin diferencia significativa entre tratamientos, haciendo ver que las mezclas minerales empleadas cumplieron con las necesidades de los animales en crecimiento.

Cuadro 4. Concentración mineral promedio en hígado, durante el experimento +. Base Seca.

Año	Tratamiento	ppm				
		Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
1978	I (Completa)	674	302	9	130	91
	II (Experimental)	649	232	10	121	92
1979	I	539	304	15	171	129
	II	583	278	16	161	164
1980	I	522	258	17	198	130
	II	387	300	18	181	95
1981	I	629	322	8	166	88
	II	623	394	9	184	94
1982	I	704	494	8	216	120
	II	675	433	7	208	108
1983	I	418	380	12	224	114
	II	434	346	13	216	109
1984	I	492	339	57	234	94
	II	669	249	67	135	99
Valores normales		350	180-340	8-10	200	84-132

+ Promedio de ocho animales por tratamiento y para la época de lluvia y sequía.

Las edades al parto, aunque presentaron diferencias de 6%, 3% y 9% (primer, segundo y tercer parto) en favor del grupo II, no fueron significativas estadísticamente (Cuadro 4). A pesar de que los animales del grupo II en promedio redujeron 102 días en tres partos (1672 días), el valor no es concluyente de que las diferencias puedan aducirse al efecto de la mezcla.

Los pesos a los partos tampoco variaron en promedio entre los tratamientos (417 kg vs. 418 kg, para grupos I y II respectivamente). Al hacer el análisis parto por parto, se observó que en el primer y segundo parto existía una diferencia de 5% y 2% a favor del grupo I; pero en el tercer parto la diferencia de 8% fue a favor del grupo II (Cuadro 4). Sin embargo, los pesos mostraron que todos los animales estaban en buenas condiciones de carne para responder a los requerimientos de las crías y del nuevo parto (7).

Las correlaciones entre edad al parto y peso al parto fueron altas, especialmente entre edad al segundo y tercer parto con el peso al tercer parto ($P < 0,01$) en el segundo testigo experimental. Todo parece indicar sin embargo, que no es frecuente encontrar este tipo de correlación a menos que las diferencias de peso sean extremas (8).

Los pesos de las crías al nacimiento presentaron una pequeña diferencia en favor del tratamiento I (26 vs. 24 kg, respectivamente). Las diferencias para las primeras, segundas y terceras crías fueron 12%, 4% y 7% cuando se compararon con las crías del grupo II. Los anteriores pesos son semejantes a los pesos de nacimiento en diferentes regiones ganaderas del país, (Turipaná 29 kg, El Nus 28 kg, La Libertad 26 kg y Carimagua 26 kg) (8) lo que sugiere que los tratamientos no afectaron significativamente este parámetro.

El análisis del peso al destete indicó inicialmente superioridad para el grupo I; el segundo peso al destete fue equivalente y en el tercer peso al destete se presentó ligera ventaja para el grupo II, lo que supone que el grupo experimental utilizó más eficientemente los elementos minerales en el transcurso del tiempo.

Estos pesos, aunque ligeramente más bajos que en los hatos de carne en Colombia (171 kg) y los obtenidos en el CRI La Libertad (177 kg), corresponden a animales nacidos de apareamientos continuos que generalmente son entre 10 a 15% menores al de apareamientos estacionales (11).

Cuadro 5. Valores promedios del comportamiento productivo y reproductivo del ganado San Martinero bajo dos tratamientos con sales minerales (1980-1985).

Parámetros	Tratamientos				Relación+
	Com- pleta	E.T	Experi- mental	E.T	
No. de animales	17		16		
Edad inicial	días 444	8,46	441	4,49	99
Aumento peso novillas	kg 372	10,6	397 NS	11,4	107
Aumento peso crías	kg 572	12,4	576 NS	12,9	100
Edad al primer parto	días 1190	20,3	1137 NS	24,5	94
Edad al segundo parto	días 1644	35,9	1592 NS	37,7	97
Edad al tercer parto	días 2182	45,5	1982 NS	43,2	91
Peso al primer parto	kg 405	10,1	384 NS	9,4	95
Peso al segundo parto	kg 428	13,0	421 NS	10,1	98
Peso al tercer parto	kg 417	21,7	450 NS	21,9	108
Porcentaje natalidad primer año	94,4		94,1NS		100
Porcentaje natalidad segundo año	64,7		68,9NS		106
Porcentaje natalidad tercer año	76,5		87,5NS		114
1er. intervalo entre partos, días	448	24,6	454 NS	30,7	101
2do. intervalo entre partos, días	387	13,9	388 NS	15,1	100
Peso cría primer nacimiento	kg 25	0,8	22 NS	1,0	88
Peso cría segundo nacimiento	kg 25	0,9	24 NS	1,2	96
Peso cría tercer nacimiento	kg 27	0,7	25 NS	1,0	93
Peso crías primer destete +	kg 162	6,6	153 NS	6,0	94
Peso crías segundo destete +	kg 168	6,3	168 NS	9,3	100
Peso crías tercer destete +	kg 160	8,1	166 NS	8,5	104
% mortalidad	5		5		100
Costo sal mineral por kg	41		29		70
Producción carne/año efectiva*	142		141		100
+ Corregido a 240 días					
++ Considerado la sal completa como 100%					
* Producción carne efectiva = $\frac{\text{Peso destete}}{\text{Intervalo parto}} \times 365$					
NS No significativo					
ET Error típico					

Las correlaciones de peso al nacimiento y al destete de ambos grupos no muestran una tendencia clara especialmente con los intervalos entre partos y los porcentajes de natalidad, como lo sugiere (8) el programa de Ganado de Carne donde asumen que las variaciones de peso durante el apareamiento no tienen influencia en la presentación de mayor o menor preñez.

Los intervalos entre partos fueron similares en ambos grupos (Cuadro 4) con valores más altos para el primer intervalo que para el segundo intervalo (448 vs. 454 días y 387 vs. 388 días, respectivamente). Al comparar con los hatos de carne en Colombia se observó que estos valores son mejores (468 días; 10) y también superiores a los de hatos lecheros de los Centros de Investigaciones de Tibaitatá (430 días), Palmira (418 días) y Obonuco (464 días), aunque inferiores a lo considerado ideal, (360 días, 11). En estudio realizado en 10 hatos de la Sabana de Bogotá y el Valle de Ubaté se encontró un intervalo entre partos de 410 días (10).

Estas diferencias pueden atribuirse al mal manejo de los hatos ya la incompleta suplementación nutricional y mineral a que se somete a los animales, especialmente en zonas tropicales.

Las correlaciones entre edades y pesos al parto e intervalo entre partos muestran que las mezclas minerales juegan un papel muy importante en los procesos de reproducción. Los porcentajes de natalidad (78,5% vs. 83,4%) en general fueron altos en los grupos I y II (Cuadro 4), cuando se compararon con el promedio de ganado de carne en Colombia (58%; 6) y con los del Centro de La Libertad (75%).

En el primer año en ambos grupos la natalidad fue excelente (94,4% vs. 94,1 para I y II respectivamente). Sin embargo, en el segundo año se presentó una disminución de 31,5% y 26,9% para los tratamientos I y II. En el tercer parto este porcentaje aumentó aunque sin llegar a los valores del primer año (76,5% vs. 87,5% para los grupos I y II respectivamente), presentando natalidad promedio de 78,5% y 83,5% para los grupos I y II. La diferencia de 6,3% entre tratamientos, que se puede aducir al efecto de las sales, sugiere el criterio de utilizar

preferentemente sales minerales preparadas en base al conocimiento de los alimentos utilizados e incluir solamente aquellos elementos que por su cantidad y calidad están en niveles deficientes.

A pesar de que gran cantidad de literatura sobre minerales considera al fósforo como el principal elemento que afecta la reproducción (21) en este experimento ambos tratamientos suministraron una misma concentración y aparentemente la misma cantidad de este elemento, ya que el consumo promedio de la mezcla fue de 32 g y 33 g/día/animal. Esto significa que no fue solamente el fósforo sino que otro u otros elementos o sus concentraciones jugaron un importante papel en el proceso reproductivo de los animales (19). A lo anterior se puede añadir que el suministro de minerales sobre los ya existentes en suficiente cantidad en los forrajes y/o agua (Fe, Mn, etc.) pueden interferir la utilización de otros elementos necesarios al animal (9).

El obtener buenos porcentajes de natalidad con el uso adecuado de mezclas minerales adicionadas a la dieta base (forraje), permite predecir iguales resultados en otras regiones ganaderas (9), donde se pueden preparar mezclas por agremiaciones que garanticen una oportuna distribución ya precios bajos. En este experimento la mezcla mineral experimental fue 30% menos costosa que la completa.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMMERMAN, C.B., J.M. LOAIZA, W.G. BLUE, J.F. GAMBLE and F.G. MARTÍN. Mineral composition of tissues from beef cattle under grazing conditions in Panama. *J. Anim. Sci.* 38:158-162. 1974.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 9th Ed. Washington, 832 p. 1960.
3. COHEN, R.D.H. Phosphorus in Rangeland Ruminant Nutrition: A review. *Livestock Prod. Sci.* 7:25-37. 1980.
4. CHURCH, D.C. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants 2nd. Ed. Vol.1. Publ. D.C. Church, Oregon.
5. GÓMEZ, J., M.A. LAREDO. Fluctuaciones minerales en pastos tropicales. II. *Andropogon gayanus*, en los Llanos orientales. *Revista ICA* 18:95-104. 1983.
6. HUERTAS, H.B. Antecedentes, situación actual y proyecciones. Sección Ganado de Carne "La Libertad" pp. 12. 1985.
7. INFORME ANUAL DE PROGRESO. Ganado de Carne. ICA. 1979.
8. INFORME ANUAL DE PROGRESO. Ganado de Carne. ICA. 1981.
9. INFORME ANUAL DE PROGRESO. Sección Programa Nacional de Nutrición Animal. ICA. 1984.
10. INFORME ANUAL DE PROGRESO. Programa Nacional de Fisiología y Producción Animal. ICA. 1978.
11. INFORME ANUAL DE PROGRESO. Programa Nacional de Fisiología y Producción Animal. ICA. 1979.
12. KIATOKO, M., L.R. McDOWELL, K.P. KICK, H. FONSECA, J. CAMACHO, J.K. LOOJLI and J.H. CONRAD. Mineral status of cattle in the San Carlos Region of Costa Rica. *J. Dairy Sci.* 61:324-330.1978.
13. KIATOKO, M., L.R. McDOWELL, J.E. BERTRAND, H.L. CHAPMAN, F.M. PATE, F.G. MARTIN and J.H. CONRAD. Evaluating the mineral status of beef cattle herd from four soil order regions of Florida. I. Macroelements. protein. carotene. vitamin A and E. hemoglobin and hematocrit. *J. Anim. Sci.* 55:28-37. 1982.
14. LAREDO, M.A. Utilización de minerales en la nutrición animal. En: Guía para producir carne en Colombia. Suplemento Ganadero. Banco Ganadero. 2:40-51. 1981.
15. LAREDO, M.A. Nutrición mineral en diferentes regiones ganaderas de Colombia. Presentado en simposio de nutrición de ganado de carne. Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle. SAG. 1985.
16. LAREDO, M.A., G.S. JUVENAL. Fluctuaciones minerales en pastos tropicales. I. *Brachiaria* en los Llanos Orientales. *Revista ICA.* 15:71-78. 1980.
17. LAREDO, M.A., A. ARDILA. Variación nutricional en pastos guinea y angleton de la zona ganadera del César (Colombia). *Revista ICA.* 19:131-140. 1984.
18. LAREDO, M.A. Situación mineral en praderas bajo pastoreo en la zona de Acacias. Llanos orientales. *Revista ACOVEZ.* 8:5-16. 1984.
19. LITTLE, D.A. Effect of the dry season supplements of protein and phosphorus to pregnant cows on the incidence of first estrus. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 15:25. 1975.
20. LITTLE, D.A. Factors of importance in the phosphorus nutrition of beef cattle in Northern Australia. *Aust. Vet. J.* 46:241. 1970.
21. MAYNARD, L.A., J.K. LOOSLI. *Animal Nutrition.* 6th Ed. McGraw Hill Book Co. Inc. New York. 1969.
22. MCDOWELL, R.L., J.H. CONRAD. Deficiencias y toxicidades minerales del ganado en pastoreo. Trabajo presentado en el Primer Curso Internacional de bovinos de leche. Asociación de Zootecnistas Nariño. Pasto. Colombia. 1983.
23. McDOWELL, L.R., G.L. ELLIS, J.H. CONRAD. Minerales suplementarios para el ganado vacuno en América Latina. Trabajo presentado en el XIV Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 11 de octubre, 1984. Cartagena, Colombia. 1984.
24. McDOWELL, L.R., C.E. LANG, J.H. CONRAD, F.G. MARTÍN. Mineral status of beef cattle in Guanacaste, Costa Rica. *Trop. Agric. (Trinidad)* 55:343-350. 1978.
25. McDOWELL, L.R., M. KIATOKO, J.E. BERTRAND, H.L. CHAPMAN, F.M. PATE, F.G. MARTÍN, J.H. CONRAD. Evaluating the mineral status of beef cattle herds from four soil order regions of Florida. II. Trace minerals. *J. Anim. Sci.* 55:38-47. 1982.
26. McDOWELL, L.R., B. BAUER, E. GALDO, M. KOGER, J.K. LOOSLI and J.H. CONRAD. Mineral supplementation of beef cattle in the Bolivian tropics. *J. Anim. Sci.* 55:964-970. 1982.
27. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. Sixth Revised Edition. 90 p. 1984.

28. PERKINS, E. Analysis of plant tissue dry ashing procedure analytical methods for atomic absorption spectrometry. Perkins Elmer Corporation. Ay. p. 12-:1976.
29. RIVAS, R.L. Aspectos de la ganadería vacuna en las llanuras del Caribe en Colombia. Folleto Técnico No.3. CIAR, p.148. 1973.
30. URIBE, A. Posibles causas de la hipomagnesemia. Revista ANALAC 6:25-27. 1981.
31. VAN NIEKERK, B.D.H. Supplementation of grazing cattle. In: Proc. of the seminar on potential to increase beef production in tropical America. pp. 83-98. CIAT-CALI, Colombia. 1974.
32. WARD, H.K. Supplementation of beef cows grazing on veld. Rhod. J. Agr. Res. 6:93. 1968.

Volver a: [Suplementación mineral](#)