



Suministro de Sal a Novillos con Geofagia en la Provincia de Formosa

O. Balbuena y D.J. Mufarrege. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. El Colorado y la EEA Mercedes.

obalbuena@correo.inta.gov.ar

Resumen:

Se midió la intensidad y se estableció la posible causa de geofagia que presentaban 24 novillos cruzas, en recría en un potrero de campo natural en la Estación Experimental Agropecuaria de El Colorado. En enero de 1983 la concentración de sodio de la saliva de los animales era de 44 me/l y la relación Na:K de 0,6. Al suministrarle durante 13 días tierra obtenida de los mismos lugares, al pie de la barranca del Río Bermejo, donde los animales la buscaban, el consumo promedio fue de 0.5 kg/día/animal. En febrero, en un periodo de 7 días, consumieron 3,2 kg/día/animal de tierra del horizonte superficial de la barranca adicionada con sal hasta completar 0,7%; la ceniza de la materia fecal seca aumentó del 23 al 50%, y se observaron diarreas.

Al finalizar estos dos periodos no hubo modificaciones de Na y K en saliva, siendo la relación Na:K de 0,7. Los animales se dividieron al azar en dos lotes y desde marzo a junio se le suministró sal *ad libitum* a uno de los lotes, quedando el otro como control, sin sal.

En la primer semana los novillos consumieron un promedio de 268 g/día/animal de sal y para los 100 días el consumo fue 57 g/día/animal.

En junio en el lote suplementado, el Na en saliva fue 83 me/l y la relación Na:K de 9, en tanto que en el control estos valores fueron 36 me/l y de 0,7. En el lote suplementado la concentración de fosfatos en saliva y el volumen globular fueron menores que en el fósforo plasmático se mantuvo normal en todos los animales. Durante el verano y otoño de 1983 el Na en el forraje disponible descendió de 0,05 a 0,023 g/100 g M. S. Los resultados indican que la principal causa de la geofagia debe atribuirse a una baja ingestión de Na durante la recría de novillos. La información se completa con análisis químicos de las pasturas, de los suelos y aguadas del lugar. Se recomienda la suplementación con sal para mejorar la sanidad y aumentar la producción del ganado vacuno en la región.

Introducción

La sal común ha sido utilizada como alimento para el ganado desde la antigüedad. En la zona norte de la República Argentina, la necesidad de suministrar sal a los animales ha sido reconocida desde el siglo pasado, como lo describen Azara² y Hernández¹¹.

Sin embargo recién en este siglo se ha revalorizado y estudiado la sal, estableciéndose que el elemento importante para el ganado es el sodio, más que el cloro; la deficiencia se produciría por ingestiones muy bajas del elemento, siendo más probable en ambientes tropicales²¹.

En bovinos la deficiencia de Na presenta una sintomatología poco específica: se citan pica, gran apetencia por la sal, disminución del apetito, pérdida de peso y de producción, llegando en casos extremos a producir colapso y muerte^{17,18,21}.

Entre las alteraciones se han señalado: acidosis, hipovoemia y disminución del líquido extracelular⁴ siendo el de mayor interés para el diagnóstico la determinación de la relación Na:K en saliva^{12,15} ya que el descenso del Na plasmático es un signo tardío¹⁸.

En el presente trabajo se describe una posible deficiencia de Na en novillos, ocurrida en la provincia de Formosa, donde el síntoma más evidente fue geofagia, Midiéndose su intensidad y la modificación de los parámetros bioquímicos cuando se suplementaron con sal.

Materiales y Métodos

Las experiencias fueron conducidas en la Estación Experimental Agropecuaria de El Colorado, ubicada en el departamento Pirané de la Provincia de Formosa (Lat. 26° 18' S; Long. 59° 23' W), con un clima caracterizado por promedio anual de 1.140 mm de lluvia, temperatura media anual de 21.5°C; con máxima media de 34°C en enero y mínima media de 10°C en julio.

Se observó que 24 novillos que pastoreaban en campo natural presentaban síntomas de geofagia cuando tenían acceso a la base de la barranca del Río Bermejo. Para establecer la causa de la alteración del apetito se hicieron mediciones del consumo de tierra y sal común en tres periodos consecutivos, análisis químicos de saliva, sangre y materia fecal de los animales en diferentes oportunidades. También se efectuaron análisis del suelo consumido, del forraje y agua de bebida.

Los novillos pastoreaban en el potrero "A", de 42 ha ubicado en el albardón del Río Bermejo; con suelos sueltos, franco-limosos y aptos para la agricultura. Las especies más importantes por la cobertura durante el pastoreo de los animales eran: *Sorghum alepensis*, *Choris sp.*, *Paspalum notatum*, *Schizachirium paniculatum*, *Cynodon dactylon*, *Aschinomenes americana*, *Cenchrus miosuroides*, *Paspalum sp.*, *Digitaria californica* y *Cyperus rotundus*.



Durante el período experimental también se utilizó el potrero "B" de similares características de suelos y vegetación, pero con mayor disponibilidad forrajera por haber estado clausurado durante tres meses.

Los 24 animales observados eran cruza Aberdeen Angus x Holando Argentino y A.A. x Criollos de 30 a 42 meses de edad, que pastorearon el potrero "A" desde el destete. Al iniciar las observaciones tenían un peso vivo de 275 kg en promedio.

Las mediciones efectuadas fueron las siguientes:

Período 1: Desde el 18/01/83 al 30/01/83. En el potrero "A" se midió el consumo de tierra obtenida de las pequeñas "cuevas", en el mismo lugar de la base de la barranca donde se observó que los animales la consumían.

Período 2: Desde el 31/01/83 al 23/02/83. Se midió el consumo de tierra obtenida del horizonte superficial de la barranca, con un agregado de sal común hasta completar un 0,7%, tratando que el contenido de Na fuese similar al de la tierra suministrada en el Período 1. Esta operación se hizo porque hubo desmoronamiento en la barranca resultando imposible obtener tierra del lugar original. El suministro se realizó en el potrero "A" durante los 7 primeros días y se suspendió porque se observaron diarreas.

Período 3: Desde el 22/03/83 al 30/06/83. Se suministró sal común a la mitad de los animales. Los 24 novillos se dividieron al azar, equilibrando las edades, en 2 lotes de 12 animales cada uno; uno de los lotes continuó el pastoreo en el potrero "A" y no se suplementó con sal, quedando como control. El otro lote se ubicó en el potrero "B" y se le suministró sal, con la precaución de que en la primer semana se reguló el consumo para evitar ingestiones excesivas. Tanto la tierra como la sal fueron suministradas en bateas, siendo repuesto el material cuando las cantidades eran totalmente consumidas, efectuando el control cuatro veces al día, por lo que el consumo se considera *ad-libitum*.

La composición de la tierra consumida en el Período 1 y la ingerida por otros novillos espontáneamente en el mismo lugar en 1979 se dan en el Cuadro 1.

Las tomas de muestras de saliva se hicieron en 6 fechas empleando la técnica descrita por Murphy y Connel¹⁵, utilizando como aspirador una jeringa de 60 ml, se juntaron 2 a 4 ml. de saliva por animal, las muestras se congelaron a -17°C hasta que se hicieron las determinaciones de Na y K con un fotómetro de llama Crudo Caamaño; la saliva se centrifugó y se empleó como diluyente una solución de HCl al 1%. La misma técnica se utilizó para determinar Na en agua de bebida de los animales. Las determinaciones de P en saliva se hicieron por fotocolorimetría, empleando ácido aminonaftol sulfónico y molibdato de amonio para el desarrollo del color.

La materia fecal se muestreó individualmente; posteriormente al secado se hizo una sola muestra por cada una de las 6 fechas, tomando igual cantidad de material por animal; la molienda del conglomerado se hizo por malla de 1 mm y se determinó cenizas a 500°C durante 3 horas.

Las muestras de sangre se obtuvieron por punción yugular en tubos; con EDTA- Fluoruro como anticoagulante. El volumen - globular se determinó por la técnica de microhematocrito centrifugando 10 minutos a 12.000 r.p.m. El fósforo inorgánico en plasma se determinó por la técnica de Gomori modificada⁷.

Las determinaciones de proteínas del forraje se efectuaron por semi-micro Kjeldahl y las de P, Na y K con la metodología descrita por Mufarrege y Col¹⁴; tomando precauciones especiales para evitar contaminaciones de Na por manipuleo desde la toma de muestra.

Las comparaciones entre promedios se hicieron por la prueba de Student de igualdad de promedios de dos muestras y pruebas de homogeneidad de la variancia eligiendo P: 0,05 como nivel de significancia²⁰.

Resultado y Discusión

Los animales estuvieron pastoreando en el potrero "A" desde el destete y cada vez que eran trasladados a un potrero bajo, a orillas del Río Bermejo, consumían gran cantidad de suelo de la base de la barranca. El alto consumo era más notable en los primeros días de efectuado el cambio de potrero, lo que se dedujo por observación directa de los animales y el aspecto barroso de la materia fecal, luego el consumo disminuía. Esta situación se repitió en mayor o menor medida desde 1970, año en que se habilitó el potrero bajo para pastoreo. Esto motivó la realización del primer análisis de suelo consumido por los animales en 1979 (Cuadro 1) de donde resultó que la concentración de sales fue de 8 g/l correspondiendo al ClNa 4 g/l.

Cuadro N° 1. Resultado de análisis previo y actual de suelo consumido por los animales.

Elemento me/litro	15-02-79*	Perfil C ₁	11-01-83*	Perfil C ₂
CO ₃ H ⁻	4,2	1,0		1,0
CL ⁻	110,0	55,2		32,8
SO ₄ ⁴⁻	20,0	5,7		6,5
Ca ⁺⁺	50,0	29,1		21,1



Mg ⁺⁺	9,9	7,7		7,4
Na ⁺	76,0	35,2		24,0
K ⁺	-	-		0,3
Ppm en HCL 0,1 N				
Mn	SD	12,8		14,4
Cu	SD	0,3		0,3
Zn	SD	9,2		11,2
pH	7,7	7,1		7,2

* Muestra tomada del primer lugar donde se observó geofagia.

** Muestra de suelo consumido en Período 1.

Todas las muestras tomadas en la base de un barranca de 3m de altura.

SD: Sin Datos.

Los análisis fueron realizados en el Laboratorios del Departamento de Suelos C.N.I.A. del INTA Cautelar.

La concentración de Na y K en saliva al iniciar el suministro de suelo en el *Período 1* se da en el cuadro 2. La relación Na: K fue de 0,6, marcando un severo desequilibrio nutricional ya que las relaciones normales serían de 10 a 20 y la deficiencia se caracterizaría por un valor menor a 5^{13, 15, 16}.

El consumo de suelo extraído de las pequeñas "cuevas" originales fue de 0,5 kg/día/animal como se puede ver en el Gráfico 1. Durante este período, el contenido de cenizas en la materia fecal seca se mantuvo entre el 21 y el 30%, es decir que no fue modificado por el consumo de tierra; esto más el aspecto normal de la materia fecal indicaría que los animales habrían consumido cantidades del mismo orden medido. Cuando lo hacían en la barranca, luego de un consumo inicial probablemente más elevado. La media del fósforo inorgánico en plasma fue de 5,7 mg/dl, que se considera normal.

Al administrar tierra con sal, en el *Período 2*, el consumo aumentó a 3,2 kg/día/animal y las cenizas en materia fecal llegaron al 50%, pero al suspender la administración de tierra descendieron al 24%. Mientras consumían tierra el aspecto de la materia fecal era barrosa, similar a lo observado en los primeros días de libre acceso de los animales a la base de la barranca.

Cuadro Nº 2. Niveles de Sodio, relación Na:K, suma Na+ k y Fosfato en miliequivalentes por litro de saliva. Valores medios y desvíos standard

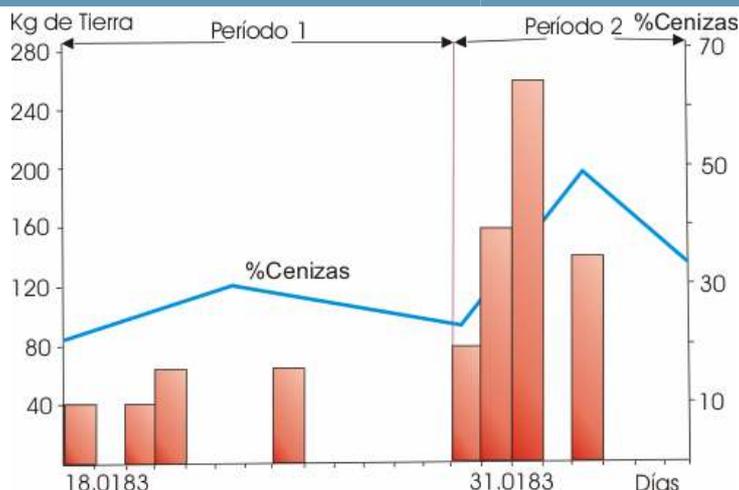
Fecha y Tratamiento	N	Na	K	Na:K	Na+K	PO ₄ H- -
18-01-83 Período 1	19	44 (10)	82 (22)	0,6 (0,2)	126 (25)	SD
17-02-83 Período 2	23	38 (15)	55 (14)	0,7 (0,4)	93 (20)	SD
Período 3 Suplem.	11	82* (21)	18* (6)	5* (3)	100 (18)	13* (7)
11-04-83 Control	11	36 (11)	65 (21)	0,6 (0,2)	101 (27)	32 (16)
Período 3 Suplem.	12	60 (13)	18 (6)	4 (2)	78 (13)	11 (5)
04-05-83 Control	12	55 (27)	25 (13)	2 (1)	80 (29)	21 (20)
Período 3 Sulem.	11	81* (22)	11* (2)	8* (3)	92 (21)	11* (4)
02-06-83 Control	12	37 (11)	46 (15)	0,9 (0,4)	83 (20)	28 (14)
Período 3 Suplem.	11	83* (20)	11* (2,6)	9* (4)	94 (20)	14* (5)
30-06-83 Control	11	36 (10)	62 (18)	0,7 (0,3)	98 (18)	39 (14)

* Diferencias entre tratamientos P < 0,05.

SD: Sin Datos.

El consumo del Período 2 sería similar al de los primeros días del cambio de potrero, ya que en ambos casos se observó materia fecal barrosa; el elevado consumo durante el Período 2 podría explicarse por el mayor contenido de Na en el suelo administrado, confirmando la avidez que tienen por las sales de Na los animales deficientes^{4, 18, 21}. Pudo observarse buena correspondencia entre el contenido de cenizas en materia fecal y el consumo de tierra, ya que el número máximo de 50% de cenizas se obtuvo luego del máximo consumo (Gráfico Nº1).

Grafico Nº 1. Consumo total de tierra (kg) y Medias del % de cenizas en materia fecal seca. Período 1: Tierra del lugar original. Período 2: Tierra de lugar diferente más 0,7% de sal.



La relación Na:K continuó baja: 0,7 al final del Período 2 posiblemente debido a que el consumo de tierra no cubrió el desequilibrio, a pesar de que pudieron ingerir entre 8 a 9 gNa/día/animal, nivel que supera los requerimientos de un novillo de 300 kg de peso vivo¹, aunque este nivel de ingestión solo duró 7 días y debió ser suspendido por presentarse diarreas.

Al final del Período 2 los análisis de forraje mostraron niveles normales de P y K, pero bajos en Na (Cuadro N° 3) y el Na en agua de bebida fue 187 ppm. La media de fósforo inorgánico en plasma fue de 5,3 mg/dl.

Cuadro N° 3. Resultados de análisis de pastos en g/100g de materia seca. Potrero A (Controles) y B (Suplementados).

Promedios para cada fecha.

Fecha	Potrero	Proteína	Fósforo	Sodio	Potasio	Especies
06-03-83	A	7,3	0,31	0,050	0,73	1-4-5-8
24-03-83	A	12,0	0,34	0,050	0,75	1-4-5-8
24-03-83	B	7,6	0,26	0,045	0,62	2-3-6
02-05-83	A	12,8	0,33	0,040	0,70	1-4-5-8
02-05-83	B	8,0	0,23	0,030	0,56	2-3
02-06-83	A	11,4	0,56	0,034	1,11	1-7
02-06-83	B	6,8	0,24	0,036	0,57	2-4-5
29-06-83	A	8,2	0,28	0,024	0,73	1-4-5
29-06-83	B	6,0	0,21	0,023	0,51	2-3-5

Referencias: Especies1: Sorghum alepensis; 2: Chloris sp; 3: Paspalum notatum; 4: Paspalum sp; 5: Schizachirium paniculatum; 6: Digitaria californica; 7: Cenchrus miosuroides; 8: Cyperus rotundus.

En el **Período 3**, luego de una semana de acostumbramiento en que solo se les administró 45 g/día/animal, el consumo de sal ad-libitum fue de 267 g/día/animal en la primera semana; de 88 g/día/animal en los primeros 40 días y de 57 g/día/animal en promedio de los 100 días, marcando una tendencia a estabilizarse. Estas diferencias entre el consumo de sal inicial y después de cierto tiempo, sería una característica de animales deficientes a los cuales se les suministra sal; en vacas de cría Murphy y Plasto¹⁷ midieron 800 g/día/animal de consumo en los 2 primeros días, y un promedio de 95 g/día/animal en 84 días.

En el Cuadro 2 se observa que la media de la relación Na:K en saliva de los animales suplementados varió entre 4 a 9 mientras que en los controles fue de 0,6 a 2. Con excepción de las muestras tomadas el 04/05/83, hubo diferencias ($P < 0,05$) entre los grupos para Na, K y relación Na:K. El grupo suplementado llegó a relaciones Na:K y suma Na+K informadas para saliva parotídea recolectada con similar técnica, de 14,4 a 22,7 y 137 a 143 me/litro respectivamente¹⁷. Esto podría explicarse por la participación de dos factores: a) que durante el muestreo se haya incluido secreciones de glándulas que producen saliva hipotónica; b) que los animales no hayan completado sus requerimientos de Na con la suplementación. La primera posibilidad parece ser la acertada dada la dificultad de ubicar correctamente la *papilla salivalis* por los movimientos de los animales. Apoyan este razonamiento los valores informados por Bott y col⁵ para saliva mixta recolectada por la técnica de la esponja, quienes encontraron en bovinos sobre pasturas con altos niveles de Na, 58 me/Na/litro, y 8,6 me K/litro (relación 7:1) y suma Na+K de 66,6 me/litro, aunque esta última cifra es algo inferior a las encontradas en este trabajo. También debe descartarse la posibilidad de que haya ocurrido lo comprobado por Post¹⁹, quien encontró un marcado descenso de la relación Na:K cuando la muestra de saliva se tomaba dentro de una hora de arrear los animales y luego de seis horas se normalizaban; en este ensayo los animales eran encerrados a última hora de la tarde para muestrearlos a primera hora de la mañana. Además, en ese trabajo sólo se encontró disminución de la relación Na:K pero no de la suma Na+K¹⁹.



Los análisis de saliva indicaron claramente los cambios producidos por la suplementación con sal en los niveles de Na y K, coincidiendo con la mayoría de los autores en la validez de esta técnica para el diagnóstico de una insuficiente nutrición de Na, aunque Hennessy y McClymont¹⁰ la mencionan como indicadores poco sensibles a la ingestión de Na.

El fosfato en saliva, excepto el 04/05/83, fue significativamente mayor en el grupo control (Cuadro 2). Investigaciones en ovejas mencionan que una deficiencia de Na producida por fístula salival elevó la concentración de fósforo total, aunque permaneció inalterada la cantidad total segregada por día⁶, probablemente por disminución de saliva segregada; a su vez otros autores citan que al aumentar la tasa de secreción salival disminuye la concentración de fosfatos y viceversa^{3, 8}. Estos comentarios podrían explicar los resultados presentados, aceptando que el volumen de saliva segregada es menor en animales con deficiencia de Na⁸.

Los valores del volumen globular que se muestran en el Cuadro 4 fueron significativamente menores en el grupo suplementado, esto podría ser consecuencia de un aumento del líquido extracelular y por consiguiente del volumen plasmático en los animales suplementados, produciendo hemodilución^{4, 6}.

Cuadro Nº 4. Valores medios y desvíos Standard de Volumen Globular expresado en % en lotes suplementados y control (12 animales por lote).

Tratamientos	18-01-83	04-05-83	02-06-83
Suplementados	33,8 (4,6)	32,0* (4,7)	32,4* (4,7)
Controles	33,8 (2,7)	36,0 (2,5)	37,4 (2,6)

* P<0,05. La suplementación comenzó el 22-03-83.

Los promedios de fósforo plasmáticos en abril y junio de 1983 fueron 5,6 y 5,5 mg/dl, no encontrándose diferencias entre los lotes.

Los promedios de fósforo y potasio para 18 muestras de pasto en el período de mediciones fueron: P: 0,29% y K: 0,68%; en tanto que el rango para el contenido de Na fue de 0,002 a 0,054 g Na/100 g MS con un promedio de 0,034. Según el ARC¹ las necesidades de P, K y Na para un novillo de 250 kg que aumenta 0,5 kg pv/día son P: 0,17%, K: 0,47% y Na: 0,06% de la materia seca, lo que indicaría que el único elemento deficiente durante el verano y otoño fue el Na.

A estos requerimientos se agregarían las eventuales pérdidas por piel, que en climas cálidos puede llegar a 0,8 g de Na para un novillo de 200 kg¹.

Los datos de K en pasturas y P en pasturas y plasma descartan a estos elementos como la causa de la intensa geofagia observada, mientras que los de Na en pasturas y saliva más la historia del potrero demuestran que la insuficiente ingestión de Na durante la recría de los novillos fue la causa del consumo de tierra.

En cuatro muestras de agua de bebida, el Na tuvo un rango de 37 a 187 ppm. y de 45 a 352 ppm. en los potreros A y B respectivamente, mostrando que el aporte de Na por esta vía fue variable.

Aunque en este ensayo no se ha medido la influencia obtenida con la suplementación de sal sobre la producción de carne, existen experiencias en las cuales se ha probado el efecto benéfico de esta práctica. Así por ejemplo Murphy y Plasto¹⁷, trabajando con vacas con cría consiguieron un aumento de la ganancia de peso de 150% y 24% para vacas y terneros respectivamente, mediante la suplementación con sal; en esos animales la relación Na:K fue de 0,95 a 4,62 en los no suplementados y los niveles de Na en las pasturas fueron de 0,005 a 0,037% de M'S. También Gutteridge y Col⁹ lograron con esta práctica 130-150% de aumento de ganancias de peso en novillos sobre pasturas con 0,01% de Na en áreas tropicales. Morris¹² afirma que relaciones Na:K inferiores a 10 no necesariamente afectarían la producción, pero las relaciones inferiores a 1 observadas en este trabajo en los animales sin suplementación hacen necesario el aporte adicional de Na en estos casos.

Estos hechos plantean la necesidad de encarar estudios tendientes a conocer el nivel nutricional del Na, que puede efectuarse aún en mataderos aprovechando la típica alteración de la relación corteza: méla adrenal que se presenta en animales deficientes¹²; y una vez detectadas áreas cadenciadas, realizar ensayos comparativos tendientes a determinar su influencia sobre la producción en nuestras condiciones de explotación. Si el Na fuera un factor limitante, el problema tiene rápida y económica solución.

Agradecimiento

A los técnicos del Departamento de Suelos del C.I.A. Castelar por los análisis de suelos; al Ing. Agr. E.J. Baigorri por la descripción de los potreros; al Dr. J.C. Ivancovich por facilitar los datos anamnésticos de geofagia en la E.E.A. El Colorado; al Agr. A.R. Peralta por su ayuda en el campo y en el laboratorio y a todo el personal de campo de la E.E.A. El Colorado.

Bibliografía

1- Agricultural Research Council. The nutrient requirements of ruminant livestock. Londres, C.A.B., pp 213, 1980.



- 2- Azara don Félix de: Apuntamientos para la historia natural de los cuadrúpedos del Paraguay y Río de la Plata. Madrid. Imp. Vda. de Ibarra, T.I 318 p. T.II 328 p., 1802. (Original no consultado; citado en De Alba J.: Alimentación del ganado en América Latina. 2da. Ed. México, A.I.D., p 130, 1971).
- 3- Beal A.M.: Aust J. Biol. Sci. 33: 197-204, 1980.
- 4- Bell F.R., Drury P.L. y SlyJ: J. Physiol, 313: 263-274, 1981.
- 5- Bott E., Denton D.A. y Goding J.R.: Nature. London 202 (May): 461-463, 1964.
- 6- Church D.C.: Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes. Traducido del inglés por Maluenda, P.D., París, S.C., Camón Urgel J. y Castejón Calderón F., Zaragoza, España, Acribia, V. 1-379 p., V.2-483 p.
- 7- Gomori G.: J. Lab. Clín. Med. 27: 955-965, 1942.
- 8- Gurtler H., Ketz H.A., Kolb E., Schröder L. y Seidel H.: Fisiología Veterinaria. Editado por Kolb E. Traducción de la 2da. ed. Alemana por Escobar J.E., Pérez Torromé A., Nuñez Cachaza A. y Peris S.C. Zaragoza, España, Acribia, pp. 202-214, 1971.
- 9- Gutteridge R.C., Shelton H.M., Wilaipon B. y Humphreys L.R.; Tropical Grasslands 17 (3): 105-114, 1983.
- 10- Hennessy D.W. y Mc Clymont G.L.: Proceeding of the Australian Society of Animal Production 8: 207-211, 1970.
- 11- Hernández J.: Instrucción del estanciero. Ed. apógrafa de la obra publicada por Casalle en 1882. Buenos Aires, Argentina, Sopena p. 171.
- 12- Morris J.G.; Journal of Animal Science 50 (1): 145-152, 1980.
- 13- Morris J.G. y Murphy G.W.: J. Agr. Sci. (Cambridge) 78: 105-108, 1972.
- 14- Mufarrege D.J., Somma de Fere, G. y Benítez C.A.: Producción Animal (Buenos Aires, 10: 281-288, 1983.
- 15- Murphy G.M. y Connell J.A.: Australian Veterinary Journal 46: 595-598, 1970.
- 16- Murphy G.M. y Plasto A.W.: Australian Veterinary Journal 48: 129, 1972.
- 17- Murphy G.M. y Plasto A.W.; Australian Journal Experimental Agriculture an Animal Husbandry 13: 369-373, 1973.
- 18- Payne J.M.: Enfermedades metabólicas de los animales zotécnicos. Traducido del inglés por Sanz Sanz, B. Zaragoza, España, Acribia, 219 p., 1981.
- 19- Post T.B.: Aust. J Biol. Sci. 18: 1235-1239, 1965.
- 20- Sokal R.R. y Rohlf F.J. Biometry. San Francisco, U.S.A., Freeman W.H., 776 p. 1969.
- 21- Underwood E.J.: Los minerales en la alimentación del ganado. Traducido del inglés por Malvenda, P.D. Zaragoza, España, Acribia y FAO,320p., 1968.