



DIALOGO XXX
SUPLEMENTACION MINERAL

PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESARROLLO
TECNOLOGICO AGROPECUARIO DEL CONO SUR

PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO DEL CONO SUR
PROCISUR

DIALOGO XXX

SUPLEMENTACION MINERAL

Reunión sobre Determinación de Carencias y
Suplementación Mineral de Bovinos
Campo Grande, MS, Brasil
8 - 12 junio 1987

EDITOR: *Dr. Juan P. Puignau*

IICA
Montevideo, Uruguay
1991



Reunión sobre determinación de carencias y suplementación mineral de bovinos
(1987 jun. 8 - 12 : Campo Grande, MS, Brasil.)

Suplementación mineral / Reunión sobre determinación de carencias y
suplementación mineral de bovinos. -- ed. por Juan P. Puignau. -- Montevideo : IICA
- PROCISUR, 1991.

135 p. (Diálogo / IICA - PROCISUR ; no. 30)

ISBN 92-9039-169-3

/NUTRICION/ /BOVINOS/ /NUTRIENTES/ /MINERALES/ /SUPLEMENTOS DE
PIENSOS/ /PASTOREO/ /NECESIDADES DE NUTRIENTES/

AGRIS L51

CDD 636.085 2

*Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios del
autor y no representan necesariamente el criterio del Instituto Interamericano de
Cooperación para la Agricultura.*

IICA
PROCISUR
33
DIÁLOGO
XXX
1997

Este DIALOGO reproduce los trabajos presentados en la Reunión sobre Determinación de Carencias y Suplementación Mineral de Bovinos realizada en Campo Grande, MS, Brasil del 8 al 12 de junio de 1987.

Dicha Reunión se desarrolló con los aportes del BID en el marco del Convenio IICA/BID/PROCISUR (ATN-TF-2434-RE).

El Ing. Agr. Luis Verde, Coordinador Internacional de Bovinos del PROCISUR, tuvo a su cargo la coordinación general de la actividad.

This one



SHG7-3KD-90KU

Presentación

La alimentación de los bovinos ha estado presente en las actividades organizadas por PROCISUR y ha generado valiosa información que se ha volcado en la serie DIALOGO.

Es bueno recordar que el DIALOGO X incluyó trabajos vinculados al manejo de pasturas cultivadas y a la suplementación para la producción de leche. Posteriormente, el DIALOGO XIX abordó todo lo relativo a la producción y utilización de pasturas para engorde y producción lechera.

Los trabajos presentados en la Reunión de junio de 1987, que constituyen la base de este nuevo número de la serie DIALOGO, aportan para los estudiosos, tanto de nutrición como de producción animal, valiosa información sobre la determinación de carencias y la suplementación mineral de los bovinos. Esto se realiza con el enfoque regional que caracteriza a las reuniones técnicas organizadas por el Programa Cooperativo.

Junto a las presentaciones de los países sobre la situación y perspectivas de la nutrición mineral de los bovinos, se incluyen trabajos relacionados con la metodología para la determinación de requerimientos minerales, deficiencias, enfermedades de la producción y suplementación mineral.

Confiamos que el lector encuentre en el DIALOGO que presentamos informaciones y experiencias útiles, que enriquezcan sus conocimientos y le ayuden a un trabajo más eficiente en la nutrición del ganado bovino en el Cono Sur.

José A. Silva
Secretario Ejecutivo del PROCISUR
Encargado

Indice

-	Presentación, por J. Silva	I
-	Indice	III
-	Introducción, por L. S. Verde	1
-	Informe final	3
-	Situación actual y perspectivas de investigación sobre nutrición mineral de bovinos en Argentina, por N. Auza	5
-	Estado de la investigación en nutrición mineral en la República Argentina, por D. Rochinotti	17
-	Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil por C. H. Tokarnia, J. Döbereiner e S. Moraes	25
-	Situación actual y perspectivas de la investigación sobre nutrición mineral de bovinos en Paraguay, por J. L. Laneri y O. A. Molas	49
-	Situación actual y perspectivas de la investigación sobre nutrición mineral de bovinos en el Uruguay, por J. Guerrero y P. E. Colucci	73

Trabajos presentados

-	Deficiencias minerales de los rumiantes en pastoreo en América Latina, por C. B. Ammerman y P. R. Henry	83
-	Métodos para determinar los requerimientos minerales de los bovinos, por C. B. Ammerman y P. R. Henry	91
-	Enfermedades de la producción: Síndrome de molibdenosis e hipocuprosis condicionada, por N. Auza	97
-	Fósforo, fosfato de rocha e fluorose em bovinos, por I. V. Rosa	103
-	Suplementação mineral de bovinos de corte, por J. C. de Sousa	111
-	Lista de participantes	129
-	Nota del editor	135

100

Introducción

Los objetivos de esta reunión fueron posibilitar el intercambio de información y experiencias entre los investigadores del Cono Sur de América Latina que están trabajando en la investigación sobre la nutrición mineral de los rumiantes en condiciones de pastoreo.

Las presentaciones sobre la situación actual y la problemática relacionada con deficiencias, desbalances y toxicidades minerales en los países, posibilitaron visualizar la similitud de muchas situaciones, lo que permitiría encarar acciones conjuntas para solucionarlas.

Es evidente que la nutrición del ganado en el Cono Sur depende casi exclusivamente del forraje "cosechado" directamente por el animal y ello está estrechamente relacionado con la obtención de los elementos minerales necesarios para cumplir con las demandas fisiológicas de los animales. Un bajo consumo o un desbalance mineral en la ingesta pueden afectar adversamente la ganancia de peso, la tasa de crecimiento, fertilidad, producción de leche, así como la salud de los animales. Quedó en evidencia que en muchas ocasiones los forrajes utilizados no cubren los requerimientos minerales y que, por lo tanto, es fundamental determinar su composición química y establecer programas de suplementación toda vez que sea necesario. En este último aspecto se realizaron muy importantes intercambios de ideas sobre los métodos para formular suplementos minerales y sobre su administración en condiciones de pastoreo.

Fue notorio que existe un volumen de información muy importante que necesita ser divulgada para que llegue a los diferentes grupos de trabajo. Esperamos que este DIALOGO contribuya a esa necesidad.

Ing. Agr. Luis S. Verde
Coordinador Internacional
Proyecto Bovinos

Informe Final

De acuerdo a lo programado, la reunión se desarrolló entre el 8 y el 12 de junio de 1987, en el local de la Cámara de Comercio en Campo Grande, MS, Brasil. Asistieron a la misma un total de 118 profesionales de los cuales, tres eran de Argentina, dos de Bolivia, 105 de Brasil, dos de Chile, dos de Paraguay, dos de Uruguay y uno de U.S.A.

En el acto inaugural hicieron uso de la palabra el Director del Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Dr. Ivo Martins Cezar, y el Coordinador Internacional del Subprograma Bovinos Ing. Agr. Luis S. Verde. La Coordinación Técnica de la reunión estuvo a cargo del Dr. Julio César De Sousa.

En los dos primeros días de la reunión, los representantes de los países hicieron presentaciones en las cuales se describió la situación actual así como las perspectivas de la investigación sobre la nutrición mineral de los bovinos. A través de ellas se constató que los países tienen diferente grado de desarrollo en sus programas de investigación en minerales. Asimismo, de acuerdo con las informaciones presentadas, existen países que, regionalmente, han reunido suficiente información epidemiológica, lo que ha permitido identificar las principales deficiencias, las que han sido y continúan siendo evaluadas en base a la suplementación y a la respuesta que se obtiene.

Las diferencias en criterios y metodologías hacen resaltar la necesidad de unificar los mismos y, en este sentido, se puede enfatizar la importancia de estas reuniones en las cuales se produce un activo intercambio de información y se efectúa el análisis de los enfoques y métodos utilizados.

Si bien, el área es heterogénea en suelo y clima, surgieron muchos puntos en común del análisis de las presentaciones, de las conferencias plenarias y de la mesa redonda. Estos se indican a continuación:

a) El estudio de las deficiencias minerales en el Cono Sur de América Latina requiere una primer

etapa epidemiológica, en la que se realizaría la identificación o diagnóstico de las deficiencias. En una segunda etapa se procedería a la evacuación y/o tratamiento.

- b) De acuerdo a las presentaciones, el contexto epidemiológico lo constituye el estudio de suelos, forrajes, agua, animales, sin olvidar los cuadros clínicos y la performance productiva. Dentro de ésta se debe considerar: evolución de peso, producción láctea y eficiencia reproductiva.
- c) Existen países en el Cono Sur que, regionalmente, han reunido suficiente información epidemiológica, lo que ha permitido identificar las principales deficiencias.
- d) La suplementación mineral ha arrojado resultados altamente positivos, aunque no definitivos.
- e) Los niveles de los distintos minerales, en las situaciones analizadas, admiten correlación entre países, aunque se observan para algunos de ellos niveles variables, lo que sugiere la necesidad de uniformizar las técnicas a aplicar en el estudio de estos minerales.
- f) En base a los estudios realizados y a la información presentada, algunos países cuentan con métodos y tecnología apropiados, en su conjunto, para el estudio de macro y microelementos.
- g) Se observa que se ha ajustado metodología práctica para el cálculo y utilización de sales minerales.
- h) Surge con toda claridad, la necesidad de unificar criterios y metodologías sobre materiales a utilizar, para llegar a un diagnóstico y manejo de la deficiencia mineral.

- i) Los datos sobre niveles deficitarios deben ser siempre corroborados mediante la respuesta animal al tratamiento o suplemento. De no existir la respuesta, en sentido práctico, no se debería realizar la suplementación y, además, establecer investigaciones que permitan determinar la causa de la no respuesta.

Quedó evidenciada la importancia de este tipo de reuniones y hubo acuerdo unánime entre los participantes que por primera vez se integran mediante una reunión, de carácter abierta y participativa, sobre la situación de la nutrición mineral de los bovinos en el Cono Sur. A través de la misma, ha quedado definitivamente clara la importancia de la nutrición mineral en la eficiencia productiva de los rumiantes en el área. Se hizo mucho énfasis en la importancia de reunir toda la información presentada en una publicación. El Coordinador Internacional indicó que el material es de mucho valor y que el mismo se incluirá en una publicación de la Serie DIALOGO del PROCISUR.

Dentro de las propuestas y recomendaciones se indican los siguientes:

1. Se debería promover el establecimiento de un Centro de referencia para el Cono Sur, que contribuya a unificar las metodologías en los laboratorios que trabajan en nutrición animal en los países participantes.
2. Recomendar que se establezcan mecanismos para controlar la formulación de mezclas minerales y su uso. Estos mecanismos se deberán ajustar a la realidad y necesidad de cada país.
3. Se debería reunir toda la información bibliográfica sobre el tema, a fin de difundirla en los países participantes. Esa información se actualizaría periódicamente.
4. Se debe proporcionar el uso eficiente de los recursos naturales del área, asegurando un buen reciclaje de nutrientes, evitando el uso de

productos que puedan afectar gravemente los procesos bioquímicos a nivel de suelo (pesticidas, suplementos con fluor etc.).

5. Se sugiere se exploren las posibilidades de realizar una reunión similar dentro de un plazo razonable.

La participación del Dr. C. B. Ammerman del Animal Science Department, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A., fue muy importante para el desarrollo de esta reunión, no sólo por su contribución científica a través de las conferencias plenarias presentadas sino por su participación en la mesa redonda.

El Dr. Ammerman presentó dos conferencias plenarias cuyos temas fueron:

"Carencias minerales en el Cono Sur de América Latina".

"Metodologías sobre determinación de los requerimientos minerales en los bovinos".

El cuarto día de la reunión se efectuó una visita a la fazenda Bracinho, un establecimiento donde el CNPGC realiza investigaciones y en el cual un uso adecuado de la suplementación mineral, aumentó la fertilidad, disminuyó la mortalidad del rebaño y se solucionó un grave problema de "Cara Inchada".

La reunión mantuvo, en todo momento, un alto grado de participación, indicativo del interés de los concurrentes.

El CNPGC de EMBRAPA brindó su apoyo para el funcionamiento y organización de la reunión contribuyendo de esa forma al éxito de la misma.

Ing. Agr. Luis S. Verde
Coordinador Internacional
Proyecto Bovinos

Situación actual y perspectivas de Investigación sobre nutrición mineral de bovinos en Argentina

por Néstor Auza *

INTRODUCCION

En los últimos años, se observan en el país importantes mejoras en los más avanzados sistemas de producción, tanto desde el punto de vista vegetal como animal. Estos avances se fundamentan en mejores conocimientos y aplicación de técnicas de producción y selección. No obstante los progresos, no podemos dejar de resaltar la alta incidencia de desequilibrios nutricionales. Los mismos se traducen en trastornos metabólicos, donde los minerales están directa o indirectamente comprometidos, llevando a pérdidas animales y consiguientemente económicas de gran relevancia.

Con el transcurso de los años, el estudio de los síndromes relacionados con la utilización orgánica de los minerales fue evolucionando dinámicamente, tanto que en nuestros días, debemos adoptar un razonamiento conceptual de base distinto, para concluir interpretando el metabolismo mineral.

Por enfermedad carencial se definió, durante largo tiempo, a aquellos estados deficitarios de uno o más componentes minerales en la alimentación, que no llegaban a cubrir las necesidades orgánicas de un animal. El consumo de una dieta deficitaria en los casos más severos, despertaba cuadros patológicos con determinada presentación clínica, en oportunidades, no totalmente claros de interpretar; por lo que fue necesario correlacionar, valor nutritivo de la pastura con manifestación clínica.

Con el transcurso de los años y el desarrollo de temas específicos de investigación, surgen los conceptos de sinergismos y antagonismos entre minerales, convirtiéndose el tema en una problemática de interés bioquímico, como alternativa interpretativa para la definición de trastornos minerales primarios y secundarios.

Conceptualmente, las reacciones metabólicas se encadenan a través de las vías metabólicas (grandes vías y vías secundarias). Al existir dificultades en la utilización mineral por el organismo animal, se desequilibra el sistema encadenado (vías metabólicas) y de esta forma se originan los "Síndromes Metabólicos Minerales Dependientes". Estos síndromes se traducen por alteraciones en la homeostasis, con variaciones del medio interno y modificaciones en el equilibrio dinámico.

DESARROLLO Y EVOLUCION DE LA GANADERIA EN EL PAIS

- Distribución territorial

La ganadería, es una de las fuentes básicas de la economía en Argentina. Su evolución estuvo ligada a diferentes momentos históricos, conformándose en términos generales, tres tipos de prácticas ganaderas para nuestro país, (Informe Proyecto INTA-BID, 1986) que en orden de importancia se discriminan en:

- Ganadería sobre campos naturales.
- Ganadería sobre pasturas y forrajes implantados.
- Ganadería sobre campos desmontados.

En todos los casos se trata de crianza extensiva de vacunos y si bien estos tipos de prácticas de explota-

* Técnico del Departamento de Producción Animal, INTA, Balcarce, Argentina.

ción irrumpen en distintas épocas, en la actualidad coexisten como modelos en el mapa ganadero de la Argentina distinguiéndose territorialmente cinco áreas (Figura 1).

Retrotrayéndonos en la historia, hacia la etapa pre-hispánica, sólo se encuentran datos de existencia de animales domésticos en el noroeste del país. Llegados los españoles, los bovinos encontraron en los pastizales pampeanos condiciones óptimas para reproducirse. Pasó el tiempo y estos nuevos habitantes de regiones vírgenes, comenzaron a interactuar con su ambiente íntimamente. Las características que hicieron a su hábito de existencia, terminó por definir un tipo de animal, configurándose lo que se dio en llamar el ganado Criollo. Muchas fueron las adversidades que tuvieron que vencer para sobrevivir, no sólo la competencia con otras especies de grandes herbívoros y carnívoros, sino también contra la mano depredatoria indiscriminada del hombre, que se levantara contra ellos, hacia fines del siglo XVI, cuando se autorizó por el "Permiso de Vaquerías", la cacería de ganado cimarrón. Pero este mismo ganado cimarrón constituyó la base de rodeos mejorados, promediando el siglo XIX. Este refinamiento fue acompañado por el alambrado de los campos y el cultivo de forrajes, apareciendo la alfalfa como forrajera mejoradora por excelencia, cubriendo hasta 1903 alrededor de 7.000.000 de hectáreas que, paulatinamente, sufrieron una reducción debido al advenimiento de otras variedades, hoy base de la alimentación ganadera.

Así, y supeditado a cada foco de colonización el ganado se adaptó a condiciones diferentes; sumado a la llegada de nuevas razas, el país muestra un espectro de genética selectivo para las variadas características ambientales. Se constituyeron de esta manera, regiones de conglomeración ganadera, preferentemente en las áreas templadas (pampa húmeda), donde se agrupa el 80 por ciento de la totalidad del patrimonio vacuno nacional (Figura 2).

- Población ganadera

Luego de múltiples alternativas, que configuraron a lo largo del tiempo, ciclos variantes de producción,

fluctuaciones de variables biológicas y económicas, tales como consumo interno y demanda de mercados internacionales, precios etc.; las existencias de ganado alcanzaron cifras de alrededor de 43 millones de cabezas para el año 1960; 54 millones en 1981; registrándose el máximo stock vacuno, 60 millones en 1977.

Posteriormente, una franca disminución se impuso en los últimos 10 años, habiéndose registrado, recientemente, cifras que revelan caídas del 40 por ciento en el total de cabezas, con referencia a las citadas para el año 1977.

Principales núcleos ganaderos

Aquel núcleo de conglomerado vacuno, tal como se presentara en la pampa húmeda, agrupando el 80 por ciento de la ganadería del país, observó, a fines de 1960 y principios de la década de 1970, un desarrollo de áreas de crianza de bovinos fuera de sus extensiones. Entre 1960 y 1981, aumentaron el desarrollo de esta actividad, provincias como La Pampa, Córdoba, Entre Ríos, Santa Fe, entre otras. Se convirtieron también en relevantes centros de explotación ganadera provincias como Corrientes, Entre Ríos etc. (Figura 3).

CARACTERIZACION DE CONTEXTO SUELO - PLANTA - ANIMAL

- Distribución de suelos según clases (Alonso, 1982)

Debido a que el sistema productivo ganadero argentino se basa en el pastoreo directo durante todo el año, prescindiendo de estabulación y uso de suplementos, se hace absolutamente necesario, caracterizar los suelos en general para el país, y en particular para las regiones que centralizan los grandes núcleos ganaderos. Es dable observar que, para el estudio del contexto epidemiológico dentro del cual se desarrollan las enfermedades de la nutrición, la composición y características químicas de estos suelos, las pasturas y sus niveles de nutrientes, el metabolismo animal, y sumado a ello los factores ambientales, exigen ser estudiados en su conjunto. (Figura 4).



AREAS GANADERAS




-  SOBRE DESMONTE
-  SOBRE CAMPO NATURAL
-  SOBRE PASTURAS DE CULTIVO



Figura 1. Areas Ganaderas de Argentina

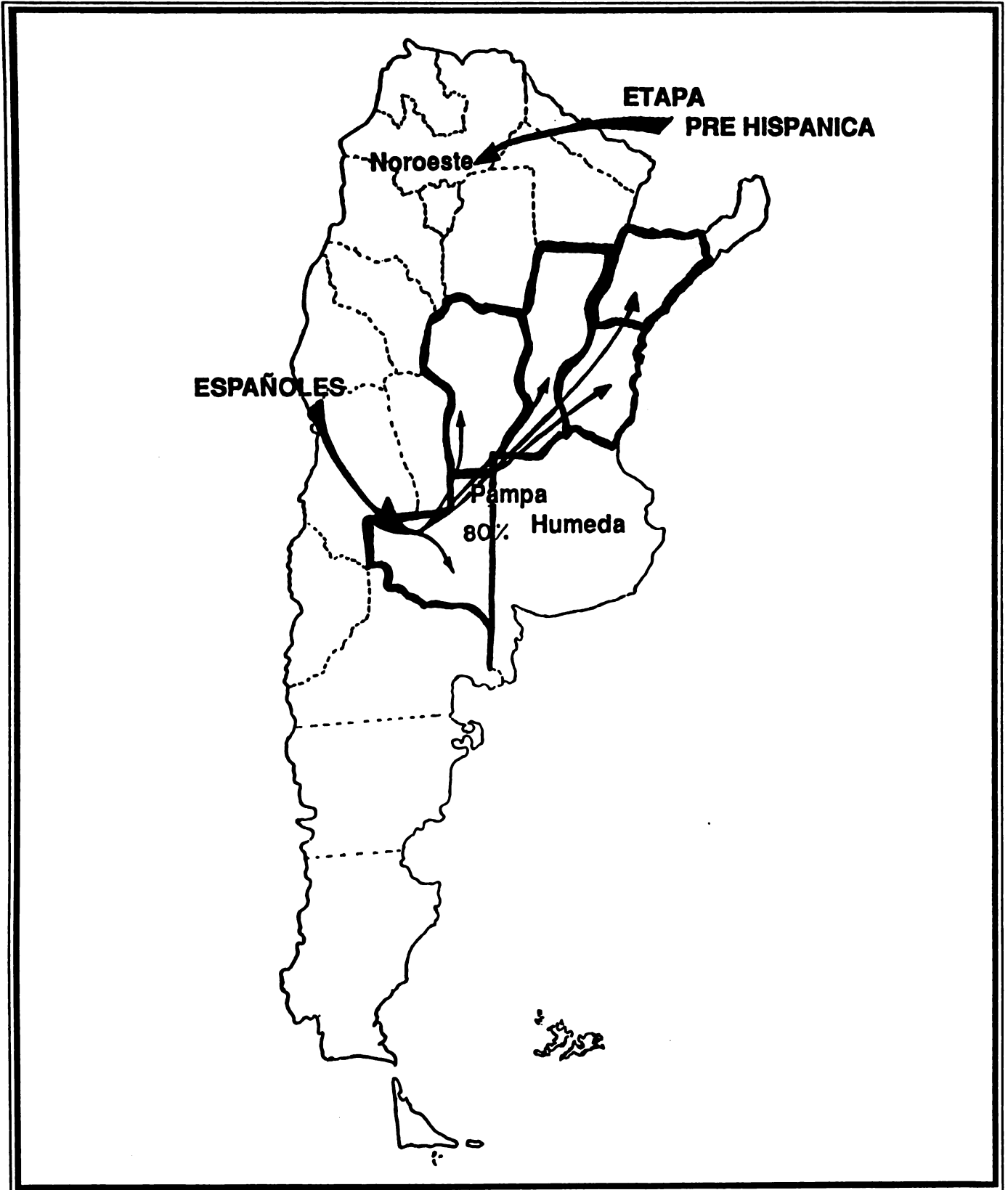


Figura 2. Evolución ganadera. Principales núcleos.

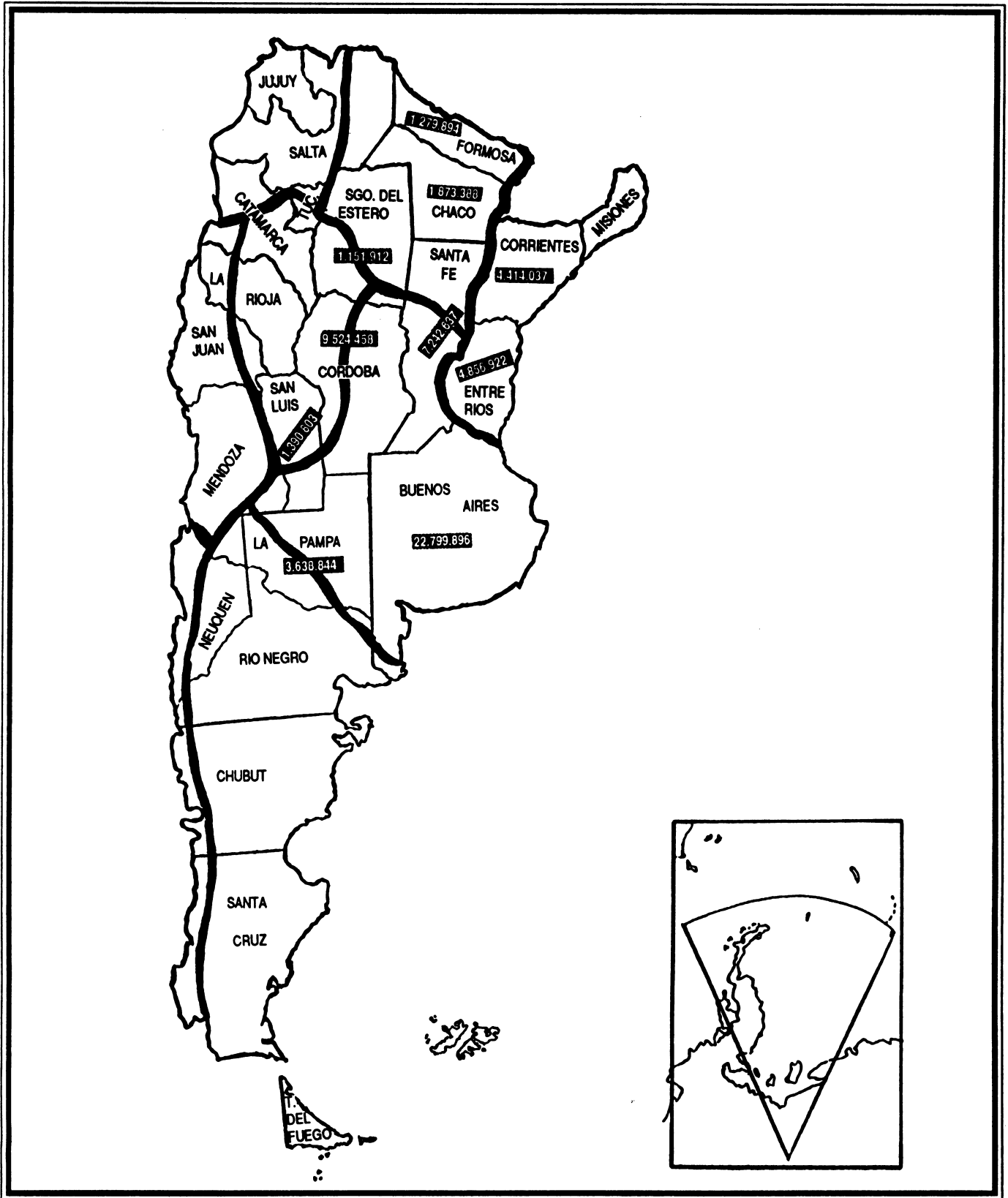


Figura 3. Distribución ganadera

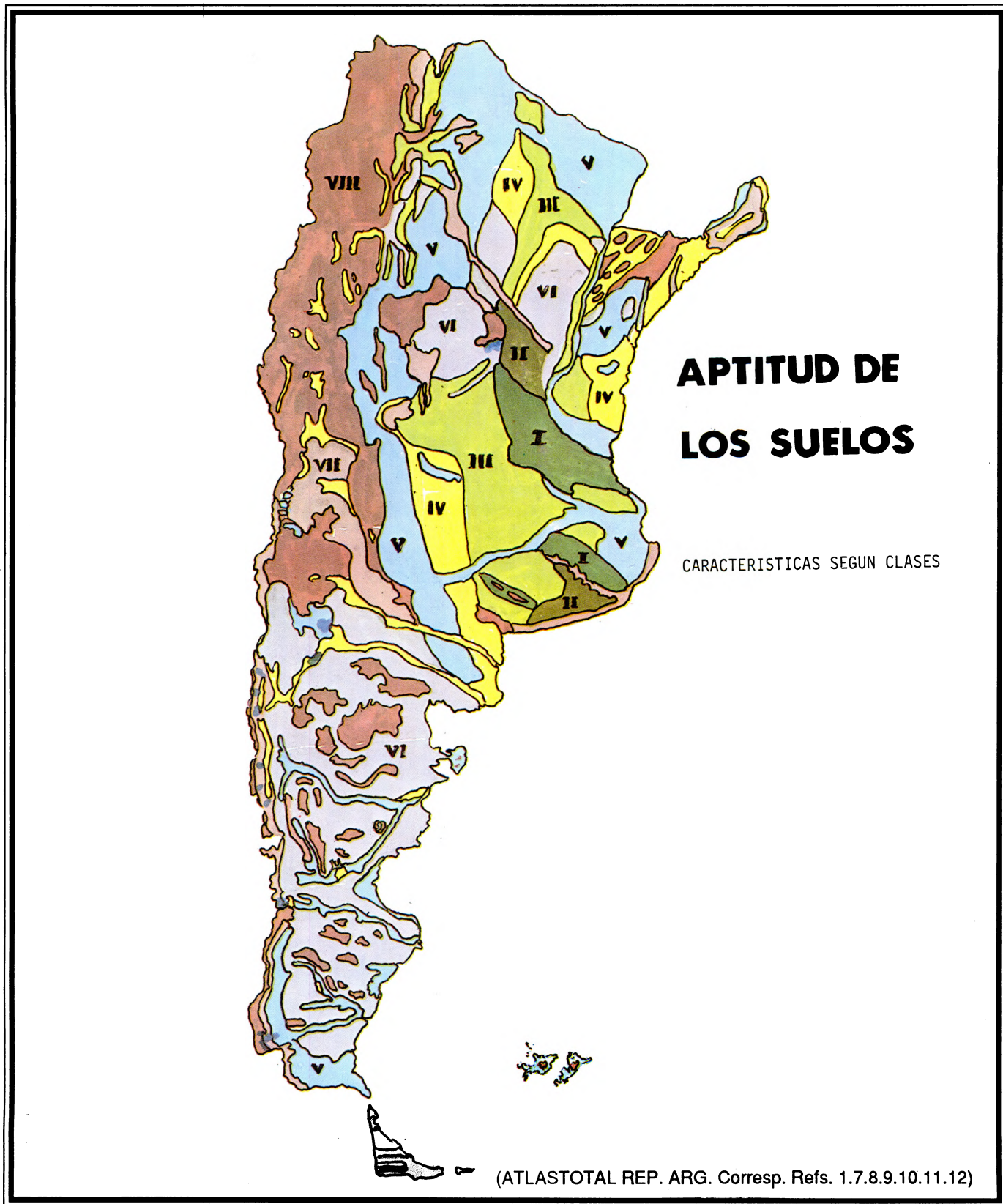


Figura 4. Aptitud de los suelos. (Características según clases).

- Características de los suelos según clases

- Clase I Sin limitaciones de uso. Profundos. Bien drenados. Buena retención de agua. Buen nivel nutritivo. No inundables. Buenas pasturas.
- Clase II Algunas limitaciones de uso. Poco profundos. Ocasionales inundaciones. Requieren prácticas de conservación. Alcalinidad y salinidad moderada. Pasturas y campo natural.
- Clase III Severas limitaciones. Escasa profundidad. Inundaciones frecuentes. Permeabilidad lenta. Exceso de humedad. Baja retención de agua. Baja fertilidad. Algunas pasturas y campos naturales.
- Clase IV Severas limitaciones. Escasa profundidad. Inundables. Baja retención de agua. Humedad excesiva. Fuerte salinidad y alcalinidad. Sólo reciben dos o tres tipos de pastos.
- Clase V Pedregosos. Inundaciones frecuentes. Excesiva humedad. Pastoreo natural.
- Clase VI Pedregosos. Inundables. Humedad excesiva. Baja retención de agua. Alta salinidad y alcalinidad.
- Clase VII Suelos de sierras. Exceso de humedad. No admiten mejoras. Gran salinidad y alcalinidad.
- Clase VIII Sin posibilidad de aprovechamiento agrícola-ganadero. Conservación de fauna silvestre. Escasa retención de humedad.

Todos estos suelos responden a entidades edáficas que comprenden unas 36 variables, identificadas en base a múltiples análisis. No obstante, se hace difícil con tantas variables de factores, encuadrarlos con precisión en el correspondiente tipo clásico de suelo. Aún bajo estas condiciones, y tomando la definición estricta de Ecología, como ciencia que estudia las vinculaciones entre el medio y los seres vivos (vegetal, animal y humana), es indispensable conocer a fondo las interrelaciones de los elementos que integran la Unidad Ambiental clima - suelo - planta y

finalmente a los animales que conviven con dicho contexto.

PRINCIPALES TRASTORNOS DE LA NUTRICION MINERAL

En base a distintos trabajos realizados en diferentes regiones del país, se han determinado estados deficitarios de diversos minerales, mediante estudios de pasturas y tejidos minerales. Esta distribución de deficiencias se presentan en la Figura 5. (Arano, 1985; Arias, Peruchena, Manunta, Slobodzian, 1985; Auza, 1983; Auza, Acuña, Casaro, Braun, 1983; Balbuena, 1985; Coppo, 1985; Hoffer, Monje, 1985; Marcos, 1985; Mombelli, Fader, 1985; Mufarrege, Somma, Homse, 1986; Ruksan, Auza, 1978).

PERSPECTIVAS DE INVESTIGACION

- Objetivos generales

Desarrollo de tecnología para incrementar la productividad de los sistemas integrados por bovinos para carne y aumentar la calidad de producto animal, con énfasis en conservación de los recursos naturales. En Argentina este último aspecto mencionado merece, a nuestro criterio, ser concretado detenidamente, analizando fundamentalmente el deterioro creciente de los suelos. El uso de tierras en forma indiscriminada, ha modificado las condiciones naturales de evolución, trayendo como consecuencia una merma de fertilidad por alteración de sus características físico-químicas, erosión hídrica o eólica, inundaciones, ausencia de técnicas conservacionistas. Esta disminución en la producción por parte de los suelos socava las bases de la economía y, fundamentalmente, deteriora la principal fuente de obtención de alimentos como la carne, de ahí la significancia de conservar y recuperar las tierras.

- Objetivos específicos

Desarrollo de líneas de investigación específica para el estudio de las principales limitantes en la explotación de vacunos para carne:

1. Baja receptividad de las pasturas.



Figura 5. Distribución de las principales carencias.

2. Bajos porcentajes de parición.
3. Bajas tasas de crecimiento individual.
4. Inadecuado manejo de los trastornos de la nutrición.

Para el desarrollo de estas propuestas, consideramos oportuna, la estructuración de grupos de investigación interdisciplinario, haciendo énfasis en la fisiología de la nutrición y de la reproducción, con capacidad para interpretar fenómenos fisiopatológicos.

LITERATURA CITADA Y CONSULTADA

- ALONSO, H. 1982. Aptitud agrícola potencial de los suelos. Clases de aptitud. *Atlas total de la República Argentina*. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires, Argentina. 2: 309-311.
- ARANO, R. A. 1985. Nutrición mineral del ganado en el área de jurisdicción de la EEA Marcos Juárez (Córdoba). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (supl. 3): 29-37.
- ARIAS, A. A.; PERUCHENA, C. D.; MANUNTA, O. A.; SLOBODZIAN, A. 1985. Experiencias de suplementación mineral realizadas en la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (supl. 3): 57-70.
- AUZA, N. 1983. Copper in the ruminants: A review. *An. Vet. Res.*, 14: 21-37.
- _____; ACUÑA, C.; CASARO, A. P.; BRAUN, J. P. 1983. Effects de l'administración de diverses preparacions chez des bovins carences en cuivre. *Biologie Prospective*. 5^o Colloque International de Pont-a-Mousson. Masson éd., 1983, p. 1145-1147.
- BALBUENA, O. 1985. Nutrición mineral del ganado. EEA El Colorado, Formosa. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (supl. 3): 19-23.
- BELLATI, J. 1975. Magnitud superficial del deterioro de los suelos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Departamento de Suelos. Unidad Edafológica Agrícola. INTA Argentina.
- BONNASSIOLLE, E. (original: Alonso, H.). 1982. Aptitud potencial de los suelos, *Atlas total de la República Argentina*, Centro Editor de América Latina. Buenos Aires, Argentina. 2: 306-307.
- BONNASSIOLLE, E. (original: Alonso, H.) 1982. Tipos de suelos. *Atlas total de la República Argentina*. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires, Argentina. 2: 298-299.
- _____. 1982. Deterioro de los suelos. *Atlas total de la República Argentina*. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires, Argentina. 2: 312-313.
- _____; SILVESTRI, J. 1982. Grado de Artificialización del medio natural por ganadería. *Atlas total de la República Argentina*. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires, Argentina. 2: 473.
- CHIOZZA, E. 1982. Artificialización del medio natural por la ganadería. *Atlas total de la República Argentina*. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires, Argentina. 2: 472.
- COPPO, J. A. 1985. Informe sinóptico sobre aspectos relacionados con la nutrición mineral del ganado en el N.E.A. efectuado por el "Servicio de Análisis Clínicos" de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la U.N.N.E. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (supl. 3): 23-24.
- HOFFER, C.; MONJE, A. 1985. Información sobre nutrición mineral del ganado en Entre Ríos. EEA Concepción del Uruguay. INTA. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (supl. 3): 12-18.
- _____; MONJE, A. 1985. Efecto de la suplementación fosfórica en rodeos de cría. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (supl. 3): 51-56.
- Informe Proyecto INTA-BID. 1986. Subproyecto de Investigación. Componente: "Producción Animal". Departamento de Producción Animal. INTA Balcarce. Argentina.
- MARCOS, F. 1985. Informe de la EEA Rafaela (Santa Fe). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (supl. 3): 34-36.
- MOMBELLI, J. C.; FADER, O. W. 1985. Informe de la EEA Manfredi (Córdoba). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (supl. 3): 31-33.
- MUFARREGÉ, A.; SOMMA, G.; HOMSE, A. 1986. Nutrición mineral del ganado en la jurisdicción de la EEA Mercedes (Corrientes). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (supl. 3): 5-24.
- RUKSAN, B.; AUZA, N. 1978. Estudio sobre las deficiencias minerales de la nutrición del ganado en la zona de cría del Sudeste de la Pcia. de Buenos Aires. EEA Balcarce. Reunión Anual 1978, 2: 34.

Estado de la investigación en nutrición mineral en la República Argentina

por Diego Rochinotti *

FOSFORO

Rubino (1934) realizó la descripción de la deficiencia en el Uruguay y mencionó a la provincia de Corrientes como deficiente en este elemento, basándose en valores obtenidos en el suelo por Lavenir (1901). Estas descripciones fueron confirmadas posteriormente en el centro-sur de Corrientes (Gómez y Quevedo, 1943) y en el norte de esa Provincia (Schiffo y Polo, 1964).

En muestreos realizados en establecimientos ubicados en los departamentos de Santo Tomé, Paso de los Libres y Mercedes de la provincia de Corrientes, se obtuvieron valores promedios anuales de fósforo en pastos de 0.1, 0.07 y 0.08 g P/100 g MS respectivamente (Kraemer y Mufarrege, 1965). Estos valores oscilaron a lo largo del año entre mínimos de 0.04 g p/100 g MS en el invierno y máximos de 0.15 g P/100 g MS, en primavera-verano. Posteriormente, se confirmó la deficiencia de fósforo en pastos, estableciéndose que la misma era más marcada en los departamentos del SE de la provincia de Corrientes (Mufarrege et al, 1983).

La deficiencia de fósforo fue confirmada también a través del análisis de la concentración de fósforo inorgánico en sangre entera (Kraemer y Mufarrege,

1965). Estos encontraron que en las vacas con sintomatología clínica de afosforosis los valores de fósforo inorgánico oscilaban entre 1.7 y 3.5 mg P/100 ml. En muestreos realizados sobre vacas de cría sin manifestaciones clínicas de deficiencia, los niveles de fósforo inorgánico también fueron menores a los considerados normales, estableciéndose que la deficiencia de fósforo es uno de los factores nutricionales más importantes que afectan la producción animal en la provincia de Corrientes (Kraemer y Mufarrege, 1965; Rochinotti, Somma de Feré y Mufarrege, 1981).

En la provincia de Entre Ríos, el nivel de fósforo en sangre entera de vacas muestreadas en distintas áreas ecológicas, osciló entre 3.0 y 4.4 mg P/100 ml. Se determinó que la deficiencia se hallaba circunscrita al área norte de la Provincia. (Hoffer, Kraemer y Galli, 1974).

En la provincia de Buenos Aires se comprobó la deficiencia de fósforo en campos ubicados en la depresión del Salado (Bingley, Landó y Carrillo, 1965). Ellos establecieron que la misma era más marcada en los potreros bajos con respecto a los altos de un mismo establecimiento, lográndose aumentar los niveles de fósforo inorgánico en sangre, al cambiarse los animales de los potreros bajos a potreros altos con pasturas cultivadas de mejor calidad (de 2.3 a 5.3 mg P/100 ml). Los valores más bajos los obtuvieron durante el invierno, coincidente con un menor nivel de fósforo en las pasturas.

La suplementación con harina de huesos y sal de novillos en pastoreo en una zona deficiente produjo una mayor ganancia de peso, comparado con animales no suplementados (Arias, Manunta, 1981) (Cuadro 1).

* *Ingeniero Agrónomo, EEA Mercedes/INTA, Mercedes, Corrientes, Argentina.*

	n	Peso vivo inicial (kg)	Peso vivo final (kg)	Ganancia de peso (kg)	Ganancia diaria (g)
Suplementado	19	191	392	201	300
Testigo	18	190	322	132	199

Cuadro 1. Efecto de la suplementación con harina de huesos y sal sobre el crecimiento de novillos 3/4 Brahman y 3/4 Hereford.

Fuente: Arias y Manunta, 1981.

Moffat (1967) ensayó el efecto de la suplementación fosfórica sobre la producción de terneros (Cuadro 2), observándose un aumento del número de terneros logrados como resultado final de los cinco años de ensayo, así como también una mayor estabilidad en el tiempo, de la producción comparado con el testigo sin suplementar.

preñez en las vaquillas de los potreros fertilizados y un 31 por ciento en la de los potreros no fertilizados.

SODIO

Balbuena y Mufarrege (1985) realizaron el diagnóstico clínico de la deficiencia, al analizar un caso de geofagia de novillos en la provincia de Formosa. El

Cuadro 2. Efecto de la suplementación con harina de huesos y sal sobre la producción de terneros en un establecimiento de la provincia de Corrientes.

Año	Suplementados		Testigos	
	n	Terneros vivos a los 30 días	n	Terneros vivos a los 30 días
1	150	96,0	150	93,3
2	150	94,0	150	79,3
3	150	93,3	150	86,0
4	150	87,3	150	78,7
5	128	87,5	120	65,6
x	-	91,7	-	81,0

Fuente: Moffat, 1967.

La fertilización fosfórica del campo natural en zonas deficientes produjo un aumento del contenido de fósforo de las pasturas (Rochinotti, 1985)(Figura 1), lo que afecta el nivel de fósforo inorgánico en sangre (Figura 2). Niveles promedios de 0,11 g P/100 g MS de los pastos fertilizados permiten mantener los niveles sanguíneos dentro de rangos normales, mientras que sobre pasturas no fertilizadas, el nivel de fósforo en sangre cae en el tiempo, llegando a niveles extremadamente deficientes. La ganancia de peso estuvo también afectada por la fertilización (Figura 3). La eficiencia reproductiva al primer servicio fue afectada por el tratamiento, obteniéndose un 73 por ciento de

nivel de sodio en la saliva de los animales afectados descendió a 44 meq/l, observándose una relación sodio (Na) potasio (K) de 0.6. La suplementación de los animales con sal (ClNa) aumentó los niveles salivales de sodio a 83 meq/l con una relación Na: K de 9.

En la provincia de Corrientes al analizar 1692 muestras de pastos provenientes de distintos lugares de la provincia se obtuvieron niveles promedios de sodio de 0.03 ± 0.03 g/100 g MS (Mufarrege et al, 1983), lo que indica que gran parte de los forrajes no aportan niveles suficientes de sodio para una correcta nutrición de los animales que las pastorean.

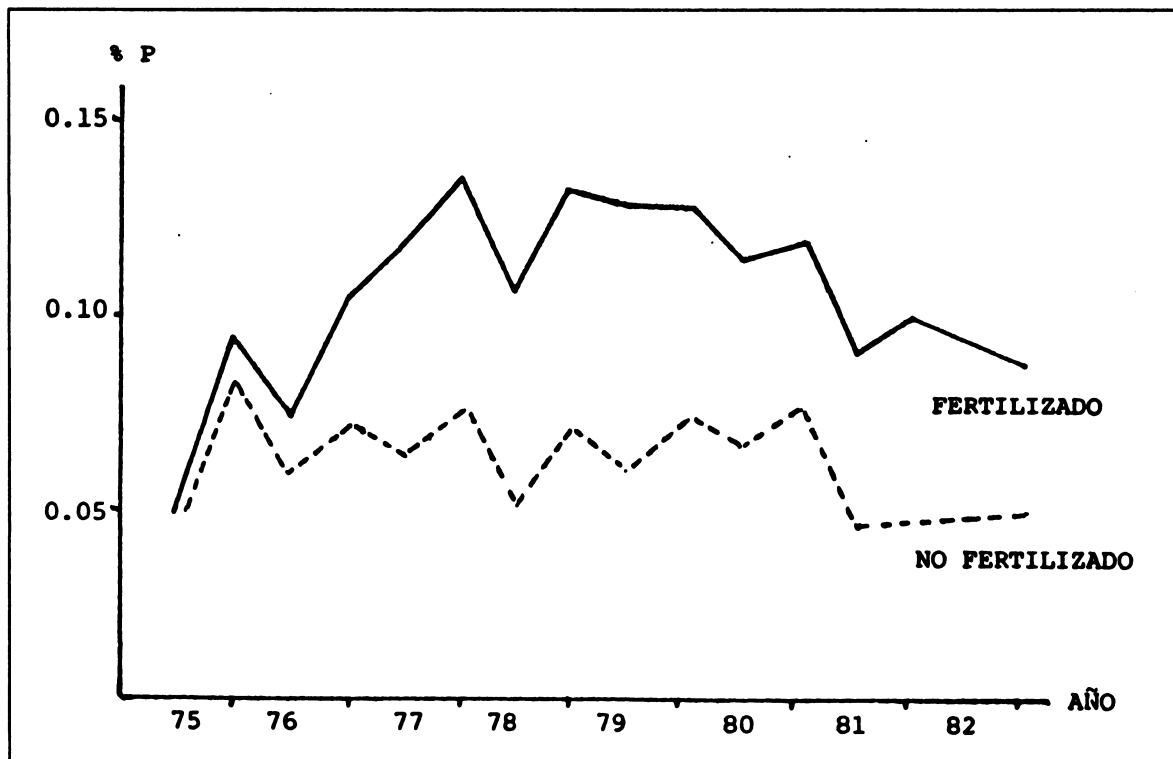


Figura 1. Variación en el tiempo del contenido de Fósforo total de la pastura en cada tratamiento.

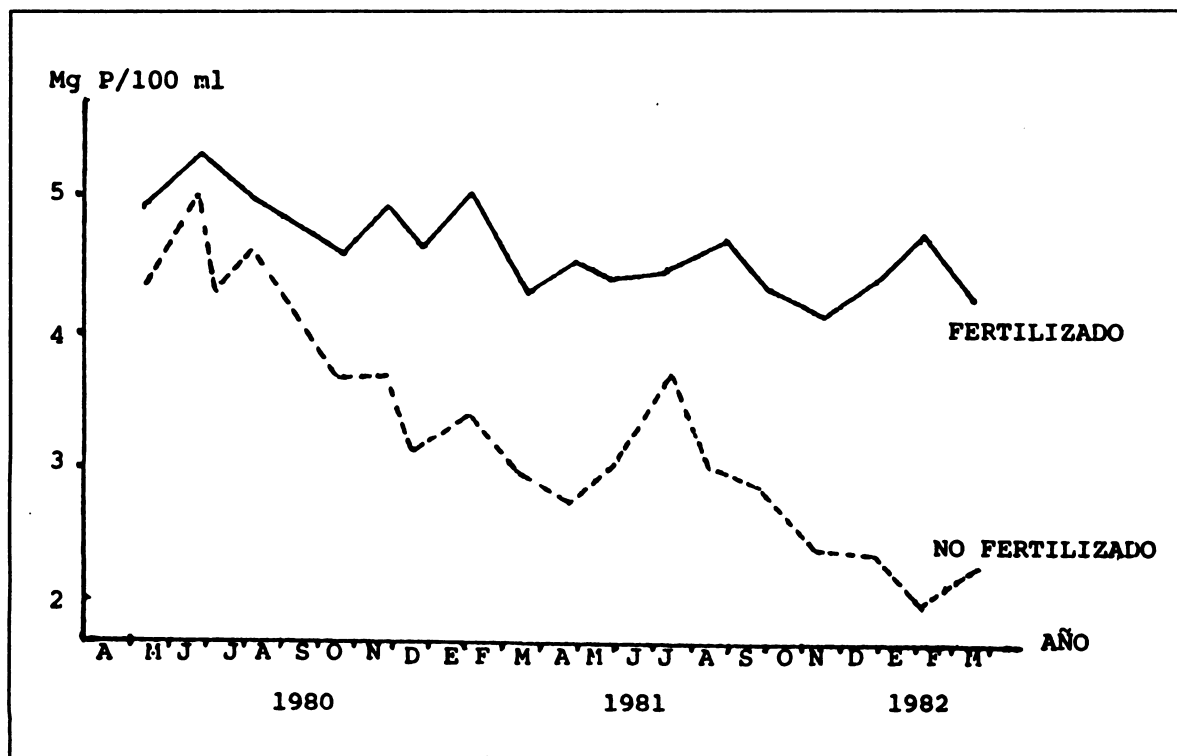


Figura 2. Variación en el tiempo del nivel de Fósforo inorgánico en sangre entera de los animales en cada tratamiento.

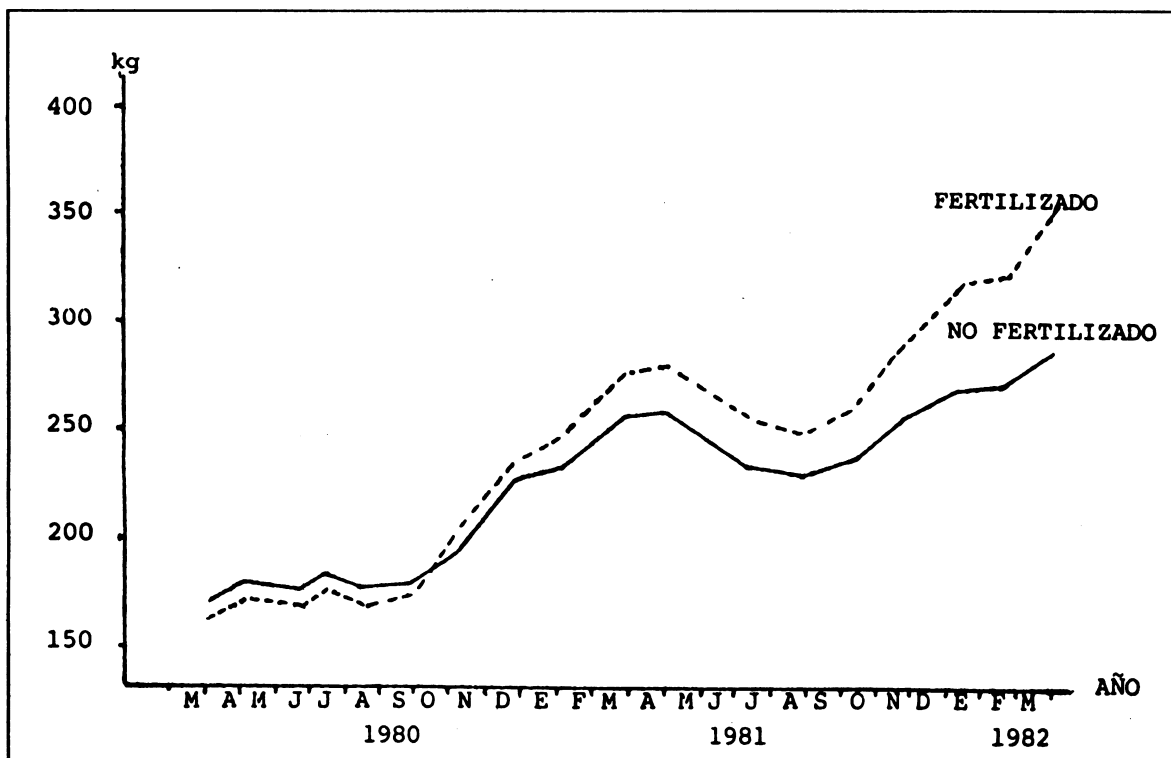


Figura 3. Variación en el tiempo del peso vivo de los animales en cada tratamiento.

MAGNESIO

La deficiencia clínica ha sido diagnosticada en el país. Se ha encontrado que los niveles de magnesio sérico descienden en vacas y terneras en el invierno (Suárez et al, 1985) (Cuadro 3), cuando pastorean pasturas tetanigénicas. Estos valores se asocian con una caída del contenido de magnesio de la pastura.

Cuadro 3. Concentración sérica de magnesio (mg/100 ml) en animales en pastoreo sobre pasturas tetanigénicas.

COBRE

Bingley y Carrillo (1966) informan la deficiencia en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, encontrando que predominaba en campos bajos y mal drenados. El diagnóstico fue hecho comparando niveles de cobre en hígado y sangre entre campos afectados y no afectados. Se observó que los niveles disminuían en los animales de la zona afectada debido a una alteración de la relación cobre-molibdeno en la pastura (Cuadro 4).

	Fecha		
	Marzo	Junio	Noviembre
Vacas de cría	1,88	1,17	1,90
Terneros	1,62	1,08	2,18

Fuente: Suárez et al, 1985.

Cuadro 4. Niveles de cobre en hígado, sangre y pastos y de molibdeno en pastos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires.

	Cu hepático p.p.m.	Cu Sangre g/ml	Cu pastos p.p.m.	Mo pastos p.p.m.	Relación Cu:Mo
Zona afectada	9,2	0,44	7,0	6,2	1,1
Zona no afectada	179	0,87	8,7	1,7	5,2

Fuente: Bingley y Carrillo, 1966.

La deficiencia fue establecida posteriormente en el sur de Córdoba (Núñez, Carumbé y Filipini, 1976); norte de Santa Fe (Ruksan et al, 1982); Chaco y Formosa (Balbuena et al, 1983); Salta (Postiglione et al, 1984); Entre Ríos (Ricciardino, Doello Jurado y Bruno, 1982); no así en Corrientes (Somma de Feré et al, 1983; Arias et al, 1985).

Se han realizado numerosos ensayos de respuesta a la suplementación y se han obtenido respuestas en la ganancia de peso (Steffan et al, 1982). Estos estudiaron el efecto de la administración parenteral de cobre de liberación lenta sobre la ganancia de peso de 30 novillos por tratamiento, obteniendo en 120 días de ensayo un aumento de peso de 121 kg para los tratados y 96 kg en el lote testigo.

También se han evaluado distintas vías de suplementación, encontrándose que no hubo diferencias de ganancia de peso al utilizar agujas de óxido de cobre en forma oral o edetato de cobre inyectable, siendo éstas de 200 kg y 195 kg respectivamente y sí hubo mayor diferencia con el lote control que ganó 176 kg (Ruksan et al, 1985).

Ruksan et al (1982) estudiaron el efecto de la suplementación con cobre sobre el crecimiento y fertilidad de vaquillonas (Cuadro 5). Se debe observar que las diferencias entre la suplementación oral e inyectable, se deben probablemente a que esta región posee un marcado exceso de sodio lo que limita el consumo voluntario del suplemento.

	Ganancia de peso g/día	Actividad ovárica %	Preñez %
Control	798	23,9	76,0
Cobre Oral	774	43,4	82,6
Cobre Inyectable	885	39,1	91,3

Cuadro 5. Efecto de la suplementación con cobre sobre el crecimiento y parámetros reproductivos de vaquillonas pastoreando *Melilotus albus*.

Fuente: Ruksan et al, 1982

Los resultados de la suplementación con cobre muchas veces no son tan alentadores. Alberio et al (1983) no encuentran diferencias en los parámetros reproductivos al suplementar con cobre un rodeo de buena producción que presentaba signos de acromotriquia.

SELENIO

La enfermedad de los músculos blancos ha sido descrita recientemente en el país (Duffy et al, 1986) y se están llevando a cabo los primeros ensayos de respuesta a la suplementación.

LITERATURA CITADA

- ALBERIO, R. H.; BUTLER, H. M., PALMA, G. R.; TORQUATI, O. Y SCHIERSMANN, G. C. S. 1984. Efecto del destete temporario y/o cobre parenteral sobre la actividad sexual post-parto en vacas multíparas. Rev. Arg. Prod. Anim. 4: 1031-1039.
- ARIAS, A. A. y MANUNTA, O. A. 1981. Suplementación con harina de huesos y sal, en un área deficiente en fósforo. Su efecto sobre el crecimiento de novillos. Producción Animal AAPA (Argentina). 7: 64-76.
- _____; PERUCHENA, C. O.; MANUNTA, O. A. y SLOBODZIAN, A. 1985. Experiencias de suplementación mineral realizadas en la EEA Corrientes, Rev. Arg. Prod. Anim. 4 (Supl. 3): 57-70.
- BALBUENA, O. y MUFARREGÉ, D. J. 1985. Suministro de sal a novillos con geofagia en la provincia de Formosa. Vet. Arg. 2: 21-33.
- _____; TOLEDO, H. O.; LUCIAN, C. A. e IVANCOVICH, J. C. 1983. Niveles de cobre en sueros de bovinos de Chaco y Formosa (Argentina). Rev. Med. Vet. (Buenos Aires) 64: 358-361.
- BINGLEY, J. B. y CARRILLO, B. J. 1966. Nature 209:834-835.
- _____; LANDO, E. R. y CARRILLO, B. J. 1965. Entequ seco. Aspectos bioquímicos. II. Niveles de fósforo en sangre de bovinos en áreas afectadas. INTA- Estación Experimental Regional Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico Nº 39, 16 p.
- DUFFY, S. J.; MIQUET, J. M.; RUKSAN, B. E.; CORREA LUNA, M. y BLANCO VIERA, F. J. 1986. Enfermedad del músculo blanco en terneros de cría, Vet. Arg. 3: 16-22.
- GOMEZ, H. y QUEVEDO, J. 1984. Algunas referencias sobre la osteomalacia, mal de paletas o chichaca de los bovinos de Corrientes. Rev. Arg. Agron. 8 (supl): 77-78.
- HOFFER, C. C.; KRAEMER, M. L. y GALLI, I. O. 1974. Área ecológica y niveles de fósforo en sangre. Producción Animal AAPA (Argentina) 3: 394-398.
- KRAEMER, M. L. y MUFARREGÉ, D. J. 1965. Niveles de fósforo inorgánico en sangre de bovinos y fósforo total en pastos de la pradera natural. INTA Estación Experimental Agropecuaria Mercedes. Serie Técnica Nº 2, 8 p.
- LAVENIR, P. 1901. Estudios de los suelos argentinos, An. Min. Agric. 1:1.
- MOFFAT, J. K. 1967. El suministro de harina de huesos y sal común en el ganado de la Provincia de Corrientes. Efecto sobre la producción de terneros. Resistencia Inst. Agrotec. Fac. Agron. Vet. UNNE. 3 p.
- MUFARREGÉ, D. J.; SOMMA DE FERRE, G. R. y BENITEZ, C. A. 1983. Contenido de fósforo, sodio y potasio de pasturas naturales de la provincia de Corrientes. Producción Animal AAPA (Argentina) 10: 281-288.
- NUÑEZ; CARUMBE y FILIPINI. 1976. Gac. Vet. 38:255.
- POSTIGLIONE, M. D. G. T. de; BINGLEY, J. B. y DWINGER, R. H. 1984. Liver copper concentrations in cattle in Salta province, Argentina, Trop. Anim. Hlth, Prod. 16: 188-189.
- RICCIARDINO, M. Z.; DOELLO JURADO, M. y BRUNO, J. 1982. Factores que influyen sobre el metabolismo del cobre en bovinos de carne de la provincia de Entre Ríos. Resúmenes IV Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias. La Plata 55 p.
- ROCHINOTTI, D. 1985. Efecto de la fertilización fosfórica del campo natural sobre el crecimiento y fertilidad de vaquillonas en Mercedes (provincia de Corrientes) Tesis M. Sc. Fac. Ciencias Agrarias, UNMDP. 134 p.
- _____; SOMMA DE FERRE, G. R. y MUFARREGÉ, D. J. 1981. Hematocrito, hemoglobina, proteínas totales, fósforo inorgánico y cobre en sangre de bovinos para carne en la provincia de Corrientes. Rev. Med. Vet. (Buenos Aires) 62: 33-38.

- RUBINO, M. C. 1934. Influencia de la composición del suelo y de los pastos sobre el desarrollo de la osteomalacia de los bovinos. Acad. Nac. Agron. Vet.
- RUKSAN, B. E.; CASARO, A. E.; JAESCHEKE, J.; LAGOS, F. y GONZALEZ PONDAL, D. 1982. Trastornos clínicos-patológicos ocasionados en bovinos por pastoreo de *Melilotus alba*, Rev. Arg. Prod. Animal 2: 519-536.
- _____; CORREALUNA, M. y LAGOS, F. 1985. Suplementación de bovinos con óxido de cobre por vía oral versus cobre inyectable. Acta Xº Congreso Panamericano de Veterinaria y Zootecnia. Buenos Aires. Trabajo 238.
- SCHIFFO, H. P. y POLO, S. E. 1964. Afosforosis en ganado de cría pastoreando en rastrojo de arroz, Gac. Vet. (Buenos Aires, 26: 384 - 391.
- SOMMA DE FERRE, G.R.; ROCHINOTTI, D.; ZURBRIGGEN, M. A. y MUFARREGE, D. J. 1983. Niveles de cobre sérico en vacas de cría de la provincia de Corrientes, Argentina, Rev. Invest. Agrop. INTA, Buenos Aires 17: 151-157.
- STEFFAN, P.E.; FIEL, C. A.; ODRIUZOLA, E. R.; ACUÑA, L. M. y ROJAS PANELO, F. M. 1982. Evaluación y comparación de dos productos de aplicación parenteral en la terapéutica de la hipocuprosis de los novillos, Rev. Arg. Prod. Anim. 2: 1-10.
- SUAREZ, V. H.; FRECENTESE, M. A.; MEDRANO, C. A.; BUSETTI, M.R.; MICHEO, G. L. y CORBELLINI, C. P. 1985. Parámetros sanguíneos de un rodeo de cría y concentraciones de pasturas con antecedentes tetanigénicos, Rev. Arg. Prod. Anim. 5: 765:772. clínicopatológicos ocasionados en bovinos por pastoreo de *Melilotus alba*, Rev. Arg. Prod. Animal 2: 519-536

Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil

por Carlos Hubinger Tokarnia *, Jürgen Döbereiner ** e Sheila S. Moraes **

SINOPSE

É apresentada uma revisão dos estudos realizados no Brasil sobre perturbações no metabolismo mineral em bovinos, sobretudo deficiências minerais, e sobre botulismo, a complicação mais importante da deficiência de fósforo. Nesta revisão são considerados os trabalhos publicados após 1976, e ela constitui uma atualização de uma anterior, apresentada durante o Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, em Belo Horizonte, 1976.

As deficiências minerais diagnosticadas em bovinos no Brasil foram as de P, Na, Co, Cu, I, Zn, Mn (última condicionada ao excesso de Fe na pastagem e suplementação excessiva de Co); foram obtidos valores baixos de Se em amostras de fígado e de soro sanguíneo em certas regiões. O botulismo epizootico foi diagnosticado em extensas regiões onde ocorre deficiência de fósforo. Foram diagnosticadas intoxicação por cobre, hipocalcemia devido a ingestão de pastagem rica em oxalatos e a intoxicação por flúor.

As ocorrências de deficiências minerais diagnosticadas até 1976, as de 1976 a 1987 e as de botulismo epizootico foram lançadas em três mapas, com as respectivas referências bibliográficas.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Nutrição mineral, deficiência minerais, excessos minerais, botulismo, bovinos, Brasil.

INTRODUÇÃO

Desde o Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, realizado em Belo Horizonte em 1976, quando fizemos uma estimativa da situação da pesquisa sobre deficiências minerais em ruminantes no Brasil até aquela data, a investigação desse assunto tem feito progressos bastante grandes em nosso país. Ultimamente têm sido alvo principal dessas pesquisas as Regiões Centro Oeste e Norte, nas quais o grande incremento ocorrido na criação de bovinos confirmou os fortes indícios de que deficiências minerais são de muita importância como fator limitante na criação de gado.

No Brasil, até 1976, haviam sido diagnosticadas deficiências de P, Co, Cu, e I em bovinos em regime de campo (Figura 1). Já ficara bem estabelecido que a deficiência de fósforo era, destacadamente, a mais importante, mas que deficiências de cobre e cobalto também ocorriam em amplas áreas, sendo a de iodo limitada a algumas poucas áreas do Brasil. Secundariamente à deficiência de fósforo foi diagnosticado botulismo sob forma epizootica no Piauí, no sul do Maranhão e norte de Goiás. Deficiências de outros minerais, que se sabia ocorrerem em outros países, como as de Zn, Mn e Se, bem como de Na e Mg, não tinham sido diagnosticadas. Dados detalhados sobre todas essas ocorrências diagnosticadas no Brasil até 1976, constam de nossa revisão publicada no Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, Belo Horizonte, 1976, e na sua versão inglesa atualizada editada em 1978 (Tokarnia & Döbereiner 1976, 1978).

* Departamento de Nutrição Animal, Universidade Federal rural do Rio de Janeiro, Km 47, Seropédica, RJ 23851.

** EMBRAPA - Unidade de Apoio ao Programa Nacional de Pesquisa em Saúde Animal, Km 47, Seropédica, Rio de Janeiro 23851.

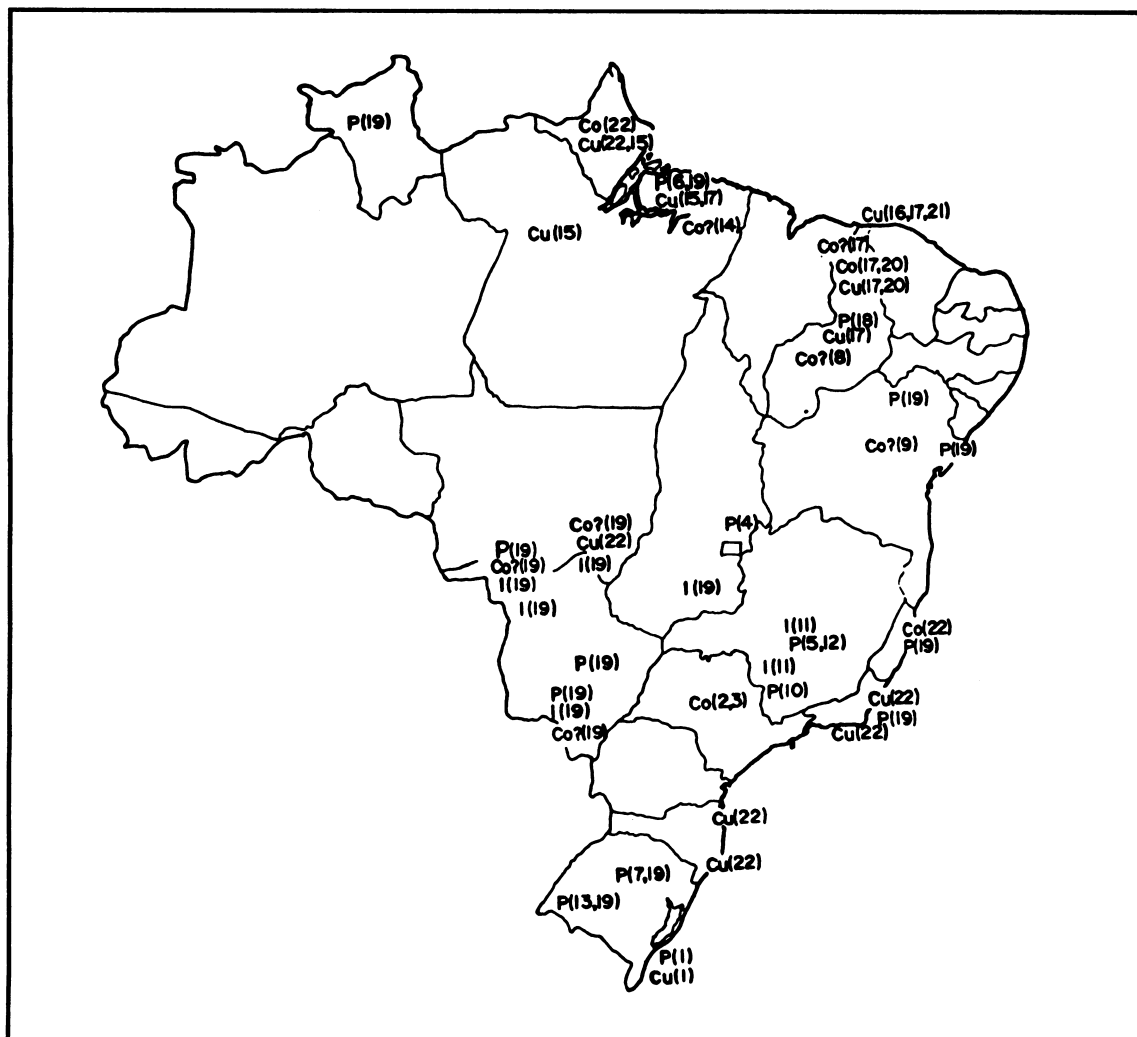


Figura 1. Deficiências minerais diagnosticadas no Brasil até 1976. Os números em parênteses indicam a fonte de informação obtida da seguinte literatura:

- (1) Bauer A. C., Santos A. G. & Mancuso P. C. 1964. Algumas observações sobre uma doença de bovinos no município de Santa Vitória do Palmar. III Conf. Soc. Vet. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 153-161.- (2) Corrêa R. 1955. Carência de cobalto em bovinos no Estado de São Paulo. *Revta bras. Biol.* 15: 309-313.- (3) Corrêa R. 1957. Carência de cobalto em bovinos. *Arqs. Inst. Biológico*, S. Paulo, 24: 199-227.- (4) Dayrell M. S., Döbereiner J. & Tokarnia C. H. 1973. Deficiência de fósforo em bovinos na região de Brasília. *Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet.*, 8:105-114.- (5) Glóvine N. 1943. Estudo clínico da deficiência de fósforo nos bovinos de Minas Gerais. *Arqs. Esc. Vet.*, Belo Horizonte, 1:17-25, 7 fig.- (6) Guimarães J.M.A.B. & Nascimento C.N.B. 1971. Efeito da suplementação mineral sobre a percentagem de nascimentos de bezerros em rebanhos de bovinos de corte na Ilha de Marajó. *Série: Estudos sobre Bovinos*, IPEAN, Belém, Pará, Vol. 1 (Nº 2),: 37-51.- (7) Grunert E. & Santiago C. 1969. Über den Einfluss von Knochenfüttermehl auf die Fruchtbarkeit von Fleischrindern in Rio Grande do Sul, Brasilien. *Zuchthyg.* 4:65-71.- (8) Iglesias F. A. 1951. Caatingas e chapadões. *Sér. 5ª Brasileira*, vol. 271. Biblioteca Pedagógica Brasileira, Editora Nacional, São Paulo, p. 357-363.- (9) Macedo J. N. 1952. Fazendas de gado no vale de São Francisco. *Documentário da Vida Rural nº 3*, SIA, Min. Agricultura, Rio de Janeiro.- (10) Megale F. 1949a. Sobre a incidência de esteridade em vacas no Estado de Minas Gerais. *Arqs. Esc. Vet.*, Belo Horizonte, 2:17-27.- (11) Megale F. 1949b. Contribuição ao estudo do bócio congênito nos bezerros, no Estado de Minas Gerais. *Arqs. Esc. Vet.*, Belo Horizonte, 2:143-150.- (12) Menicucci Sobrinho L. 1943. Carência de fósforo e cálcio nos bovinos. *Arqs. Esc. Vet.*, Belo Horizonte, 1:9-15.- (13) Santos V.T. & Pereira Neto E. 1963. II Reunião de Zootecnia e Veterinária, Bagé, Rio Grande do Sul, p. 63.- (14) Soares L. C. 1963. Guia de Excursão nº 8, realizada por ocasião do XVIII Congr. Int. Geogr., Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, p. 304.- (15) Suttmöller P., Abreu A. V., Grift J. van der & Sombroek W.G. 1966. Mineral imbalances in cattle in the Amazon valley. *Communication nº 53*, Dep. Agric. Res., Amsterdam.- (16) Tokarnia C.H., Canella C.F.C. & Döbereiner J. 1960. Deficiência de cobre em bovinos no delta do Rio Parnaíba, nos Estados do Piauí e Maranhão. *Arqs Inst. Biol. Animal Rio J.*, 3: 25-37.- (17) Tokarnia C.H., Canella C.F.C., Guimarães J. A. & Döbereiner J. 1968. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no nordeste e norte do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.* 3:351-360.- (18) Tokarnia C.H., Canella C.F.C., Guimarães J.A., Döbereiner J. & Langenegger J. 1970. Deficiência de fósforo em bovinos no Piauí. *Pesq. Agropec. Bras.* 5:483-494.- (19) Tokarnia C.H. & Döbereiner J. 1978. Observações próprias, em: *Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brazil*. p. 163-169. In: Conrad J.H. & McDowell L.R. (ed.) *Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants*, Belo Horizonte, Brazil.- (20) Tokarnia C.H., Döbereiner J., Canella C.F.C. & Dâmaso M.N.R. 1961. Deficiência de cobalto em bovinos na Serra da Ibiapaba, no Estado do Ceará. *Arqs Inst. Biol. Animal, Rio de J.* 4:195-202.- (21) Tokarnia C.H., Döbereiner J., Canella C.F.C. & Guimarães J.A. 1966. Ataxia enzoótica em cordeiros na costa do Piauí. *Pesq. Agropec. Bras.* 1:357-382.- (22) Tokarnia C.H., Guimarães J.A., Canella C.F.C. & Döbereiner, J. 1971. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet.*, 6:61-77.

DIAGNÓSTICO DE DEFICIÊNCIA MINERAL

Antes de apresentar a situação atual da pesquisa sobre deficiências minerais em bovinos no Brasil, gostaríamos de fazer alguns comentários sobre o diagnóstico de deficiências mineral.

No diagnóstico de deficiências minerais, como no de qualquer problema, é necessário que se estudem as suas diversas manifestações e que se explore o problema sob diversos ângulos, para só então tirar a conclusão do conjunto dos dados obtidos. Muito importante e o primeiro passo é o exame do *rebanho*: na maioria das deficiências minerais mais acentuadas, o histórico, o exame clínico, a realização de necropsias e estudos histopatológicos podem ajudar consideravelmente no estabelecimento do diagnóstico. Assim, a osteofagia, aliada a raquitismo e osteomalácia e baixos índices de fertilidade, indica deficiência de fósforo; a presença de bócio endêmico em bezerras indica deficiência de iodo; um histórico de que ruminantes não sobrevivem a não ser quando mudados periodicamente para "terras saudáveis", quando associado a sintomas de perda e perversão de apetite, emagrecimento e anemia progressiva, constitui um indício forte da existência da deficiência de cobalto; hemossiderose acentuada em baço, linfonodos e eventualmente outros órgãos sugere deficiência de cobre.

Dados valiosos podem ser colhidos através dos exames radiológicos e histológicos de fragmentos de tecidos ósseo; com essa metodologia, ainda insuficientemente explorada, consegue-se colher informações seguras, entre outras, sobre o desenvolvimento do esqueleto em face das disponibilidades de P e Ca durante o desenvolvimento do animal (Dämmrich 1986, comunicação pessoal).

Porém na maioria das deficiências minerais, e sobretudo quando elas não são acentuadas, a determinação do quadro clínico-patológico, apesar de muito importante, não é suficiente. A certeza final no diagnóstico da maioria das deficiências minerais é dada por dois meios:

- a) por dosagens químicas de tecido animal, de amostras de pastagem e de solo;
- b) pela experimentação.

Em relação às dosagens químicas deve-se recorrer, em primeiro lugar, a análises de material proveniente de animais, e somente em segundo plano à análise de pastagens, e por último à análise do solo.

A análise de material proveniente dos animais permite verificar diretamente, com maior rapidez e mais facilmente, as deficiências existentes, como menor risco de erros na interpretação dos resultados (Boyazoglu et al. 1972, Miller & Stake 1974, Mendes 1977, Underwood 1981, Conrad 1984). Principalmente tratando-se de fígado e osso, com número relativamente pequeno de amostras pode-se chegar a conclusões bastante seguras sobre a ocorrência de deficiências minerais em extensas regiões.

A análise de amostras de fígado é eficaz para avaliar a condição do animal em relação a Co, Cu, Mn e Se, e eventualmente Zn. Mendes (1977), baseado em dosagens de amostras de fígado de mais que 500 bovinos, que analisou para Fe, Cu, Zn, Mn, Co e Mo, concluiu que o nível de certos minerais no gado pode ser determinado satisfatoriamente em amostras de fígado obtidas ou por biópsia ou por abate, próximo ao fim da estação de chuvas, uma vez que esta é a época do ano em que os animais são mais produtivos e seus requerimentos são maiores. A análise de tecido ósseo é indicada em estudos sobre as deficiências de fósforo e cálcio. Análises de sangue, soro e plasma são úteis no diagnóstico de deficiências de Mg, Zn, Cu, P e Ca, mas têm as suas limitações; por exemplo, os teores de fósforo são influenciados por estresse, exercício, hemólise, temperatura e tempo de separação do soro (Dayrell et al. 1973b). Para a determinação de certas deficiências minerais ainda outros materiais provenientes do animal podem ser analisados, como pelos, saliva, urina, fezes.

Como a ocorrência da deficiência mineral no animal está ligada ao *pasto* e este por sua vez depende do *solo*, análises de pastagem e de solo, cobrindo determinadas regiões e finalmente todo o Brasil, têm sido advogadas; já foram realizados alguns levantamentos nesse sentido em determinadas regiões do país. Levantamentos desse tipo, para se chegar a conclusões válidas, precisam de elevados recursos humanos e materiais; e mesmo assim são de execu-

ção bastante difícil e os resultados obtidos não são de fácil interpretação.

Em amostras de *pastagens*, os dados encontrados em relação a alguns dos elementos somente têm valor relativo, pois devem ser confrontados com os de outros minerais da mesma amostra, que podem ter interferência na sua assimilação pelo animal. Além disso, em muitas regiões a coleta da amostra representativa de forrage, ou seja, daquilo que os animais ingerem, muitas vezes é impossível. Há ainda a considerar as variações dos teores dos elementos nas amostras da mesma pastagem nas diferentes épocas do ano, variações essas que, relativamente à maioria dos elementos, são bastante grandes (são muito maiores que as dos material proveniente do animal). Por isso, as amostras têm de ser coletadas em número elevado e vários minerais têm de ser analisados. Também devem ser levadas em consideração a quantidade do mineral que é assimilável pelo animal, a contaminação das amostras pelo solo e a circunstância de os animais ingerirem alguma quantidade de terra juntamente com a pastagem; no Piauí e no Maranhão, em certas regiões das chapadas, as fezes dos bovinos contêm quantidades muito elevadas de terra, a tal ponto que elas têm aspecto e consistência de cerâmica.

A ingestão de solo, na Nova Zelândia, pode chegar a 600 kg por ano para vacas de leite (Healy 1974). Em ovinos, Healy & Ludwig (1965) encontraram valores de até 3 lbs (1,5 kg) por semana/animal durante os meses úmidos de inverno, quando os pastos são curtos e lamacentos. Esses mesmos autores acham que valores próximos de 50 lbs (25 kg) por ano podem ocorrer em certas fazendas e sugerem que o solo ingerido pode ser uma fonte importante de microelementos. Conrad (1984) pondera que a ingestão de grandes quantidades de solo pode diminuir a absorção de P.

A interpretação dos resultados das análises do *solo* torna-se ainda mais difícil, em relação à maioria dos elementos, visto que, além de interferências, deve ser considerado que nem todas as quantidades de um mineral existentes no solo são aproveitáveis pelas plantas, por haver diversos fatores influenciando a sua assimilação, como, por exemplo, o pH do solo e a forma química do elemento no solo.

Deve-se ressaltar, porém, que análises de amostras de pastagem e de solo não são desprovidas de valor, e sim constituem um complemento importante no estudo das deficiências minerais, como tem sido demonstrado pelos trabalhos de Souza et al. (1979, 1980, 1981, 1982, 1986, 1987), Souza e Darsie (1985, 1986), e também de Lopes et al. (1980 a, b). Queremos destacar o valor que têm as análises de Na na pastagem e de P no solo (Dayrell et al. 1973 a).

Um outro recurso no diagnóstico das deficiências minerais é a *experimentação*. Consiste, basicamente, em administrar a um grupo de animais, mantido em pastagem suspeita de ser carente, o mineral que se suspeita deficiente. Outro grupo de animais deve ficar como testemunha, isto é, sem receber o mineral e mantido no mesmo regime de pastagem. O principal parâmetro para avaliação dos resultados é a variação do peso dos animais durante a experimentação. Também outros parâmetros, como por exemplo o índice de fertilidade, podem ser utilizados (Conrad, & Mendes 1965, Grunert & Santiago 1969 e Guimarães & Nascimento 1971).

A experimentação é um excelente meio de diagnóstico no estudo das deficiências minerais. Infelizmente, é um método muito dispendioso, trabalhoso e demorado.

Concluindo, quanto mais dados se tiver, maior segurança se terá no diagnóstico. O procedimento mais certo e seguro no diagnóstico das deficiências minerais é o exame do rebanho, sob o ponto de vista clínico-patológico, complementado por análises químicas de tecido animal e/ou experimentação. Análises de pastagem ou ainda análises de solo sempre constituem apenas um complemento.

Esse procedimento é também importante com relação ao diagnóstico diferencial. Quando se suspeita de uma deficiência mineral, esta nem sempre pode ser confirmada. Queremos dar alguns exemplos:

- Suttmöller et al. (1966), estudando na Região Amazônica mortes de evolução superaguda ("morte súbita"), que chamam de "mal-de-cai", concluíram que elas fossem devidas a um distúrbio mineral ali-

mentar, decorrente da carência de sódio e potássio, associado a um desequilíbrio Ca/P/Mg no soro, caracterizado por valores séricos aumentados de magnésio, relativamente altos de fósforo e diminuídos de cálcio. Hoje sabemos que essas "mortes súbitas" nas regiões visitadas por esses autores (Baixo Amazonas, Amapá) são causadas por duas plantas: *Palicourea marcgravii* na "terra firme" e *Arrabidaea bilabiata* na "várzea" (Tokarnia et al. 1979).

Em outra ocasião foi levantada a suspeita de que as "mortes súbitas" que ocorrem na zona da mata em Pernambuco estariam ligadas a uma deficiência de cobre (Cavalcanti 1967, com, pessoal), como tem sido descrito na Austrália para a "falling disease" (Underwood 1981). Hoje sabemos que essas mortes que ocorrem na "zona da mata" de Pernambuco também são causadas por uma planta, *Palicourea aeneofusca* (Tokarnia et al. 1983).

Um outro exemplo é o "espichamento" dos bovinos no pantanal de Mato Grosso, doença caracterizada por calcinose; suspeitava-se tratar-se de perturbação no metabolismo de Ca/Mg inerente à composição do solo; hoje sabemos tratar-se de intoxicação por planta calcinogénica, *Solanum malacoxylon* (Döbereiner et al. 1971). Por fim queremos citar a "borrachera" na Venezuela, uma espécie de "falling disease"; de acordo com McDowell et al. (1983), os animais afetados por essa doença têm muito baixos valores de cobre no fígado. Hoje sabemos que a doença é causada pela já mencionada planta tóxica *Arrabidaea bilabiata* (Cortes 1969/71).

SITUAÇÃO ATUAL DA INVESTIGAÇÃO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL EM BOVINOS NO BRASIL

Na presente revisão apresentaremos um resumo das pesquisas realizadas no Brasil após 1976, agrupando as deficiências minerais diagnosticadas, mineral por mineral, e em ordem cronológica (Figura 2); incluímos também doenças relacionadas ou sejam botulismo (Figura 3), hipocalcemia por oxalatos e os poucos relatos sobre intoxicações por F e Cu.

Dentro do propósito desta revisão, os resultados de dosagens químicas de amostras de pastagem e de solo, realizadas independentemente de estudos em bovinos com possíveis deficiências minerais, são omitidos, pois esses dados por si são de difícil interpretação.

A revisão não inclui os dados sobre a "cara inchada" dos bovinos, para cuja etiologia tem sido sugerido uma deficiência/desequilíbrio mineral (Nunes & Chquiloff 1986, Souza et al. 1986); os estudos a respeito ainda estão em andamento e o problema tem merecido reuniões específicas.

Como a maioria dos dados sobre o assunto desta revisão provém de alguns poucos levantamentos e estudos regionais, envolvendo diversos minerais, fornecemos inicialmente os dados principais desses levantamentos e estudos regionais, envolvendo diversos minerais, fornecemos inicialmente os dados principais desses levantamentos e estudos, a título de uma orientação geral e para evitar repetições. Esses levantamentos são os seguintes:

1. Mendes (1977) e Sousa (1978) fizeram um levantamento das deficiências minerais em gado de corte em seis fazendas, destinadas a cria, recria e engorda, e localizadas no norte de Mato Grosso (hoje sudoeste do Estado); o primeiro autor realizou as análises em tecido animal (osso, fígado), o segundo em forrageiras e solo; as coletas foram realizadas durante as épocas seca e chuvosa; para fins de amostragem, os animais foram divididos em cinco classes (bois de dois anos, bois de quatro anos, vacas em lactação, vacas de 10 a 12 anos e animais em más condições), obtendo-se amostras de sete animais de cada classe em cada uma das seis fazendas, dois vezes ao ano (épocas seca e chuvosa), sendo obtidas as amostras de tecido (osso e fígado) através de biopsia, perfazendo ao todo 420 (5x7x6x2) amostras de costela e 420 amostras de fígado; adicionalmente foram obtidas amostras de osso e fígado de outros 72 animais, inicialmente através de biopsia e, logo em seguida, dos mesmos animais sacrificados, sendo metade (36) na época seca e a outra metade na época chuvosa; a amostragem foi feita ao acaso, de animais que estiveram no pasto por período superior a um

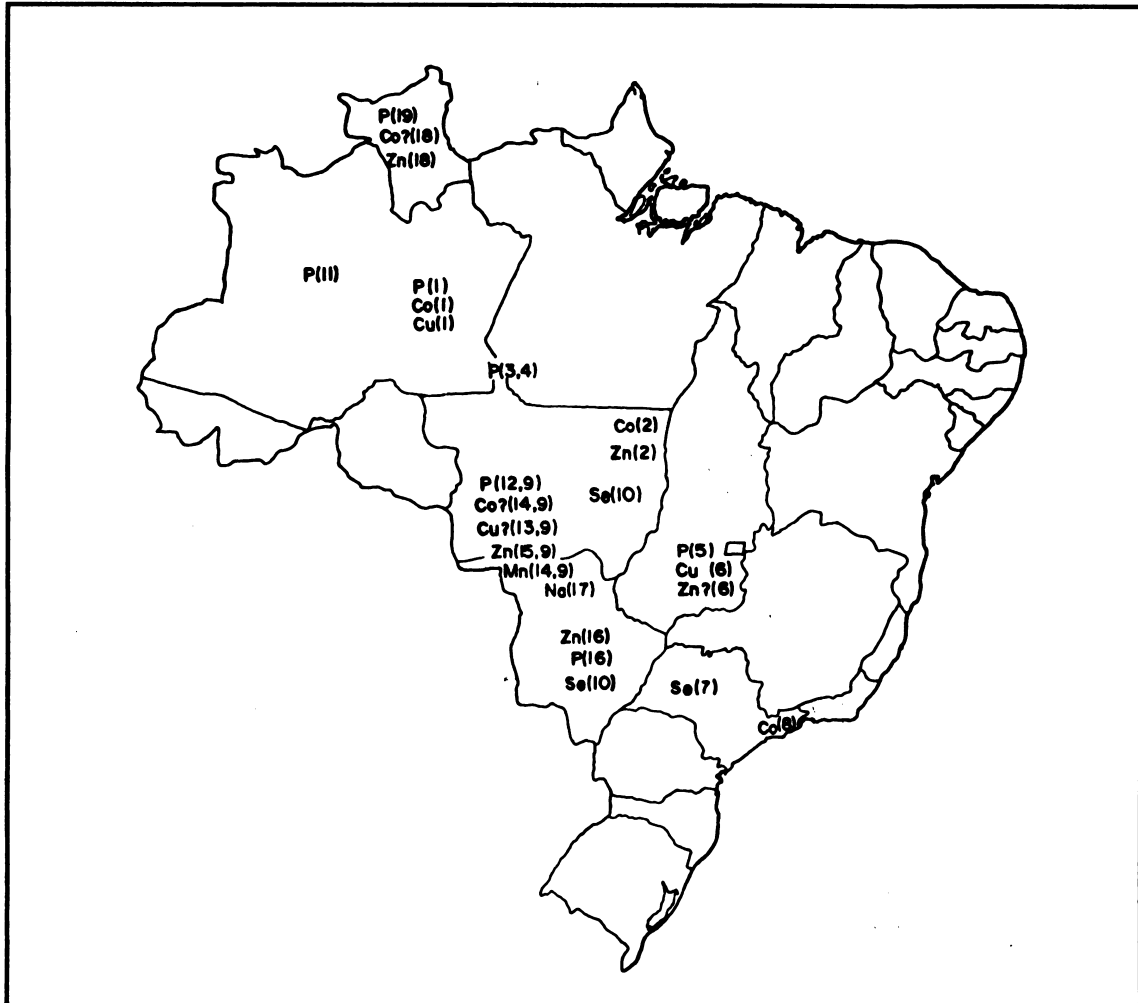


Figura 2. Deficiências minerais diagnosticadas no Brasil após 1976. Os números em parênteses indicam a fonte da informação obtida da seguinte literatura:

(1) Barros N.N., Teixeira L.B., Moraes E., Canto A.C. & Italiano E.C. 1981. Teores de minerais no complexo solo-planta-animal de áreas de terras firmes do Amazonas. Comunicado Técnico Nº 16/81, Embrapa-UEPAE de Manaus. 3 p.- (2) Camargo W.V.A., Fernandes N.S. & Santiago A.M.H. 1976. Pesquisa de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso. Anais XV Congr. Bras. Med. Vet., Rio de Janeiro, p. 194-195. (Resumo).- (3) Camargo W.V.A., Fernandes N.S. & Santiago A.M.H. 1980. Estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da Amazônia Legal. Arqs Inst. Biol., S. Paulo, 47(4):83-111.- (4) Camargo W.V.A., Santiago A.M.H., Nazário W. & Chiba S. 1985. Teores de minerais de interesse pecuário em regiões da Polamazônia, Revta Bras. Med. Vet., Rio de J., 7(4): 118-124.- (5) Lopes H.O.S., Fichtner S.S., Jardim E.C., Costa C.P. & Martins Junior W. 1980a. Composição mineral de amostras de solo, forragem e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás - I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. Arqs Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 32(2):161-174.- (6) Lopes H.O.S., Fichtner S.S., Jardim E.C., Costa C.P. & Martins Junior W. 1980b. Teores de cobre e zinco em amostras de solos, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. Arqs Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 32(2):151-159. (7) Lucci C.S., Moxon A.L., Zanetti M.A., Schalh E., Pettinati R.L., Fukushima R.S., Franzolin Neto R. & Marcomini D.G. 1983. Selênio em rebanhos leiteiros do Estado de São Paulo. I. Níveis de selênio em soros sanguíneos - nota prévia. Anais da XX Reunião Anual da SBZ, Pelotas,RS, p. 197. - (8) McDowell L.R. 1976. Níveis estacionais de cobre e de cobalto em tecido animal e vegetal. atualidades Veterinárias, Porto Alegre, 5(28):24-27.- (9) Mendes M.O. 1977. Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique. Dissertation, University of Florida, Gainesville. 236 p.- (10) Moraes S.S. 1986. Untersuchungen zu Abhängigkeiten der Zink-, Mangan- und Selengehalte in Lebern von Rindern aus ausgewählten Regionen Brasiliens. Dissertation, Hannover. 146 p. (11) Moraes E., Italiano E.C. & Pieniz L.C. 1982. Efeito de níveis de fósforo no crescimento e engorda de bovinos mantidos em pastagem de quiculo da Amazônia. Pesquisa em Andamento Nº 36, Embrapa, UEPAE de Manuas. 4 p.- (12) Souza J.C., Conrad J.H., Blue W.G. & McDowell L.R. 1979. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. I. Cálcio e fósforo. Pesq. Agropec. Bras. 14(4):387-395.- (13) Souza J.C., Conrad J.H., McDowell L.R., Ammerman C.B. & Blue W.G. 1980. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. pesq. Agropec. Bras. 15 (3):335-341.- (14) Souza J.C., Conrad J.H., Blue W.G., Ammerman C.B. & McDowell L.R. 1981. 3. Manganês, ferro e cobalto. Pesq. Agropec. Bras. 16 (5):739-746.- (15) Souza J.C., Conrad J.H., Mott G.O., McDowell L.R., Ammerman C.B. & Blue W.G. 1982. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. Pesq. Agropec. Bras. 17(1):11-20.- (16) Souza J.C., Gomes R.F.C., Rezende A.M., Rosa I.V., Cardoso E.G., Gomes A., Costa F. P., Oliveira A.R., Coelho Neto L. & Curvo J.B.E. 1983. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim-colonião. Pesq. Agropec. Bras. 20(2):259-269.- (17) Souza J.C. & Darsie G. 1985. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. I. Zinco e cobalto. Pesq. Agropec. Bras. 20(11):1309-1316.- (18) Souza J.C., Gonçalves E.M., Viana J.A.C. & Darsie G. 1986. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. III. Cálcio e fósforo. Pesq. Agropec. Bras. 21(12):1327-1336.



Figura 3. Regiões do Brasil onde foi diagnosticado botulismo epizótico em bovinos. Os números em parênteses indicam a fonte da informação obtida da seguinte literatura:

(1 - 6) Döbereiner J. 1975, 1978/79, 1979, 1986, 1987a, 1987, Relatórios de viagens (Embrapa-UAPNPSA, Seropédica, RJ). - (7) Langenegger J., Scarsi R., Martins E.S., Azambuja L.L.A., Santa Helena P.A. & Barros C. 1984. "Mal de Alegrete: epidemiologia, clínica e patologia". XIX Congresso Brasileiro de medicina Veterinária, p. 208. - (8-9) Tokarnia C.H. 1970, 1986. Relatórios de viagens (UFRRJ, Seropédica, RJ). - (10) Tokarnia C.H., Langenegger J., Langenegger C.H. & Carvalho E. V. 1970. Botulismo em bovinos no Piauí, Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.* 5: 465-472.

mês; a alimentação dos animais era constituída exclusivamente de pasto; eram fornecidas em todas as fazendas misturas minerais, porém muitas vezes de maneira inadequada e insuficiente; os dados obtidos pelos dois pesquisadores constam em suas teses de mestrado elaboradas na Flórida sob orientação do Dr. J. H. Conrad (Mendes 1977, Sousa 1978); no Brasil estes dados foram publicados em diversos trabalhos (Mendes et al. 1981, 1982, Souza et al. 1979, 1980, 1981, 1982).

2. Souza & Darsie (1985, 1986) e Souza et al. (1986, 1987) fizeram um levantamento, em moldes semelhantes ao anterior, em seis regiões (sete fazendas) localizadas na parte nordeste de Roraima; os autores amostraram tecido animal (sangue, osso e fígado), forrageiras e solos nas épocas seca e chuvosa; os animais amostrados foram vacas em lactação e bovinos jovens de um a dois anos de idade, de rebanho de baixo padrão zootécnico, (em propriedades onde a suplementação mineral era uma prática

ainda incipiente); foram coletadas amostras de fígado de aproximadamente 120 vacas e 120 animais jovens, de sangue de aprox. 150 vacas e 150 animais jovens; as regiões foram selecionadas, levando-se em conta, entre outros critérios, o histórico de possíveis deficiências minerais; a amostragem dos animais foi feita ao acaso de animais que estiveram no pasto por período superior a três meses.

3. Lopes et al. (1980 a, b) fizeram um levantamento da microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO; estudaram a composição química de amostras de material precedente de bovinos (soro, osso, fígado), de forrageiras e solo, em cinco municípios dessa microrregião, com o objetivo de obter informações sobre o "status" mineral do rebanho regional; em cada um desses municípios foram sorteadas três fazendas; em cada fazenda foram escolhidos ao acaso e sacrificados seis animais, entre vacas em lactação, novilhos (as) e bezerras, perfazendo o total de 90 animais, para a colheita de sangue, osso e fígado; foram retiradas amostras de forrageiras e solo para dosagens de minerais; a colheita das amostras foi efetuada na estação chuvosa de 1976; os animais recebiam suplementação mineral irregularmente.

4. Camargo e colaboradores publicaram em diversos trabalhos os resultados de numerosas análises realizadas na Região Amazônica; a maior parte dessas análises são de amostras de sangue (Ca, P e Cu), forrageiras e solo; são poucas as análises de fígado (Cu, Co, Mn e Zn); por isso os resultados são de difícil interpretação:

- a) Em uma publicação (Camargo et al. 1980) são relatados os resultados de estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da Amazônia Legal, baseadas em análises de soro sanguíneo, fígado, forrageiras e solo coletados em 20 empresas localizadas em 13 municípios.
- b) Em outra publicação (Camargo et al. 1985) são relatados os resultados de estudos de macro e microelementos no soro sanguíneo e fígado de bovinos, nas forrageiras e solos em 13 empresas de seis regiões da "Polamazônia" (sul do

Pará, nordeste de Mato Grosso e Ilha de Marajó).

- c) Há os dados apresentados muito resumidamente em Congresso (Camargo et al. 1976) sobre análise de soro sanguíneo, fígado, forrageiras e solos em fazendas no nordeste de Mato Grosso.
- d) Finalmente há os dados de nove regiões da Amazônia apresentados sob forma de quadros no Simpósio Latino-Americano (Fernandes & Camargo 1976).

5. Barros et al. (1981), para esclarecer se com a doença "mal-de-secar" em bovinos estariam relacionadas deficiências de elementos minerais, realizaram análises de tecido animal (soro, fígado), pastagem e solo, durante a época chuvosa, nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA. Infelizmente, os dados desse estudo foram publicados até agora somente de maneira resumida e sob forma de um Comunicado Técnico. Os pormenores sobre esse estudo encontram-se na parte relativa ao cobalto.

Além desses levantamentos e estudos regionais, há alguns estudos experimentais, também envolvendo diversos minerais e que são os seguintes:

6. Souza et al. (1983), para verificar possíveis deficiências minerais em novilhos nelorados em pastagem de capim-colonião no sudeste de Mato Grosso do Sul (mun. Rio Brillhante), realizaram um estudo experimental de análises de tecido animal, forrageiras e solo. Os pormenores sobre esse estudo encontram-se na parte relativa ao zinco.

7. Sousa et al. (1985), com o objetivo de estudar possíveis efeitos da suplementação mineral sobre o ganho de peso de novilhos nelorados em pastagens de capim-colonião adubadas com fosfatos, no município de Miranda, MS, além de realizar um estudo experimental, amostraram os animais (sangue, osso e fígado), forrageiras e solo. Os pormenores sobre esse estudo encontram-se na parte relativa ao sódio.

Não há necessidade de referir aqui outros levantamentos ou estudos experimentais envolvendo um

só mineral (são poucos) esses dados estão nas partes relativas a cada elemento.

São as seguintes as pesquisas publicadas após 1976 sobre deficiências minerais em bovinos no Brasil, mineral por mineral, e em ordem cronológica (Figura 2).

- Fósforo e Cálcio

Souza et al. (1979), incorporando os dados da tese de Mendes (1977), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que as médias de P nos ossos dos animais variaram de 15,1 a 15,5 por cento, evidenciando deficiência de fósforo. Os animais apresentaram níveis mais altos de P durante a época de seca a níveis mais baixos durante a época chuvosa. As análises de P nas forrageiras indicaram que nenhuma delas, com exceção das leguminosas, forneciam níveis adequados de P para um mínimo de produção animal, evidenciando, assim, a deficiência desse mineral nas seis fazendas. Entre as duas épocas estudadas, houve grande variação dos teores de P nas forrageiras. As médias gerais alcançadas foram de 0,20 por cento na época chuvosa e 0,08 por cento na época seca. Os teores de P nos solos estudados foram considerados entre baixos e médios (2,9 a 27,6 ppm, respectivamente). Os autores concluíram que a suplementação de P para bovinos criados em regime extensivo, com perda de peso na época seca, é mais importante durante a época chuvosa, quando existe quantidade suficiente de energia e proteína e os animais estão ganhando peso ou exercendo qualquer outra função positiva.

Os níveis de Ca nos ossos foram considerados normais em todas as fazendas. Os níveis de Ca nas plantas forrageiras, em geral, eram suficientes para atender as exigências nutricionais dos bovinos, nas duas épocas estudadas. Os níveis de Ca no solo eram altos em cinco fazendas e em apenas uma delas eram médios.

Lopes et al. (1980 a), em seu levantamento da microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO, verificaram, em relação ao P, que um grande número de

animais, principalmente vacas em lactação, apresentou concentrações séricas de P abaixo das consideradas normais. Média e desvio padrão do fósforo sérico (mg%) para vacas em lactação foram $4,46 \pm 0,45$, $4,83 \pm 1,37$, $4,35 \pm 1,24$, $4,32 \pm 0,34$ e $3,92 \pm 0,54$ para cada um dos cinco municípios escolhidos. O teor de cinzas nos ossos variou de 52,74 a 57,50 por cento. O teor de P na cinza óssea variou de 16,00 a 17,27 por cento. Encontraram, ainda, em 24 a 84 por cento das amostras de forrageiras, valores $< 0,18$ por cento de P na matéria seca. Cerca de 91 por cento das amostras de solo apresentaram teores de P disponível < 10 ppm.

Os teores séricos de Ca e Mg estavam dentro dos limites normais em todos os municípios estudados. O teor de Ca na cinza dos ossos variou de 37,38 a 39,99 por cento.

Os autores concluíram que os baixos teores de P obtidos no soro sanguíneo, nas amostras de cinzas de ossos, na forragem e no solo caracterizavam uma deficiência de P na região estudada.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas da Amazônia Legal, encontraram, em relação ao P, índices abaixo do valor mínimo no soro sanguíneo dos bovinos em quatro empresas, durante a estação chuvosa. Nas forrageiras, em apenas cinco por cento os valores estavam dentro do adequado. No solo, em apenas duas das 20 empresas estudadas os teores de P estavam dentro do mínimo adequado.

Barros et al. (1981), em seu estudo sobre o "mal-de-secar", nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, verificaram no soro sanguíneo níveis de cálcio e fósforo baixos, principalmente em relação ao fósforo. Nas pastagens encontraram deficiências acentuadas de P e Ca, considerados os requisitos mínimos para bovinos em crescimento, manutenção e acabamento. Nessas regiões os autores verificaram, concomitantemente, deficiência de Co, e concluíram que o "mal-de-secar" deve estar relacionado com os níveis baixos de Ca e P no soro sanguíneo e de cobalto no fígado.

Pormenores sobre os estudos de Barros et al. (1981) estão na parte relativa a Co.

Moraes et al. (1982), em experimento cujo objetivo foi determinar o nível ótimo de fósforo a ser fornecido em misturas minerais a bovinos em crescimento, mantidos em pastagem de *Brachiaria humidicola* ("quicuío-da-amazônia") no município de Manaus, AM, forneceram misturas minerais com diversos níveis de P, suprindo os animais em suas necessidades de Na, Zn, Cu, Co e I. Verificaram efeito marcante do fósforo no ganho de peso dos bovinos, comprovando que o P é um dos elementos mais limitantes nos solos e conseqüentemente nas pastagens de terra firme no Estado do Amazonas. A análise econômica mostrou que qualquer dos níveis de P comparados à testemunha (sem P) é vantajoso para o criador, porém que o maior acréscimo na renda bruta ocorreu quando se forneceu o maior nível de fósforo.

Sousa et al. (1983), em seus estudos experimentais e analíticos no município de Rio Brillante, MS, verificaram que os animais do grupo que recebeu suplemento fosfórico tiveram ganho de peso superior ao daqueles que não receberam esse suplemento. As análises de biopsia de costela indicaram níveis deficientes de P. O teor de P no plasma sanguíneo não mostrou deficiência. As forrageiras apresentaram níveis médios deficientes em P, e o solo se mostrou pobre em Ca e P. Mas a deficiência mais importante para a criação de bovinos nessa pastagem foi a de Zn.

Pormenores dos estudos de Sousa et al. (1983) encontram-se na parte relativa a Zn.

Camargo et al. (1985) em seu estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram em relação ao P, às vezes, valores marginais no soro sanguíneo; nas forrageiras e no solo os teores eram baixos. Em relação ao Ca, os níveis sanguíneos eram normais; nas forrageiras os teores de Ca foram considerados suficientes para as necessidades de bovinos de corte, com teores maiores no período de seca.

Sousa et al (1985), em seus estudos experimentais e analíticos no município de Miranda, MS, encontraram níveis relativamente baixos de Ca, P e porcentagem de cinza no tecido ósseo, porém normais

para P e Ca no plasma sanguíneo, em todos os tratamentos. A deficiência revelada pela experimentação foi só de Na; não houve resposta em ganhos de peso à suplementação com fósforo.

Pormenores sobre os estudos de Sousa et al. (1985) acham-se na parte relativa a Na.

Sousa et al. (1986), em seu levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de P plasmático foram baixos em praticamente todas as regiões; apenas em duas poderiam ser considerados normais nos bovinos jovens. As porcentagens de cinza nos ossos das vacas foram baixas em quatro regiões, nos bovinos jovens foram deficientes em todas as seis regiões. Os teores de P na cinza óssea foram deficientes, variando de 9,9 a 14,2 por cento nas vacas em lactação e de 9,2 a 12,7 por cento nos bovinos jovens, sendo, em ambas as categorias, menores durante a época chuvosa. Os níveis de P nas forrageiras foram deficientes em cinco regiões. Os teores de P nos solos foram baixos, variando de 2,1 a 4,3 ppm entre as regiões.

Os níveis de Ca plasmático foram normais em todas as seis regiões, em ambas as épocas do ano e nas duas categorias de animais estudadas. Os teores de Ca na cinza óssea das vacas apresentaram-se próximos ao limite da deficiência em três regiões (35,7 %, 36,4 % e 36,5 %) e deficientes nas outras (30,6 %, 31,6 % e 33,4 %); os teores de Ca na cinza óssea dos bovinos jovens foram deficientes em todas as regiões. No solo e nas forrageiras foi encontrada deficiência de Ca em cinco regiões.

Botulismo Epizootico dos Bovinos

Revisando a deficiência de P, não se pode deixar de mencionar o botulismo. O botulismo epizootico dos bovinos, em conseqüência da osteofagia causada pela deficiência de P, é hoje uma das três causas mais importantes de mortandades em bovinos adultos no Brasil (raiva e plantas tóxicas são as outras duas), perdendo-se anualmente muitas dezenas de milhares

de cabeças devido a cada uma dessas doenças. O diagnóstico de botulismo epizootico dos bovinos pelas toxinas C e D foi estabelecido em nosso país inicialmente no Estado do Piauí (Tokarnia et al. 1970). A doença vinha sendo observada desde 1960 na região de Campo Maior, onde morreram em poucos anos cerca de 15.000 dos originais 100.000 bovinos existentes, e alastrou-se, nos anos seguintes (Figura 3), ao sul desse Estado, depois ao sul do Maranhão e norte de Goiás (Tokarnia 1970), e mais tarde ao sul de Goiás (Döbereiner 1978/1979). Em seguida, mortandades pelo botulismo foram diagnosticadas na região de Cassilândia, MS (Döbereiner 1979) e em Alegrete, RS, onde foi diagnosticado como responsável por mortes em bovinos nos chamados "campos grossos" (Langenegger et al. 1984). Recentemente, o botulismo foi reconhecido como causa de mortandades de bovinos no norte de Bahia (Tokarnia 1986), em Campo Grande, MS (Döbereiner 1986), em regiões próximas a Brasília, DF (Döbereiner 1987 a), e em Marília e ao sul de Ribeirão Preto, SP (Döbereiner 1987 b). Há ainda a provável ocorrência de botulismo epizootico em outras regiões do Brasil, como no Território Federal de Roraima (Döbereiner 1975).

Na Bahia, a doença foi atribuída por Portugal (1986) à ingestão de excesso de nitrato nas forrageiras; mas tal afirmação se baseara em erro de cálculo. As forrageiras não continham 7,75 a 11,08 por cento de nitrato expresso em NaNO_3 , como Portugal afirmara, mas sim 0,000775 a 0,001108%. Portugal transformara os dados analíticos das forrageiras, fornecidos em mg/kg (de nitratos expressos em nitrato de Na), simplesmente em percentagem; na realidade 1 mg/kg = 0,0001 %, o que significa uma diferença de 1:10000 (Tokarnia 1986).

Explica-se o aumento das mortandades pelo botulismo, primeiramente, pela ocupação de vastas áreas de cerrado e outras áreas com solos pobres o que só foi possível após ampla introdução das brachiárias, pastos pouco exigentes que formam muita massa verde mas são deficientes em fósforo, e em segundo lugar pela introdução de bovinos zootecnicamente melhorados e, por isso, mais exigentes em relação ao fósforo.

Intoxicação por Flúor

Na revisão sobre deficiência de P também não se pode deixar de mencionar o flúor. Um dos cuidados que se deve ter na suplementação fosfórica aos bovinos é usar fosfatos com baixo teor desse elemento (a relação F: P não deve passar de 1:100). Teores mais elevados ingeridos durante períodos prolongados provocam intoxicação.

Riet-Correa et al. (1983) descreveram a intoxicação por flúor em bovinos em nosso meio, não devida à suplementação com fosfatos ricos em flúor, mas em consequência da poluição atmosférica que contaminou as pastagens, produzida por fábricas de adubo que processam rocha fosfática, localizadas na cidade de Rio Grande, RS. As lesões dentárias características da intoxicação por flúor, ou seja, a presença de manchas esbranquiçadas com aspecto de giz, pigmentação marrom, hipoplasia do esmalte, desgaste dentário exagerado, foram encontradas em 19 estabelecimentos localizados entre 4,5 e 17,5 km de distância das fábricas de adubo, tendo-se verificado uma função linear do grau das lesões com relação à distância. As lesões ósseas consistiram em osteoporose. Os níveis de flúor de sete mandíbulas e três úmeros de animais pertencentes a dois estabelecimentos situados entre cinco e seis km das fábricas variaram entre 1.400 e 5.750 ppm.

Intoxicação por Oxalatos

Também não podemos deixar de mencionar aqui a intoxicação por oxalatos, em que ocorre hipocalcemia e sintomatologia nervosa. Em nosso meio, Schenk et al. (1982) estudaram, no município de Ribas do Rio Pardo, MS, uma doença em vacas lactantes que se caracterizava por andar cambaleante, tetania, diarreia e corrimento nasal. De 85 vacas, 45 adoeceram 10 dias após sua introdução em pastagem de *Setaria anceps* cv. Kazungula. Os níveis de Ca no plasma sanguíneo estavam abaixo dos considerados normais em todos os animais doentes (média 6,7 mg/100 ml). Os teores de oxalatos na pastagem foram bastante altos (em média 6,2 %). Os autores ainda informam que se tratava de pasto com rebrota nova e que havia alta disponibilidade de K no solo (140 ppm em média).

- Magnésio

Lopes et al. (1980 a), no levantamento da microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO, verificaram que os níveis de Mg estavam dentro dos limites normais nas amostras de soro sanguíneo e de forragens. Os autores concluíram que o Mg não constituía problema para o rebanho dessa região.

Sousa et al. (1982), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que os níveis de Mg no tecido ósseo dos animais, bem como nas forrageiras amostradas, foram normais. Os níveis de Mg nos solos foram baixos em apenas uma fazenda.

Sousa et al. (1987), no seu levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de Mg plasmático dos bovinos foram normais nas duas épocas do ano. Nas cinzas dos ossos (costelas), os teores de Mg foram baixos, variando de 0,32 a 0,44 por cento nas vacas em lactação e de 0,28 a 0,47 por cento nos bovinos jovens. As forrageiras apresentaram teores de Mg adequados para bovinos de corte em crescimento e terminação, porém aparentemente inadequados para vacas em lactação em cinco das seis regiões estudadas; eles foram significativamente menores ($P < 0,05$) na época seca. Teor médio adequado de Mg no solo foi encontrado apenas em uma das seis regiões (0,500 meq / 100 g). Todas as outras regiões apresentaram níveis baixos. Os autores concluíram que os baixos níveis ósseos de Mg são indicativos de mineralização inadequada e aumento da reabsorção óssea, mais em função de deficiência de Ca e P, diagnosticada na região pelos autores (Sousa et al. 1986), do que de Mg, principalmente nos bovinos jovens; concluíram que é provável a deficiência subclínica de Mg nas vacas em lactação nas regiões estudadas.

- Potássio

Lopes et al. (1980 a) verificaram que somente em um dos cinco municípios escolhidos os níveis séricos de K, principalmente em vacas e bezerros, foram inferiores aos níveis considerados como normais; nos

demais municípios, os níveis de potássio permaneceram dentro dos valores normais. Os níveis de K das amostras de forrageiras dos cinco municípios escolhidos estiveram acima das necessidades para alimentação do gado. A grande maioria das amostras de solo apresentou níveis adequados de K; apenas em um município 36 por cento das amostras revelaram níveis inadequados (inferiores a 50 ppm) desse elemento. Os autores concluíram que o potássio não parece constituir um problema para o rebanho bovino da microrregião estudada.

Sousa et al. (1982), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que as forrageiras apresentaram níveis médios de K adequados às exigências nutricionais dos bovinos em todas as fazendas. Os níveis de K nos solos mostraram-se deficientes em duas das seis fazendas estudadas.

Sousa et al. (1987), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de K nas forrageiras foram deficientes em todas as regiões; eles foram significativamente menores ($P < 0,05$) na época seca. Nível médio de K no solo só foi observado em uma das seis regiões estudadas, com 65 ppm. Nas demais regiões os níveis de K no solo foram baixos.

- Sódio

Sousa et al. (1982), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que em todas as fazendas as forrageiras se mostraram altamente deficientes em Na, satisfazendo apenas 14 a 30 por cento das exigências nutricionais dos bovinos. Os níveis de Na nos solos foram considerados normais, e a salinidade das regiões estudadas foi considerada insignificante.

Sousa et al. (1985), com o objetivo de estudar possíveis efeitos da suplementação mineral sobre o ganho de peso de novilhos nelorados em pastagens de capim-colônia adubadas com fosfatos, realizaram um estudo com duração de 814 dias, no município de Miranda, na parte oeste de Mato Grosso do Sul. Foram

usados 10 novilhos, distribuídos nos seguintes tratamentos: A) sem suplementação mineral; B) NaCl; C) NaCl + P; D) NaCl + P + microelementos. Além do controle dos pesos durante o experimento, foram amostrados os animais (sangue, fígado, costela), forrageiras e solo. No plasma sanguíneo foram dosados P, Ca e Mg. No fígado foram determinados os teores de Fe, Cu, Co, Mn, Zn e Mo e no osso Ca, P e Mg e percentagem de cinza. Os tratamentos A, B, C, e D apresentaram ganhos médios de peso por animal de 235,6; 278,8; 296,8 e 278,9 kg respectivamente. Nos períodos secos, observou-se perda de peso dos animais em todos os tratamentos, apesar da suplementação mineral. Os autores concluíram 1) que não houve resposta em ganhos de peso dos novilhos à suplementação mineral com fósforo, 2) que houve resposta à suplementação de cloreto de sódio, 3) que não houve resposta à suplementação mineral nos períodos secos, 4) que houve tendência para menor consumo de minerais no período seco, e 5) que as pastagens eram acentuadamente deficientes em sódio. A análise econômica, realizada por Costa et al. (1982) apontou o tratamento B como superior aos demais.

Nesse estudo, Sousa et al. (1985) ainda verificaram, que os níveis de Ca, Mg e P no plasma sanguíneo foram normais; as análises de biopsia de costela indicaram níveis relativamente baixos de Ca, P e percentagem de cinza, em todos os tratamentos; os níveis de microelementos dosados nas amostras de fígado foram normais; as forrageiras apresentaram níveis médios de P, Na e Zn deficientes. As análises de solo mostraram teores baixos de Zn, estando os demais elementos dosados em níveis considerados adequados.

Sousa et al. (1987), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de Na nas forrageiras foram deficientes em todas as regiões; eles foram significativamente menores ($P < 0,05$) na época seca. Os níveis de Na no solo variaram de 47 a 102 ppm entre regiões, portanto são relativamente altos, havendo possibilidade de toxidez desse elemento para algumas plantas.

- Ferro

Sousa et al. (1981), incorporando os dados da tese de Mendes (1977) no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que no fígado e nas forrageiras o nível de Fe em todas as seis fazendas foi considerado adequado para bovinos de corte. As análises de solo mostraram níveis ligeiramente baixos em duas fazendas e, em outras quatro, níveis médios adequados.

Sousa & Darsie (1986), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis hepáticos de Fe eram adequados. As forrageiras apresentaram concentrações nutricionalmente adequadas para bovinos de corte. Os níveis de Fe no solo estavam bem acima das concentrações recomendadas para culturas.

- Cobalto

McDowell (1976), em levantamento na região do Vale do Paraíba, SP, verificou, através da análise de 32 amostras de fígado na época de seca e de 17 na época de chuva, valores indicando deficiência marginal de cobalto no período de seca (média 0,098 ppm); na época de chuva os valores foram normais (média 0,160 ppm). Os valores nas amostras de capim foram normais nas duas épocas do ano.

Camargo et al. (1976), em suas pesquisas de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso, obtiveram em análises de amostras de fígado de bovinos para a região setentrional níveis médios de cobalto no limite do normal (0,10 e 0,11 ppm nas épocas de seca e águas respectivamente), mas na região meridional teores médios de cobalto indicando deficiência, tanto na época de seca como na de águas (0,07 e 0,08 ppm respectivamente). Não informam a quantidade de amostras analisadas.

Fernandes & Camargo (1976), em análises de amostras de fígado em nove regiões da Amazônia, em 20 amostras analisadas verificaram nove valores deficientes de cobalto e quatro valores no limite do normal (0,100 ppm). O número de análises é muito

pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas da Amazônia Legal, em relação ao cobalto encontraram, num total de aprox. 100 amostras de fígado (incluídas aprox. 70 amostras analisadas por Mendes 1977), valores indicando deficiência em cinco amostras procedentes de cinco empresas em duas delas, localizadas nos municípios de Silves, AM, e Santana do Araguaia, PA, havia histórico clínico de acobaltose; deve-se salientar que as aprox. 70 amostras acima mencionadas eram de uma só fazenda, onde não havia valores baixos de cobalto. Nas outras empresas foram coletadas, em geral, só uma a duas amostras; o número das análises referentes a essa empresas é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões.

Em relação às forrageiras foram encontrados níveis de cobalto inadequados às necessidades de bovinos em oito empresas, com predominância de valores mais baixos na época de seca; em quatro delas (incluindo as duas acima mencionadas, mais duas situadas no município de Chapada dos Guimarães) havia histórico clínico de acobaltose.

Barros et al. (1981), no estudo sobre o "mal-de-secar" nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, obtiveram os seguintes resultados: no soro sanguíneo os níveis de cálcio e fósforo foram baixos, principalmente em relação ao fósforo; os teores de cobalto no fígado foram muito baixos, enquanto os de cobre foram moderadamente baixos; os teores de Zn e Mn foram normais. Concluíram que as baixas concentrações de Ca e P no soro sanguíneo e o reduzido teor de Co no fígado dos bovinos tenham relação com a doença denominada "mal-de-secar".

Porém, paralelamente, com base em análises de pastagens, ampliaram a constatação do número de deficiências, pois nestas encontraram teores de Ca, P, Cu, Co e Zn abaixo dos limites considerados normais. Comparando os teores dos elementos minerais encontrados nas pastagens com os requisitos mínimos

para bovinos, os autores encontraram deficiências acentuadas de Ca, P e Cu, e moderada de Co para bovinos em crescimento, manutenção e acabamento, bem como para vacas em lactação; verificaram ainda deficiências de Zn e Mg para o caso de vacas em lactação. A conclusão final a que chegaram foi que as pastagens de terra firme dos municípios de Manaus, Itacoatiara e Parintins, constituídas principalmente de gramíneas, apresentaram teores de Ca, P, Cu, Co e Zn insuficientes para atender as exigências de bovinos em regime de campo.

Sousa et al. (1981), incorporando os dados da tese de Mendes (1977) no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que os níveis de cobalto no fígado foram adequados. As médias de Co no fígado foram mais baixas na estação chuvosa do que na estação seca. Só em três fazendas as forrageiras possuíam quantidades suficientes de cobalto para atender as exigências nutricionais dos animais; nessas mesmas fazendas os solos mostraram teores adequados de Co; as demais fazendas possuíam solos deficientes. Os autores concluíram que o nível normal de cobalto no fígado se devia parcialmente à suplementação de Co na dieta dos animais.

Sousa & Darsie (1985), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que as concentrações de cobalto no tecido hepático foram normais em todas as regiões. Nas forrageiras o nível de Co foi adequado em apenas uma região. Individualmente examinadas oito forrageiras, o cobalto foi deficiente em quatro espécies e adequado às exigências nutricionais dos bovinos em outras quatro. Somente uma região apresentou solos deficientes em cobalto. Os autores, nas conclusões recomendam suplementação mineral com cobalto.

Camargo et al. (1985), no estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram valores deficientes somente em um fígado (na época de chuva, no sul do Pará), de nove amostras analisadas procedentes de seis fazendas. Nas forrageiras de 4 entre 13 fazendas, verificaram teores considerados inadequados.

- Cobre

McDowell (1976), em levantamento na região do Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, verificou que os valores de cobre no fígado foram normais tanto na época de chuva como na de seca, enquanto no soro, tanto numa época como na outra, eles refletiriam uma deficiência marginal. Os valores de cobre no capim foram normais.

Camargo et al. (1976), em suas pesquisas de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso, obtiveram, em análises de amostras de fígado de bovinos, tanto para a região setentrional como para a meridional, valores considerados normais. Não informam a quantidade de amostras de fígado analisadas.

Fernandes & Camargo (1976), em análises de amostras de fígado de bovinos em nove regiões da Amazônia, em 20 amostras analisadas só encontraram um valor deficiente para o cobre.

Sousa et al. (1980), incorporando os dados da tese de Mendes (1977) no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, verificaram que o nível de cobre no fígado dos animais foi normal em todas as seis fazendas. As forrageiras apenas de duas fazendas possuíam níveis adequados de cobre para bovinos de corte; nas outras quatro fazendas foram encontrados níveis médios deficientes de cobre, sendo que uma delas apresentou valor deficiente de Cu (2,7 ppm) em combinação com níveis tóxicos de Mo (9,2 ppm). No solo, somente em uma fazenda os níveis de cobre se mostraram normais; as demais fazendas apresentaram níveis considerados baixos. Os autores concluíram que o nível de Cu no fígado dos animais foi normal em todas as fazendas devido ao fornecimento de suplementos minerais. Concluíram também que a suplementação de Cu é mais importante durante o período chuvoso, quando as pastagens oferecem energia e proteína em quantidades suficientes para o desenvolvimento produtivo dos animais.

Os teores de Mo no fígado foram considerados normais. Apenas em uma fazenda esses níveis foram

relativamente altos, mas abaixo do nível tóxico. Nas forrageiras os níveis de Mo foram considerados normais, com exceção do acima mencionado em que os níveis médios eram tóxicos. No solo os teores médios de Mo foram considerados relativamente altos.

Lopes et al. (1980 b) no levantamento da microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO, em relação ao cobre verificaram que os teores médios de Cu no fígado variaram de $129,3 \pm 77,4$ a $205,9 \pm 71,5$ ppm. Em dois municípios, Trindade e Firminópolis, 23 e 41 por cento das amostras de fígado, respectivamente, apresentaram teores de cobre inferiores a 100 ppm. Aproximadamente 30 por cento das amostras de forrageiras analisadas por município apresentaram teores inferiores a quatro ppm de cobre na matéria seca. A grande maioria das amostras de solo apresentou níveis baixos de cobre.

Os autores observam que o fato de a maioria dos resultados das amostras de fígado ter-se apresentado dentro dos limites normais decorre, provavelmente, de um grande número de animais ter recebido suplementação mineral, e que a generalizada deficiência de Cu apresentada pelas amostras de solo e forragem evidencia a necessidade da suplementação de Cu aos animais dessa área.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas na Amazônia Legal, encontraram, em relação ao cobre, num total de aprox. 100 amostras de fígado (incluídas aprox. 70 amostras analisadas por Mendes 1977), valores indicando deficiência em três amostras procedentes de duas fazendas; deve-se salientar que as aprox. 70 amostras acima mencionadas eram de uma só fazenda, onde não permite conclusões. Em relação às forrageiras, somente em seis das 20 empresas os autores acharam valores de cobre indicando que supriam o mínimo necessário; nas demais, os valores apontam níveis inadequados, principalmente na época de seca.

As análises das forrageiras, coletadas somente na época de chuva, revelaram baixos teores de Mo.

Barros et al. (1981), no estudo sobre o "mal-de-secar" nos municípios de Manaus e Itacoatiara (AM)

e de Parintins (PA), acharam no fígado dos bovinos teores de cobre moderadamente baixos (variações de 26,4 a 225,3 ppm - média 129,0 ppm). Nas pastagens encontraram deficiências acentuadas de cobre, consideradas as necessidades mínimas de bovinos em crescimento, manutenção e acabamento.

Pormenores sobre os estudos de Barros et al. (1981) estão na parte relativa a cobalto.

Camargo et al. (1985), no estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram valores hepáticos de cobre relativamente elevados (nove amostras coletadas em seis fazendas), porém os valores séricos, em grande parte, eram baixos (sangue coletado em 13 fazendas). Nas forrageiras analisadas de 13 fazendas, os níveis de cobre, em grande parte, eram baixos ou marginais. Os autores citam Mendes (1977), segundo o qual os níveis hepáticos elevados de cobre são conseqüentes a ingestão pelos animais de suplementos minerais.

Intoxicação por Cobre

Em todas as espécies animais, a contínua ingestão de cobre em excesso leva a alguma acumulação nos tecidos, especialmente no fígado. Quando essa acumulação ultrapassa certos níveis, uma liberação catastrófica de altas proporções de cobre hepático pode ocorrer para a corrente sanguínea, com resultante hemólise extensiva e icterícia, seguida de morte. A acumulação de cobre no fígado pode dar-se durante algumas semanas ou meses sem manifestações clínicas, até que ocorra a crise hemolítica final. Há diferenças importantes entre as espécies animais: suínos são altamente tolerantes, bovinos menos tolerantes, enquanto que ovinos são extremamente intolerantes a excesso de cobre. (Underwood 1966, 1981).

Santos & Williams (1966) estabeleceram no Rio Grande do Sul, pela primeira vez no Brasil o diagnóstico de intoxicação por cobre, em ovinos, baseando-se em um conjunto de dados, ou seja, no quadro clínico (tratava-se de doença de evolução aguda com icterícia acentuada e hemoglobinúria), nos achados de necropsia

(consistindo em icterícia generalizada, fígado de cor amarela ocre, rins de coloração marrom-escuro e urina escura na bexiga) e nos valores de cobre no fígado entre 700 a 1096 ppm.

Mais recentemente, Oliveira et al. (1984) novamente estabeleceram o diagnóstico de intoxicação por cobre em ovinos naquele Estado, baseando-se igualmente nas manifestações clínicas (icterícia e hemoglobinúria e evolução de três a quatro dias), nos achados de necropsia (icterícia generalizada, fígado amarelado, rins de coloração escura e hemoglobinúria) e nos teores de cobre no fígado que variaram de 312 a 563 ppm.

Rosa & Gomes (1982), com base no histórico de doença de ovinos adultos, que causou a morte de 15 animais num rebanho de 150 num período de 30 dias, na manifestação da sintomatologia (debilidade geral, incoordenação motora, mucosas pálidas, decúbito lateral e morte) cerca de três meses após o início da ingestão de mistura mineral rica em cobre, nos achados de necropsia de um animal (mucosas e órgãos cavitários descolorados, intensa coloração amarela da gordura abdominal, edema gelatinoso das partes baixas, fígado pálido com aspecto de noz-moscada em sua superfície e ao corte, hepático desse animal (584 ppm de cobre na matéria seca) e na cessação da mortalidade após a troca da mistura mineral, estabeleceram um diagnóstico presuntivo de intoxicação crônica pelo cobre em excesso na mistura mineral.

- Zinco

Galvão et al. (1973) realizaram experimento sobre o efeito da suplementação de Zn na dieta de vacas em lactação no município de Vespasiano, zona metalúrgica de Minas Gerais. Administraram a 12 vacas, subdivididas em três tratamentos (A, B e C) durante 42 dias, níveis de 34, 80 e 127 ppm de Zn na matéria seca, respectivamente, sob a forma de ZnO. As análises estatísticas revelaram que não houve diferenças significativas entre tratamentos, nas produções de leite e gordura do mesmo. As variações em peso dos animais experimentais foram mínimas e também não significativas.

Camargo et al. (1976), em pesquisas de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso, obtiveram, em análises de fígado de bovinos na região setentrional, valores de Zn um pouco abaixo do normal (95 e 94 ppm nas épocas de seca e de águas respectivamente), e na região meridional valores normais. Não informam a quantidade de amostras analisadas.

Fernandes & Camargo (1976), em análises de amostras de fígado de bovinos em nove regiões da Amazônia, em 20 amostras analisadas verificaram sete valores deficientes de Zn e dois no limite do normal (100 ppm). O número de análises é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões.

Lopes et al. (1980 b), no levantamento da microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO, verificaram que os teores médios de Zn no fígado variaram de $139,2 \pm 48$ a $166,4 \pm 57,9$ ppm. Dezoito a 25 das amostras de forrageiras analisadas em cada município apresentaram teores inferiores a 10 ppm de Zn na matéria seca. A grande maioria das amostras de solo apresentou níveis baixos de Zn. Os autores observam que o fato de a grande maioria das amostras de fígado terem apresentado níveis normais de Zn decorre do fato de grande quantidade de animais ter recebido suplementação mineral. Concluíram que a deficiência generalizada de Zn apresentada pelas amostras de solo e de plantas configura a necessidade de suplementação de Zn aos animais da região estudada.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas na Amazônia Legal, em relação ao Zn encontraram, num total de aprox. 100 amostras de fígado (incluídos aprox. 70 amostras analisadas por Mendes 1977), valores indicando deficiência, em 79 amostras procedentes de sete empresas; deve-se salientar que 70 dessas amostras eram de uma só fazenda, no município de Nortelândia, MT (são as 70 amostras acima mencionadas, nas quais a média dos valores indica deficiência de Zn). Na maioria das outras empresas foram coletadas, em geral, só uma e duas amostras; o número de análises nessas empresas é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas

e não permite conclusões. Em relação às forrageiras, foram encontrados valores deficientes de Zn em quase todas as empresas, tendo sido suficientes na época de chuva somente em duas e na época de seca em sete propriedades.

Barros et al. (1981), no estudo sobre a doença "mal-de-secar" nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, acharam no fígado teores de Zn normais. Nas pastagens encontraram deficiência de Zn, considerando as necessidades mínimas para vacas em lactação.

Pormenores sobre os estudos de Barros et al. (1981) encontram-se na parte relativa a Co.

Sousa et al. (1982), incorporando os dados da tese de Mendes (1977) no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que os níveis de Zn no fígado dos animais foram deficientes em todas as seis fazendas, sendo muito mais deficientes no período chuvoso (68 ppm) do que no período seco (113 ppm). Cinco das fazendas apresentaram deficiências de Zn nas forrageiras. Foram constatadas deficiências de Zn no solo em três das fazendas estudadas.

Sousa et al. (1983), para verificar possíveis deficiências minerais em novilhos nelorados em pastagem de capim-colonião no sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul (mun. Rio Brillhante), fizeram um estudo com duração de 336 dias. Na parte experimental foram usados 200 novilhos distribuídos nos seguintes tratamentos: A) NaCl + P + microelementos (Zn, Cu, Co, I, S); B) mistura comercial (Ca, P, Fe, Cu, Mn, I, Zn, Ni, Mg, Na e Cl); C) NaCl + P; e D) NaCl. Os animais dos tratamentos C e D começaram a emagrecer logo após o início do experimento e, com o passar dos meses, vários deles apresentaram magreza, diarreia e pêlo áspero, morrendo após período de tempo variável. Nos tratamentos A e B não houve animais que mostrassem os sinais clínicos descritos para os lotes C e D. Os tratamentos apresentaram ganhos médios de peso, por animal, de 143,8; 129,9; 67,7 e 39,8 kg para os tratamentos A, B, C e D respectivamente. Dessa maneira, a suplementação fósforica foi vantajosa,

mas os maiores ganhos de peso foram obtidos pela suplementação adicional de microelementos.

Paralelamente à experimentação foram feitas análises de tecido animal (no plasma sanguíneo foram analisados P e Mg; no osso, Ca, P e Mg; e no fígado, Fe, Cu, Co, Mn, Zn e Mo), de forrageiras e de solo. O zinco foi o único microelemento, no fígado, cujos níveis estavam abaixo do padrão mínimo. As análises de biópsia de osso (costela) indicaram níveis deficientes de P, contudo o P no plasma não mostrou deficiência nos animais do tratamento D (que receberam apenas NaCl). As forrageiras apresentaram níveis médios deficientes de P, Zn, Cu e Co. O solo se mostrou pobre em Ca, P, Mg, Zn, Cu e Co. Dessa maneira, P e Zn foram os únicos minerais deficientes no tecido animal, nas forrageiras e no solo, confirmando os resultados da experimentação em relação à deficiência de P e especificando, através de análise do fígado, Zn como o único microelemento responsável pelo resultado vantajoso dos tratamentos A e B (inclusão de microelementos).

Sousa & Darsie (1985), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de Zn no fígado dos animais foram baixos em todas as regiões; essas deficiências eram mais pronunciadas no período chuvoso. As forrageiras eram deficientes em Zn, em todas as regiões estudadas. Nos solos os níveis de Zn estavam acima das concentrações consideradas deficientes.

Camargo et al. (1985), no estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram valores hepáticos de Zn baixos, somente em uma fazenda, no sul do Pará, na época de seca, e nível elevado em outra, na Ilha de Marajó (ao todo, nove amostras analisadas em seis fazendas). Em quatro dessas empresas encontraram-se valores deficitários de Zn nas forrageiras.

- Manganês

Camargo et al (1976), em suas pesquisas de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso, obtiveram

em análises de fígado de bovinos para a região setentrional e meridional valores normais, tanto para a época de seca como das águas. Não informam sobre a quantidade de amostras analisadas.

Fernandes & Camargo (1976), em análises de amostras de fígado de bovinos em nove regiões da Amazônia, encontraram valores normais em todas as 20 amostras examinadas.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas na Amazônia Legal, em relação ao Mn encontraram, num total de aprox. 100 amostras de fígado (incluídas aprox. 70 amostras analisadas por Mendes 1977), valores indicando deficiência em 77 amostras procedentes de cinco empresas; deve ser salientado que 70 amostras eram de uma só fazenda, no município de Nortelândia, MT (são as aprox. 70 amostras acima mencionadas, nas quais a média dos valores indica deficiência de Mn). Na maioria das outras empresas foram coletadas, em geral, só um a duas amostras; o número de análises nessas empresas é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões. Em relação às forrageiras houve diferença grande em seu teor médio entre as épocas de águas e de seca. Na época de águas, em seis empresas, os valores não alcançaram nível adequado, enquanto que na seca todos ultrapassaram esse nível.

Barros et al. (1981), em estudo sobre o "mal-de-secar" nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e Parintins, PA, encontraram no fígado teores de Mn normais. Nas forrageiras, os teores de Mn foram adequados às exigências nutricionais de bovinos.

Pormenores sobre os estudos de Barros et al. (1981) estão na parte relativa a Co.

Sousa et al. (1981), incorporando os dados da tese de Mendes (1977), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que os níveis de Mn no fígado dos bovinos foram deficientes em cinco das fazendas estudadas, e que na estação chuvosa a deficiência era mais generalizada do que no período da seca. Nas forrageiras, os níveis de Mn eram suficientes para atender as exigências dos bovinos em todas as seis fazendas,

nas duas épocas estudadas. No solo, os níveis de Mn em duas fazendas eram baixos, nas outras eram adequados. Os autores concluíram que os valores deficientes em Mn no fígado se deviam às altas concentrações de ferro nas forrageiras e à elevada suplementação mineral com cobalto, o que provoca efeitos tóxicos na absorção e utilização de Mn. Os autores recomendam a suplementação com Mn em todas as fazendas, principalmente na estação chuvosa.

Sousa & Darsie (1986), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que as concentrações de Mn no fígado dos bovinos foram normais. As forrageiras apresentaram concentrações nutricionalmente adequadas para bovinos de corte. Embora os solos de algumas regiões tenham apresentado níveis de Mn relativamente baixos para culturas, produziram forrageiras com níveis adequados para ruminantes.

Camargo et al. (1985), no estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram valores hepáticos baixos para Mn em uma amostra coletada na época de seca (sul do Pará) e em outra, na época de chuvas (Ilha de Marajó) entre nove amostras coletadas em seis empresas. Nas forrageiras, amostradas nas 13 empresas, o Mn mostrou níveis suficientes para as necessidades de gado de corte.

- Selênio

Lucci et al. (1983) obtiveram níveis de Se inferiores a 0,040 ppm em 75 por cento das amostras de sangue de 974 vacas de leite de 80 municípios no Estado de São Paulo. Não são fornecidos dados clínico-patológicos sobre uma eventual deficiência de selênio, mas os autores lembram que dados da Universidade de Ohio mostram incidência elevada de retenção de placenta com valores séricos de selênio inferiores a 0,040 ppm.

Moraes (1986), em sua tese, dá a conhecer os resultados de análises de Mn, Zn e Se em 111 amostras de fígado coletadas em fazendas em oito regiões do Brasil, isto é nos Estados do Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Amazonas e Rio Grande do Sul, Território Federal de Roraima e no

Nordeste, parcialmente de bovinos em que se suspeitava de deficiência mineral, parcialmente de animais sadios ou de animais que sucumbiram de doenças não relacionadas com deficiências minerais ou ainda de bovinos que serviram em experimentos com plantas tóxicas. No Estado de Mato Grosso, 20 por cento das 35 amostras tiveram valores baixos de Se (abaixo de 0,1 ppm) e no Estado de Mato Grosso do Sul 41,2 por cento das 17 amostras tiveram valores abaixo de 0,1 ppm. Os teores de Zn e Mn estavam, na maioria das amostras, no âmbito dos valores normais. A tese se ocupa principalmente com a parte analítica desses elementos. o devido correlacionamento dos dados analíticos com a saúde dos rebanhos ainda será elaborado, segundo a autora.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Confirmou-se o que tinha sido visto até 1976, isto é, que a deficiência de fósforo é a deficiência mineral mais importante em bovinos no Brasil. Viu-se pelos trabalhos mais recentes, que, quando se usam análises químicas de tecidos animais para o diagnóstico dessa deficiência, essas análises devem ser feitas de preferência em tecido ósseo (Mendes 1977, Sousa et al. 1979, 1983, 1985, 1986, Lopes et al. 1980 a). Em duas ocasiões o diagnóstico de deficiência de fósforo foi estabelecido através da experimentação, nos municípios de Manaus, AM (Moraes et al. 1982), e de Rio Brilhante, MS (Sousa et al. 1983). Análises de pastagem e sobretudo do solo contribuem bastante para o estabelecimento do diagnóstico da deficiência deste elemento (Dayrell 1973 a, Sousa et al. 1979, 1986, Lopes et al. 1980 a).

Botulismo epizoótico, em consequência da osteofagia causada pela deficiência de P, tem sido diagnosticado em muitas outras regiões além daquelas em que foi observado inicialmente e que foram o Piauí (Tokarnia et al. 1970), sul do Maranhão e norte de Goiás (Tokarnia 1970). Tem sido diagnosticado adicionalmente no sul de Goiás (Döbereiner 1978/79) e próximo de Brasília (Döbereiner 1987 a), no Estado de Mato Grosso do Sul em Cassilândia (Döbereiner 1979) e Campo Grande (Döbereiner 1986), no Estado do Rio Grande do Sul em Alegrete (Langenegger et al. 1984), no nordeste da

Bahia (Tokarnia 1986) e no Estado de São Paulo na região de Marília e ao sul de Ribeirão Preto (Döbereiner 1978 b). Há dados que indicam que o botulismo epizootico ocorre ainda em outras regiões do Brasil, como no Território de Roraima (Döbereiner 1975).

Foi diagnosticada intoxicação por flúor no Rio Grande do Sul, mas não devido à suplementação com fosfatos, e sim devido à poluição e contaminação dos pastos por fábricas de adubos que processam rocha fosfática (Riet-Correa et al. 1983).

Hipocalcemia devida à ingestão de pastagem de *Setaria anceps* cv. Kazungula, rico em oxalato, foi diagnosticada em Mato Grosso do Sul (Schenk et al. 1982).

Em relação às deficiências de cobre e cobalto que, de acordo com os estudos realizados até 1976, eram, depois da deficiência de fósforo, as mais comuns no Brasil, nossos conhecimentos também foram confirmados e ampliados. O diagnóstico de deficiência de cobalto, baseado em determinações do elemento no fígado, foi estabelecido adicionalmente nas regiões de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, por Barros et al. (1981), no nordeste de Mato Grosso por Camargo et al. (1976) e Fernandes & Camargo (1976), e no vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, por McDowell (1976). Diagnósticos de deficiências de cobre, baseados em análises de fígado, foram adicionalmente estabelecidos somente no sul de Goiás, por Lopes et al. (1980), e na região de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, por Barros et al. (1981). Em outros estudos, o diagnóstico de deficiências nesses elementos (Co e Cu) tem sido prejudicado pela ampla suplementação dos rebanhos com sais de cobalto e cobre, isto é, nos estudos na região norte de Mato Grosso em relação ao cobalto e cobre (Mendes 1977, Sousa et al. 1981, 1980) e no Amapá em relação ao cobalto (Sousa & Darsie 1985).

Em relação ao molibidênio, dosado no fígado, os valores foram considerados normais nos estudos no norte de Mato Grosso (Mendes 1977, Sousa et al. 1980). Camargo et al. (1980) acharam valores baixos de Mo nas forrageiras (não dosaram esse elemento em amostras de fígado).

Por outro lado, a intoxicação por cobre foi diagnosticada duas vezes, em ovinos, no Rio Grande do Sul (Santos & Williams 1966, Oliveira et al. 1984).

Em relação à deficiência de iodo, que nos estudos realizados até 1976 era de ocorrência limitada à poucas áreas, não houve acréscimos.

Pela primeira vez foi confirmada, com dados concretos - através da experimentação em bovinos em uma fazenda no município de Miranda, MS (Sousa et al. 1985) - a deficiência de sódio, que se suspeita ser de ocorrência muito comum no Brasil.

Também pela primeira vez foi diagnosticada a deficiência de zinco, com base na análise do elemento no fígado, no norte de Mato Grosso (Mendes 1977, Sousa et al. 1982), no nordeste de Mato Grosso (Camargo & Fernandes 1976, Fernandes & Camargo 1976) e em Roraima (Sousa & Darsie 1985); com base na experimentação, aliada às análises de amostras de fígado, foi estabelecido o diagnóstico de deficiência de zinco em bovinos numa fazenda no município de Rio Brilhante, MS (Sousa et al. 1983). Dessa maneira, a deficiência de zinco não parece ser tão rara no Brasil, como se supunha.

Num estudo o diagnóstico da deficiência de Zn ficou prejudicado pela suplementação mineral aos animais, ou seja, no estudo na microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO (Lopes et al. 1980 b).

Deficiência de manganês foi diagnosticada, com base em análises do mineral no fígado, no norte de Mato Grosso (Mendes 1977, Sousa et al. 1981). Sousa et al. (1981) concluem que os valores deficientes de Mn no fígado se devem às altas concentrações de ferro nas forrageiras e à elevada suplementação mineral com cobalto, o que provoca problemas na absorção e utilização do Mn.

Pela primeira vez no Brasil foram obtidos valores baixos de selênio, em análises de fígado, em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, por Moraes (1986). Em São Paulo, anteriormente, Lucci et al. (1983) obtiveram, de 75 por cento das vacas leiteiras que examinaram, níveis inferiores a 0,040 ppm de Se no soro sanguíneo

e especulam que esses valores podem ter influência sobre a incidência de retenção de placenta.

PERSPECTIVAS DA INVESTIGAÇÃO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL EM BOVINOS NO BRASIL

Nesses últimos anos, aprendemos muito em relação à metodologia na investigação das deficiências minerais em bovinos, isto é, sobre o diagnóstico das deficiências minerais. Vimos como trabalhos de diagnóstico podem e devem ser conduzidos.

Se até 1976 predominavam no Brasil trabalhos realizados sob a perspectiva do patologista e estudavam-se principalmente doenças de etiologia obscura possivelmente causadas por deficiências minerais, nos últimos anos a grande maioria dos estudos foi realizada sob a perspectiva do nutricionista.

Convém lembrar aqui que as deficiências minerais podem ocorrer sob diversos graus, desde deficiências severas, com perturbações mais ou menos características, a deficiências leves com sintomas não específicos, como desenvolvimento lento, baixa fertilidade, baixo rendimento de carcaça e baixa produção leiteira. Como as deficiências minerais estão ligadas a certas áreas, quando são acentuadas, podem ser responsáveis pela pobreza geral que existe em determinadas regiões. Deficiências menos severas e até leves causam também prejuízos econômicos sérios, porque reduzem a produtividade dos animais e constituem um obstáculo à melhoria dos rebanhos; estas últimas causam, olhando o Brasil como um todo, prejuízos econômicos maiores ao país porque ocorrem em regiões muito extensas.

Queremos salientar, que tanto nos estudos das deficiências com manifestações clínico-patológicas mais características, como nas perturbações menos típicas, para que se chegue a conclusões as mais certas e para que se tire o maior proveito de uma pesquisa tão trabalhosa e cara, deve-se procurar examinar problemas de deficiências minerais do maior número possível de ângulos: animal-planta-solo, dando ênfase ao animal; quanto mais próximo ao animal

(exame do rebanho, análises, experimentação), menores serão os riscos de erros na interpretação dos dados. Isto é especialmente válido no Brasil, onde a profilaxia é quase toda feita pela suplementação dos minerais deficientes ao animal. Em países onde se pode pensar em correção do problema pela adubação, certamente análises de forrageiras e solo têm mais valor que entre nós. Devido à suplementação mineral crescente e indiscriminada, cada vez mais será preciso recorrer à experimentação - que é o meio de diagnóstico mais árduo - mas que, em compensação, permite conclusões mais seguras e corretas.

A determinação de problemas relativos às deficiências minerais no Brasil é bastante exequível, desde que seja observado o raciocínio acima exposto.

LITERATURA CITADA

- BARROS, N. N.; TEIXEIRA, L. B.; MORAES, E.; CANTO A. C. & ITALIANO, E. C. 1981. Teores de minerais no complexo solo-planta-animal de áreas de terras firmes do Amazonas. Comunicado Técnico Nº 16/81, Embrapa - UEPAE de Manaus. 3 p.
- BOYAZOGLU, P. A.; BARRETT, E. L.; YOUNG, E. & EBEDES H. 1972. Liver mineral analysis as indicator of nutritional adequacy. Proceedings of 2nd World Conference of animal Nutrition, Madrid, Spain, p. 995 - 1008.
- CAMARGO, W. V. A.; FERNANDES, N. S. & SANTIAGO, A. M. H. 1976. Pesquisa de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso. Anais XV Congr. Bras. Med. Vet., Rio de Janeiro, p. 194- 195. (Resumo)
- _____; FERNANDES, N. S. & SANTIAGO, A. M. H. 1980. Estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da Amazônia Legal. Arqs. Inst. Biol., S. Paulo 47 (4): 83 - 111.
- _____; SANTIAGO, A. M. H.; NAZARIO, W. & CHIBA, S. 1985. Teores de minerais de interesse pecuário em regiões da Polamazônia. Revta Bras. Med. Vet., Rio de J., 7(4): 118 - 124.
- CAVALCANTI, I. 1967. Comunicação pessoal (Min. Agric., Dois Irmãos, Recife, PE).
- CONRAD, J. H. 1984. Administração racional de suplementos minerais a nível de fazenda. I Simpósio sobre Nutrição Mineral, São Paulo, p. 57 - 67.

- ____ & MENDES, M. O. 1965. Estudo comparativo do uso de suplementos minerais e fonte de proteína sobre a percentagem de nascimento de bezerros. Relatório do Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, Rio de Janeiro. (Citado por Conrad et al. 1984)
- CORTES, P. R. 1969/71. Una etiologia de la borrachera del llano. Revta. Ganagrínco, Venezuela, 4 (nº 18), 5 (nºs 19, 20, 21, 22) 6 (nºs 23, 24), num total de 37 páginas, em sequência descontínua.
- COSTA, F. P.; SOUSA, J. C., GOMES, R. F. C., SILVA J. M. & EUCLIDES, V. P. B. 1982. Avaliação econômica de alternativas de suplementação mineral. Pesq. Agropec. Bras. 17 (7): 1083 - 1088.
- DÄMMRICH, K. 1986. Comunicação pessoal (Freie Universität Berlin).
- DAYRELL, M. S.; DÖBEREINER, J. & TOKARNIA, C. H. 1973 a. Deficiência de fósforo em bovinos na região de Brasília. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet., 8: 105 - 114.
- ____; LOPES, H. O. S.; SAMPAIO, I. B. M. & DÖBEREINER, J. 1973 b. Fatores a serem considerados na interpretação de valores analíticos de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet., 8: 43 - 47.
- DÖBEREINER, J. 1975, 1978/79, 1979, 1986, 1987 a, 1987 b. Relatórios de viagens (Embrapa- UAPNPSA, Seropédica, RJ).
- ____; TOKARNIA, C. H.; COSTA, J. B. D.; CAMPOS, J. L. E. & DAYRELL, M. S. 1971. "Espichamento, intoxicação de bovinos por *Solanum malacoxylon*, no pantanal de Mato Grosso. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet., 6: 91 - 117.
- FERNANDES, N. S. & CAMARGO, W. V. A. 1976. Projetos de pesquisa de minerais em ruminantes em projetos agropecuários da região da Amazônia. In: Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, Belo Horizonte, Minas Gerais, p. 309 - 324.
- GALVÃO, F. E.; MELLO, R. P. & SILVA, R. M. 1973. Efeito da suplementação de zinco à dieta de vacas em lactação. Arqs. Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais 25 (3): 235 - 241.
- GRUNERT, E. & SANTIAGO, C. 1969. Über den Einfluss von Knochenfüttermehl auf die Fruchtbarkeit von Fleischrindern in Rio Grande do Sul, Brasilien. Zuchthyg. 4: 65 - 71.
- GUIMARÃES, J. M. A. B. & NASCIMENTO, C. N. B. 1971. Efeito da suplementação mineral sobre a percentagem de nascimento de bezerros em rebanhos de bovinos de corte na Ilha de Marajó. Série: Estudos sobre Bovinos, IPEAN, Belém, Pará, Vol. 1 (Nº 2): 37 - 51.
- HEALY, W. B. 1974. Ingested soil as a source of elements to grazing animals, p. 448 - 450. In: Trace Element Metabolism in Animals - 2, University Park Press, Baltimore. (Citado por Conrad et al. 1984).
- ____ & LUDWIG, T. G. 1965. Ingestion of soil by sheep in New Zealand in relation to wear of teeth. Nature 208 (5012): 806 - 807.
- LANGEREGGER, J.; SCARSI, R.; MARTINS, E. S.; AZAMBUJA, L. L. A.; SANTA HELENA, P. A. & BARROS, C. 1984. "Mal de Alegrete: epidemiologia, clínica e patologia." XIX Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, p. 208.
- LOPES, H. O. S.; FICHTNER, S. S.; JARDIM, E. C.; COSTA, C. P. & MARTINS JUNIOR W. 1980 a. Composição mineral de amostras de solo, forragem e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás - I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. Arqs. Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 32 (2): 161- 174.
- ____; FICHTNER, S. S.; JARDIM, E. C.; COSTA, C. P. & MARTINS JUNIOR, W. 1980 b. Teores de cobre e zinco em amostras de solos, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. Arqs. Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 32 (2): 151 - 159.
- LUCCI, C. S.; MOXON, A. L.; ZANETTI, M. A.; SCHALCH, E.; PETTINATI, R. L.; FUKUSHIMA, R. S.; FRANZOLIN NETO, R. & MARCOMINI, D. G. 1983. Selênio em rebanhos leiteiros do Estado de São Paulo. I. Níveis de selênio em soros sanguíneos - nota prévia. Anais da XX Reunião Anual da SBZ, Pelotas, RS, p. 197.
- McDOWELL, L. R. 1976. Níveis estacionais de cobre e de cobalto em tecido animal e vegetal. Atualidades Veterinárias, Porto Alegre, 5 (28): 24 - 27.
- ____; CONRAD, J. H.; ELLIS, G. L. & LOOSLI, J. K. 1983. Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions. University of Florida, Gainesville, 86 p.
- MENDES, M. O. 1977. Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique. Dissertation, University of Florida, Gainesville. 236 p.
- ____; CONRAD, J. H. & AMMERMAN, C. B. 1981. Teores de minerais em bovinos de corte do Estado de Mato Grosso, Revta. Bras. Med. Vet. 4 (3): 25 - 30.

- _____; CONRAD, J. H.; HOUSER, R. H. & McDOWELL, L. R. 1982. Viabilidade técnica de biopsia de fígado na determinação dos teores de certos minerais em bovinos. *Arqs. Univ. Fed. Rur. Rio de J.* 5 (1) 55 - 60.
- MILLER, W. J. & STAKE, P. E. 1974. Uses and limitations of biochemical measurements in diagnosing mineral deficiencies. *Proceedings Nutrition Conference for the Feed Industry, Atlanta, Georgia*, p. 25 - 43.
- MORAES, S. S. 1986. Untersuchungen zu Abhängigkeiten der Zink-, Mangan- und Selengehalte in Lebern von Rindern aus ausgewählten Regionen Brasiliens. *Dissertation, Hannover*. 146 p.
- MORAES, E.; ITALIANO, E. C. & PIENIZ, L. C. 1982. Efeito de níveis de fósforo no crescimento e engorda de bovinos mantidos em pastagem de quicuí da Amazônia. *Pesquisa em Andamento* nº 36, EMBRAPA-UEPAE de Manaus. 4 p.
- NUNES, V. A. & CHQUILOFF, M. A. G. 1986. Doença periodontal ou "cara inchada" do bovino. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte*, 1: 3 - 8.
- OLIVEIRA, J. A.; GIESTA, S. M.; SCHILD, A. L.; RIET-CORREA F. & MENDEZ, M. C. 1984. Intoxicação de cobre em ovinos no Rio Grande do Sul. *XIX Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, Belém, Pará*, p. 326. (Resumo).
- PORTUGAL, M. A. S. C. 1985/1986. Documentos do Instituto Biológico da Bahia, Salvador.
- RIET-CORREA F.; OLIVEIRA, J. A.; MENDEZ, M. C. & SCHILD, A. L. 1983. Poluição industrial como causa de intoxicação por flúor em bovinos no município de Rio Grande, RS. *Peq. Vet. Bras.* 3(4): 107 - 114.
- ROSA, I. V. & GOMES, R. F. 1982. Intoxicação crônica por cobre em ovinos. *Comunicado Técnico* nº 14/82, EMBRAPA-CNPGC, Campo Grande, MS. 3 p.
- SANTOS, A. G. & WILLIAMS, B. M. 1966. Sobre casos de envenenamento crônica por cobre em ovinos. *Arqs. Inst. Pesq. Vet. Desidério Finamor, Porto Alegre*, 3: 41-44.
- SCHENK, M. A. M.; FARIA FILHO, T. T.; PIMENTEL, D. M. & THIAGO, L. R. L. S. 1982. Intoxicação por oxalatos em vacas lactantes em pastagem de *Setaria*. *Pesq. Agropec. Bras.* 17 (9): 1403 - 1407.
- SOUSA, J. C. 1978. Interrelationships among mineral levels in soil, forage, and animal tissues on ranches in northern Mato Grosso, Brazil. *Dissertation, University of Florida, Gainesville*. 277 p.
- _____; CONRAD, J. H.; BLUE, W. G. & McDOWELL, L. R. 1979. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 1. Cálcio e fósforo. *Pesq. Agropec. Bras.* 14 (4): 387 - 395.
- _____; CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; AMMERMAN, C. B. & BLUE, W. G. 1980. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. *Pesq. Agropec. Bras.* 15 (3): 335 - 341.
- _____; CONRAD, J. H., BLUE W. G., AMMERMAN, C. B. & McDOWELL, L. R. 1981. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 3. Manganês, ferro e cobalto. *Pesq. Agropec. Bras.* 16 (5): 739 - 746.
- _____; CONRAD, J. H.; MOTT, G. O.; McDOWELL, L. R.; AMMERMAN, C. B. & BLUE, W. G. 1982. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. *Pesq. Agropec. Bras.* 17 (1): 11 - 20.
- _____; GOMES, R. F. C.; REZENDE, A. M.; ROSA, I. V.; CARDOSO, E. G.; GOMES, A.; COSTA, F. P.; OLIVEIRA, A. R.; COELHO NETO, L. & CURVO, J. B. E. 1983. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim-colonião. *Pesq. Agropec. Bras.* 18 (3): 311 - 318.
- _____; GOMES, R. F. C.; SILVA, J. M. S. & EUCLIDES, V. P. B. 1985. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim-colonião. *Pesq. Agropec. Bras.* 20(2): 259-269.
- _____ & DARSIE, G. 1985. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. I. Zinco e cobalto. *Pesq. Agropec. Bras.* 20 (11): 1309 - 1316.
- _____ & DARSIE, G. 1986. Deficiências minerais em bovinos de Roraima. II. Ferro e manganês. *Pesq. Agropec. Bras.* 21 (7): 763 - 769.
- _____; GONÇALVES, E. M.; VIANA, J. A. C. & DARSIE, G. 1986. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. III. Cálcio e fósforo. *Pesq. Agropec. Bras.* 21 (12): 1327 - 1336.
- _____; GONÇALVES, E. M.; VIANA, J. A. C. & DARSIE, G. 1986. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. IV. Magnésio, sódio e potássio. *Pesq. Agropec. Bras.* 22 (1): 89 - 98.
- _____; GOMES, R. F. C.; VIANA, J. A. C.; NUNES, V. A.; SCHENK, J. A. P.; ROSA, I. V. & GUIMARÃES, E. D. 1986. Suplementação mineral em bovinos com doença periodontal (cara inchada). 1. Aspectos nutricionais. *Revta. Soc. Bras. Zoot.* 15 (1): 1 - 16.

SUTMÖLLER, P.; ABREU, A. V.; GRIFT, J. VAN DER & SOMBROCK, W. G. 1966. Mineral imbalances in cattle in the Amazon valley. Communication nº 53, Dep. Agric. Res., Amsterdam. 135 p. + tables.

TOKARNIA, C. H. 1970, 1986. Relatórios de viagens (UFRRJ, Seropédica, RJ).

_____ & DÖBEREINER, J. 1976. Doenças causadas por deficiências minerais em bovinos em regime de campo no Brasil. In: Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, Belo Horizonte, Minas Gerais, p. 298 - 308.

_____ & DÖBEREINER, J. 1978. Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brazil, p. 163 - 169. In: Corand, J. H. & McDowell, L. R. (ed.) Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants, Belo Horizonte, Brazil.

_____; DÖBEREINER, J.; COUCEIRO, J. E. M. & SILVA, A. C. C. 1983. Intoxicação por *Palicourea aeneofusca* (Rubiaceae), a causa de "mortes súbitas" em bovinos na zona da mata de Pernambuco. Pesq. Vet. Bras. 3 (3) 75 - 79.

_____; DÖBEREINER, J. & SILVA, M. F. 1979. Plantas Tóxicas da Amazônia a Bovinos e outros Herbívoros. Inst. Nac. Pesq. Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, 95 p.

_____; LANGENEGGER, J.; LAGENEGGER, C. H. & CARVALHO, E. V. 1970. Botulismo em bovinos no Piauí, Brasil. Pesq. Agropec. Bras. 5: 465 - 472.

UNDERWOOD, E. J. 1966. The Mineral Nutrition of Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, p. 132.

_____. 1981. The Mineral Nutrition of Livestock, 2nd ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, p. 102 - 103.

Situación actual y perspectivas de la investigación sobre nutrición mineral de bovinos en Paraguay

por J. L. Laneri y O. A. Molas *

INTRODUCCION

El Paraguay, país eminentemente agropecuario y forestal, posee una superficie de 406.742 km² y una población de tres millones de habitantes.

El territorio nacional está dividido por el río Paraguay en dos grandes regiones denominadas Región Oriental y Región Occidental. Cada una de estas regiones representa al 39 por ciento y el 61 por ciento de la superficie total del país respectivamente.

El área ocupada por la ganadería es de 21.425.603 hectáreas, de las cuales el 62 por ciento corresponde a la Región Oriental y 46,5 por ciento a la Región Occidental. La existencia ganadera del país es de 6.457.329 vacunos, 355.521 ovinos, 106.529 caprinos, 1.000.000 porcinos y 309.000 equinos (Censo Agropecuario, 1981).

La topografía del país adquiere una gran importancia en el carácter y utilización de las praderas. En la Región Oriental, alternan tierras altas onduladas, tierras bajas y llanas, con altitudes que varían desde los 50 hasta los 600 metros sobre el nivel del mar. La

Región Occidental es en general baja y llana con su desnivel en sentido noroeste- sureste, presentando una altitud de 100 metros en las cercanías del río Paraguay.

Las praderas naturales se encuentran en su mayoría entre las isolíneas de precipitación de 800 mm. al noroeste y la de 1.500 mm. al sureste y, entre las isolíneas de temperatura media anual de 25°C al noroeste y la de 22° C al sureste. La interacción de precipitaciones y temperatura produce una evapotranspiración que varía de 1900 mm. al noroeste y en exceso de 600 mm. en la parte sureste del país.

El clima, en general, presenta un ciclo estacional bien definido, aunque susceptible de variación, durante el año, siendo los meses del verano, cálidos y lluviosos, mientras que los del invierno son fríos y relativamente secos. Durante los meses invernales ocurren algunas heladas.

En las Figuras 1 al 5 se presentan las principales características climáticas del país.

CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DEL PARAGUAY

Los suelos de praderas del Paraguay incluyen suelos de origen residual y aluvial. Las principales asociaciones y grandes grupos de los suelos se presentan en el Cuadro 1. La Figura 6 muestra la distribución de las asociaciones de suelos del Paraguay.

* *Ingenieros Agrónomos, Programa Nacional de Investigación y Extensión Ganadera (PRONIEGA), MAG, Asunción, Paraguay.*

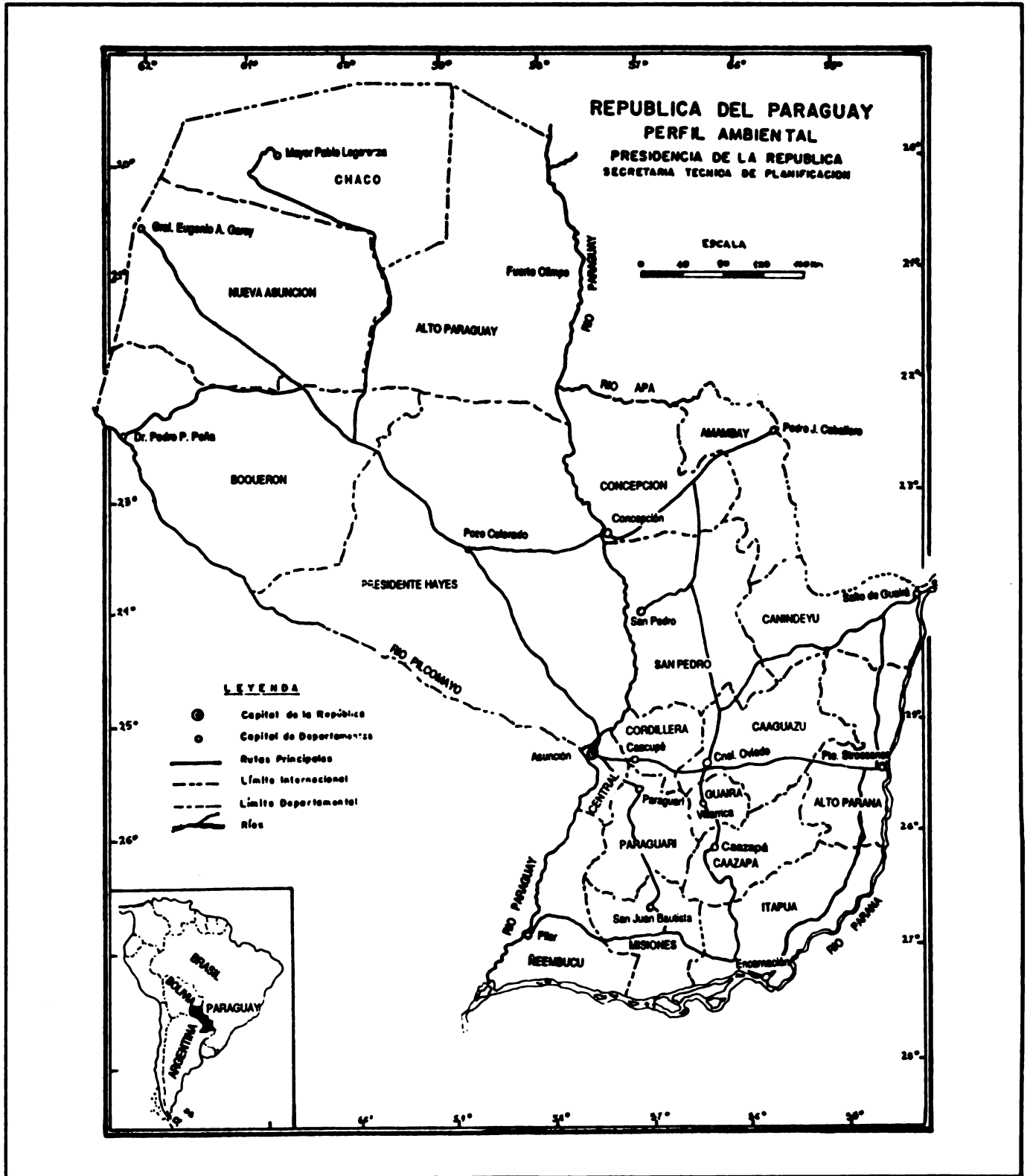


Figura 1. División política del Paraguay.

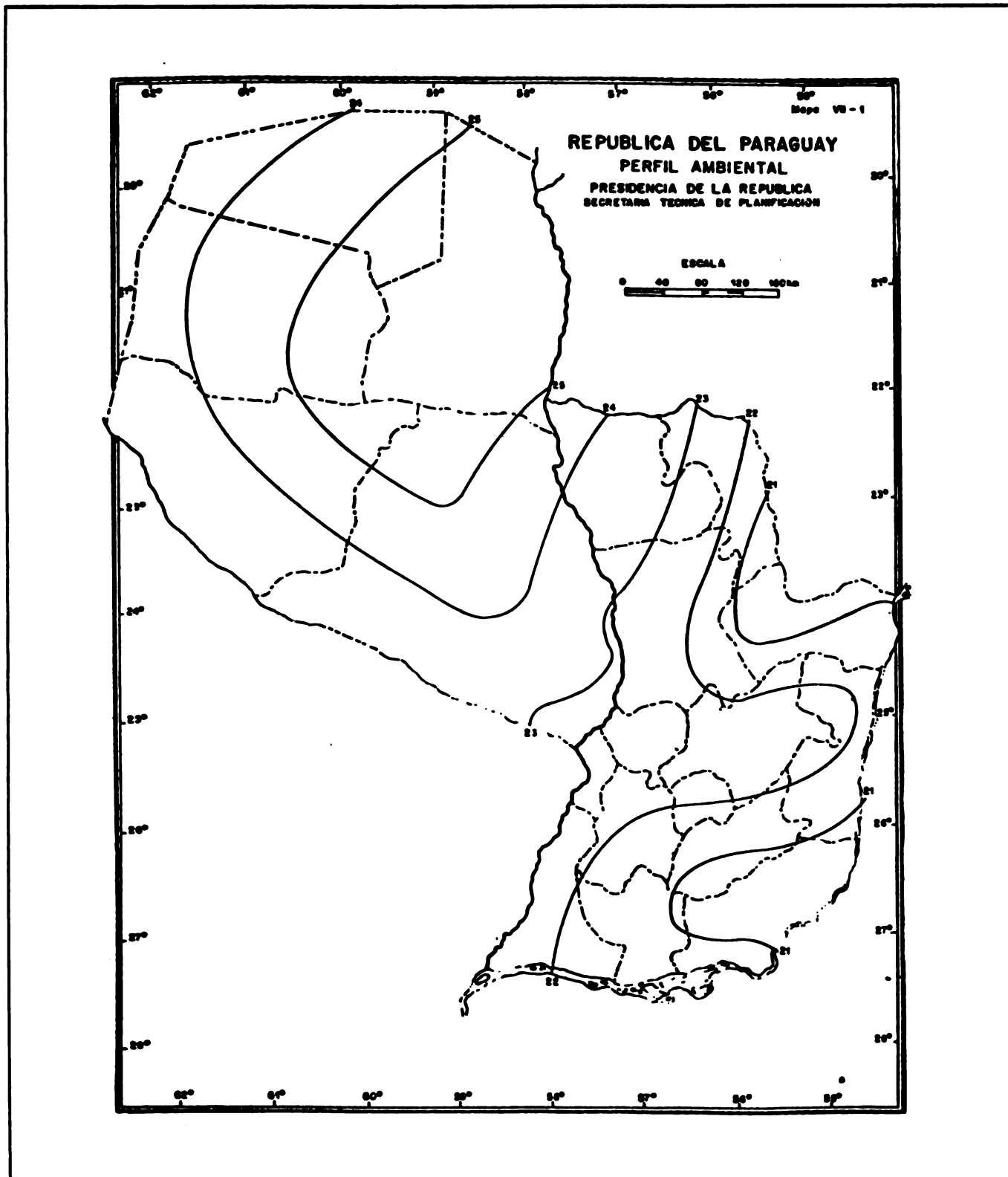


Figura 2. Temperatura media anual en °C periodo: 1951 - 80.

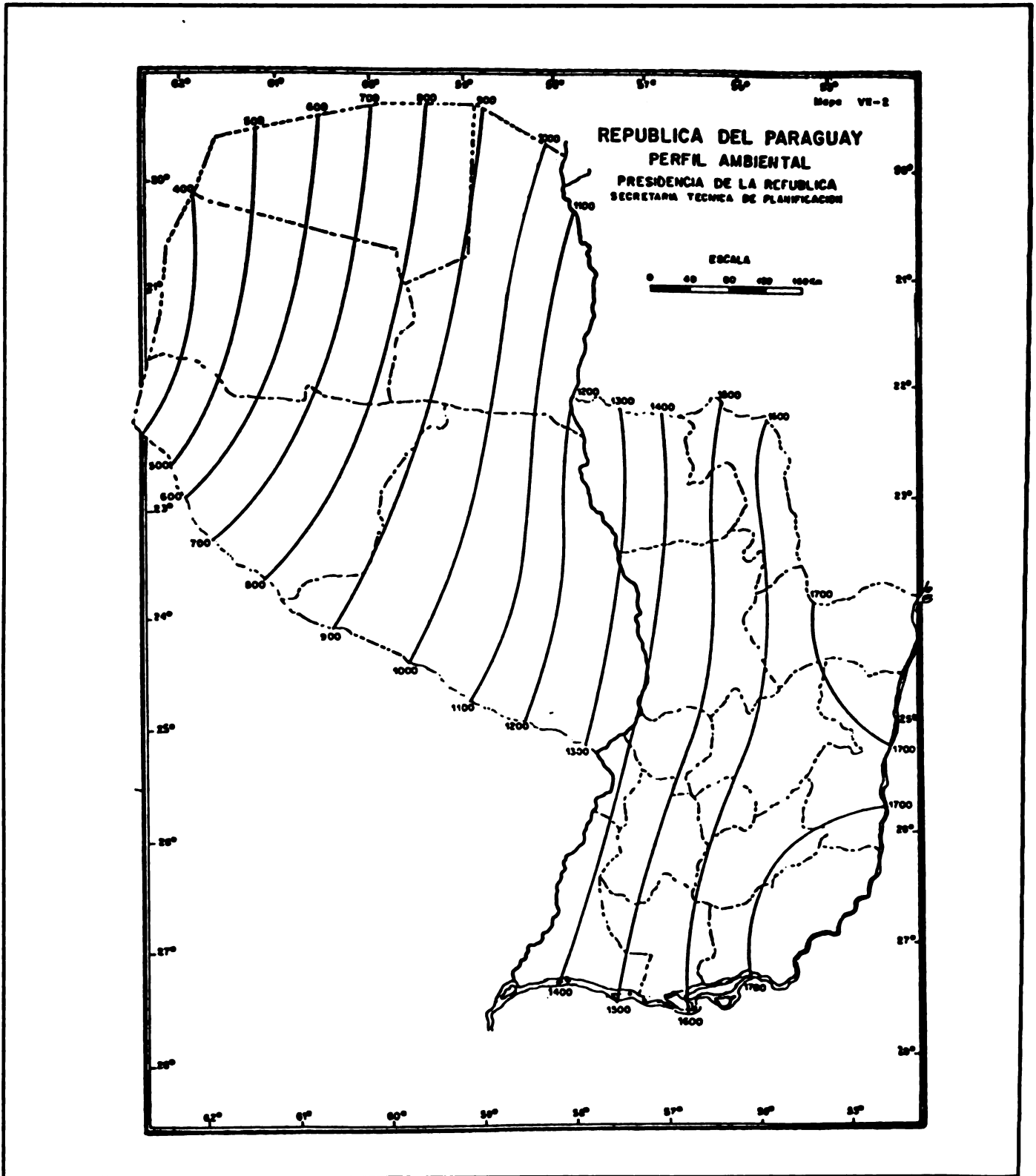


Figura 3. Precipitación media anual en mm. período: 1941 - 83

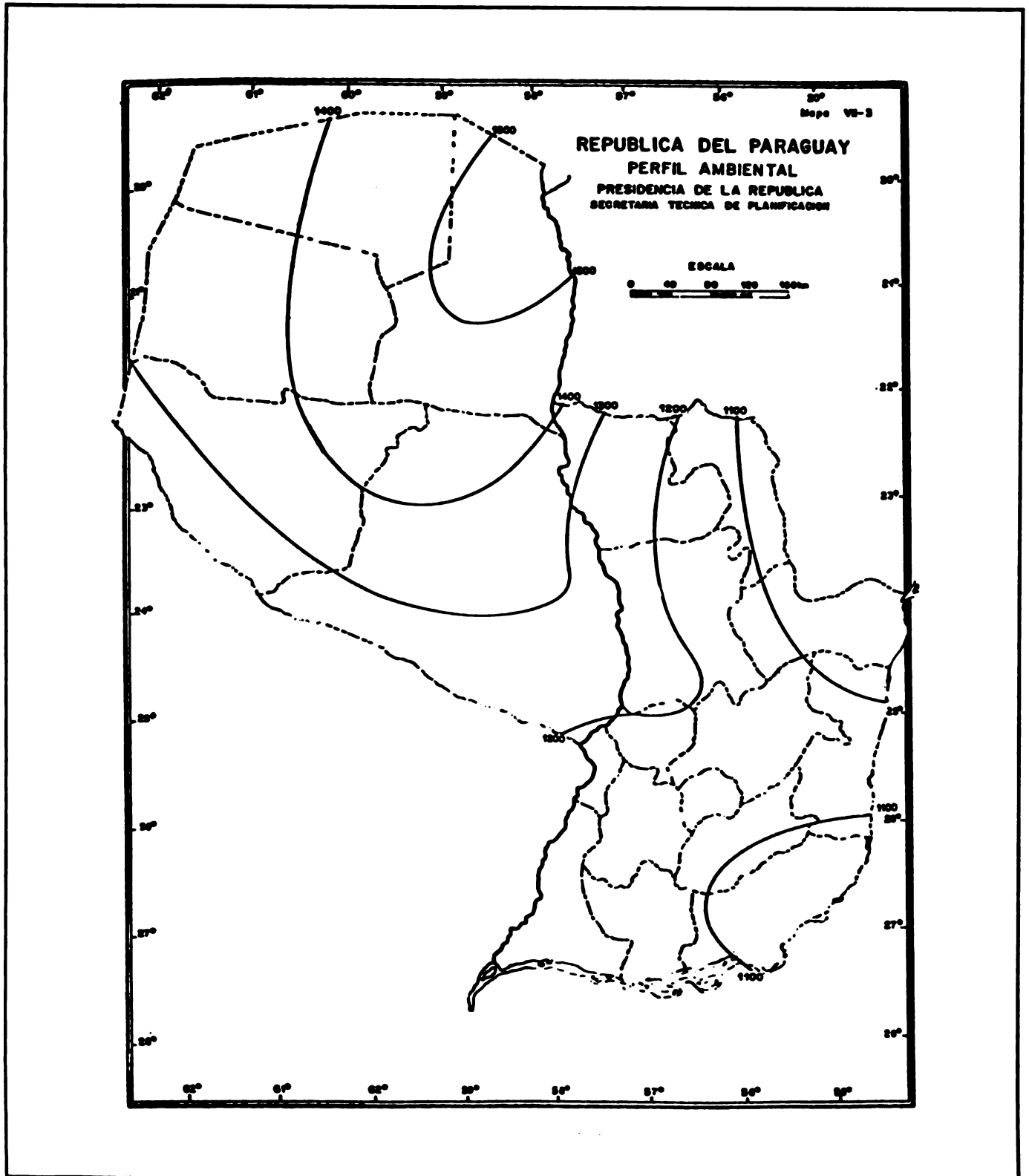


Figura 4. Evapotranspiración potencial media anual en mm. según Thornthwaite período: 1951 - 80.

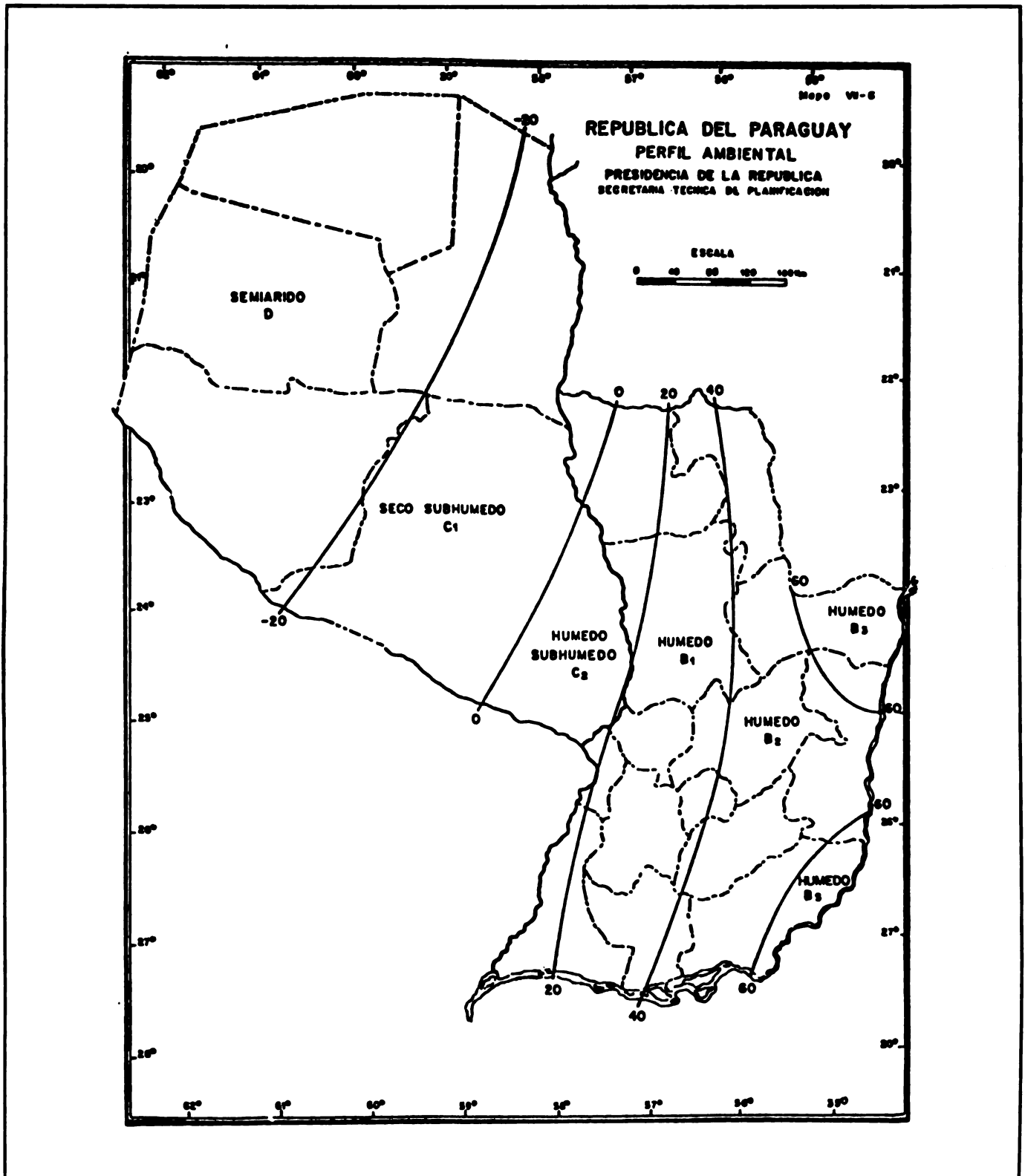


Figura 5. Índice de humedad de Thornthwalte

Cuadro 1. Características de los suelos del Paraguay

Asociación	Gran Grupo	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			CONCENTRACIÓN DE MINERALES		
		Textura	Drenaje	Permeabilidad	P. Asim. ppm	K. Asim. ppm	Cs. Asim. ppm
Suelos derivados de Rocas Basálticas.	Lateríticos Pardo Rojizo	Franco arenoso arcilloso	Buena	Moderado Rápido	1	47	1663
Suelos derivados de rocas calcáreas	Grumosoles y otros Planosoles	Arcilloso Franco-arcilloso	Adecuado Pobre	Lento Impecido	3 3	46 6	2020 1440
Suelos derivados de rocas graníticas	Podzólicos Amarillentos	Franco-arenoso a Franco	Buena	Muy lento	1	20	470
Suelos derivados de rocas Areniscas	Podzólicos Rojo Amarillentos	Franco-arenoso	Buena	Moderado Rápido	2,3	6,3	610
Suelos Hidromórficos	Gley Húmicos Orgánicos	Franco-arcilloso Franco-arenoso	Muy pobre	Impecido Muy lento	7 3	5 15,8	420 781,5
Suelos Hidromórficos salinos	Varios	Franco-arcilloso	Muy pobre	Muy lento	40	32	1990
Suelos Salinos Alcalinos	Varios	Franco-arenoso fino	Adecuado	Lento a Adecuado	150	15	1780
Suelos Aluvionales Recientes							
Suelos derivados de Rocas Alcalinas	Arcillosos oscuros	Arcilloso	Pobre	Lento	1	150	860

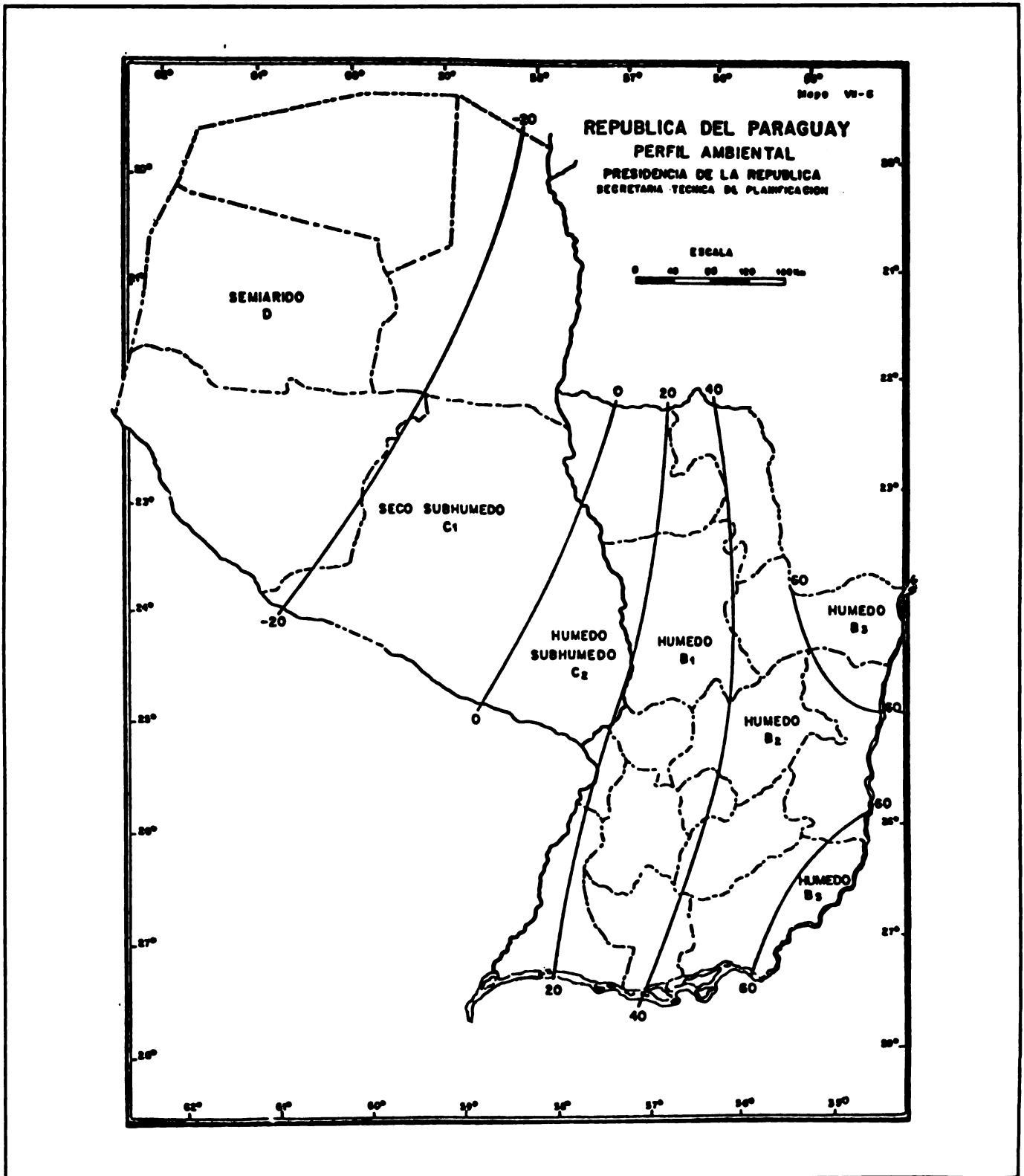
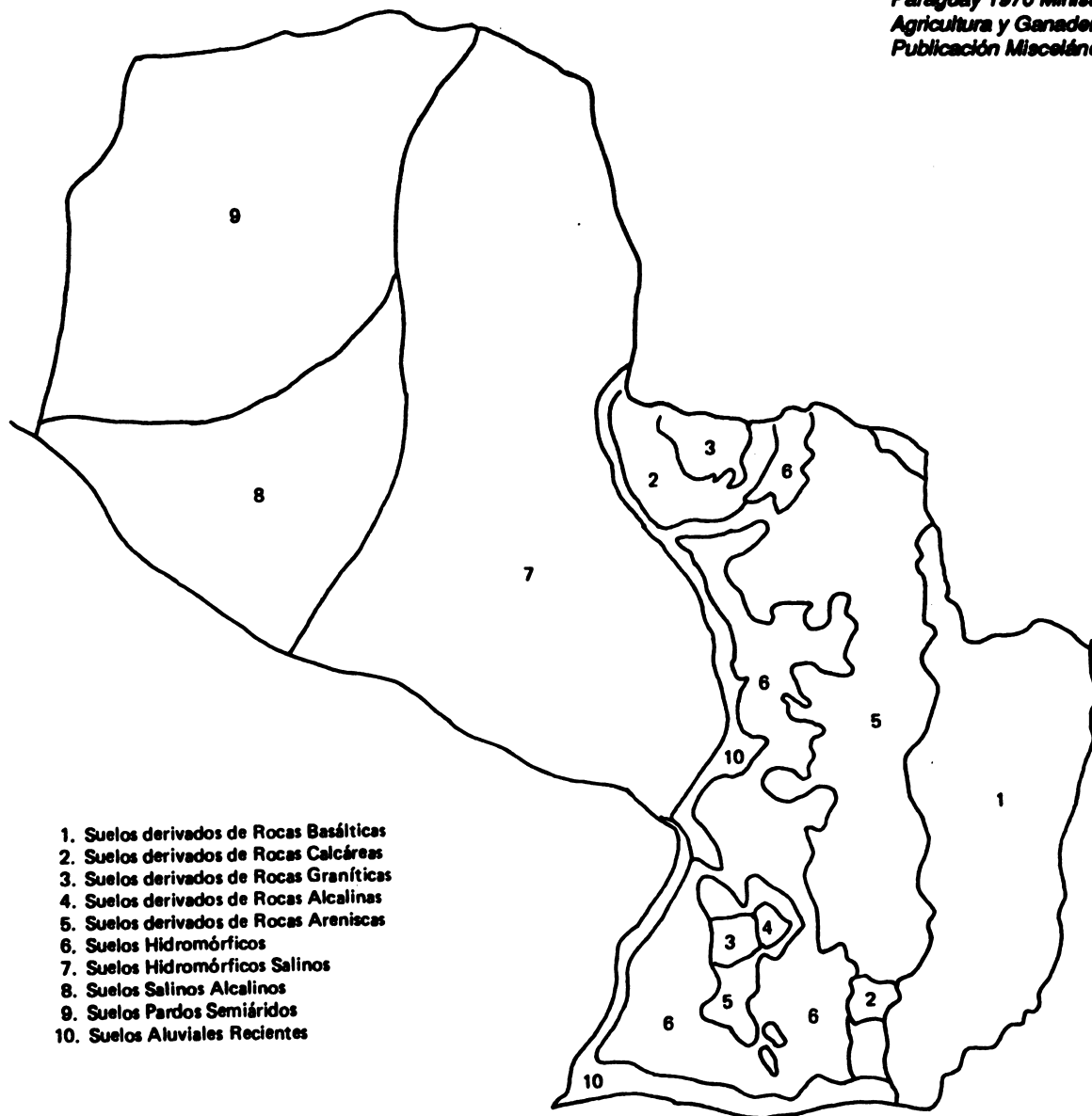


Figura 5. Índice de humedad de Thornthwaite

Cuadro 1. Características de los suelos del Paraguay

Asociación	Gran Grupo	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			CONCENTRACIÓN DE MINERALES		
		Textura	Drenaje	Permeabilidad	P. Asim. ppm	K. Asim. ppm	Ca. Asim. ppm
Suelos derivados de Rocas Basálticas.	Lateríticos Peró Rojizo	Franco arenoso arcilloso	Buena	Moderado Rápido	1	47	1663
Suelos derivados de rocas calcáreas	Grumosoles y otros Planosoles	Arcilloso Franco-arcilloso	Adecuado Pobre	Lento Impedido	3 3	46 6	2020 1440
Suelos derivados de rocas graníticas	Podzólicos Amarillentos	Franco-arenoso a Franco	Buena	Muy lento	1	20	470
Suelos derivados de rocas Areniscas	Podzólicos Rojo Amarillentos	Franco-arenoso	Buena	Moderado Rápido	2,3	6,3	810
Suelos Hidromórficos	Gley Húmicos Orgánicos	Franco-arcilloso Franco-arenoso	Muy pobre	Impedido Muy lento	7 3	5 15,8	420 781,5
Suelos Hidromórficos salinos	Varios	Franco-arcilloso	Muy pobre	Muy lento	40	32	1590
Suelos Salinos Alcalinos	Varios	Franco-arenoso fino	Adecuado	Lento a Adecuado	150	15	1760
Suelos Aluvionales Recientes							
Suelos derivados de Rocas Alcalinas	Arcillosos oscuros	Arcilloso	Pobre	Lento	1	150	860

Fuente: Las praderas naturales del Paraguay 1970 Ministerio de Agricultura y Ganadería. Publicación Miscelánea Nº 5.



1. Suelos derivados de Rocas Basálticas
2. Suelos derivados de Rocas Calcáreas
3. Suelos derivados de Rocas Graníticas
4. Suelos derivados de Rocas Alcalinas
5. Suelos derivados de Rocas Areniscas
6. Suelos Hidromórficos
7. Suelos Hidromórficos Salinos
8. Suelos Salinos Alcalinos
9. Suelos Pardos Semiáridos
10. Suelos Aluviales Recientes

Figura 6. Distribución de las asociaciones de suelos del Paraguay.

CONTENIDO MINERAL DE DISTINTAS ESPECIES FORRAJERAS

El contenido mineral de especies forrajeras ha sido determinado en diversos laboratorios de instituciones cuyas actividades están ligadas al sector.

En los Cuadros 2 al 6 se presentan los contenidos de minerales de diversas especies forrajeras, obtenidos

en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias, dependiente de la Universidad Nacional de Asunción.

Las muestras proceden de establecimientos ganaderos ubicados en diversos departamentos del país.

Cuadro 2. Contenido de minerales de especies forrajeras por departamento. Porcentaje en materia seca.

Departamento	Ca	P (% s/MS)	Mg	Especie
I. Concepción	0,45	0,14	0,56	<i>Hyparrhenia rufa</i>
II. San Pedro	0,52	0,11	0,55	<i>Paspalum notatum</i>
III. Cordillera	--	--	--	
IV. Guairá	--	--	--	
V. Caaguazú	0,40	0,08	0,27	<i>Andropogon lateralis</i>
VI. Caazapá	0,46	0,12	0,15	<i>Andropogon lateralis</i>
VII. Itapúa	--	--	--	
VIII. Misiones	0,17	0,13	0,13	<i>Andropogon lateralis</i>
IX. Paraguari	0,35	0,14	0,14	<i>Andropogon lateralis</i>
X. Alto Paraná	0,32	0,18	0,29	<i>Setaria spp.</i>
XI. Central	0,51	0,25	0,25	<i>Cynodon dactylon</i>
XII. Ñeembucú	0,27	0,15	0,14	<i>Leersia hexandra</i>
XIII. Amambay	--	--	--	
XIV. Canindeyú	--	--	--	
XV. Pdte. Hayes	0,30	0,31	0,44	<i>Cenchrus ciliaris</i>
XVI. Alto Paraguay	0,38	--	0,39	<i>Cenchrus ciliaris</i>
XVII. Chaco	--	--	--	
XVIII. Nueva Asunción	--	--	--	
XIX. Boquerón	--	--	--	

Fuente: Adaptado de "Tabla de composición de alimentos producidos en el Paraguay, destinado a los animales domésticos". Universidad Nacional de Asunción. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Nutrición Animal. San Lorenzo, Paraguay. 1985.

Cuadro 3. Comparación entre contenido de macroelementos en pastos del Paraguay en 1985 y requerimientos minerales del ganado de carne (NRC, 1984).

Origen	Pasto	Nº de muestras	Ca	P	Mg	K	Na
			% sobre base seca				
Barrerito	Pasto Nativo	4	0,240 ± 0,028	0,073 ± 0,009	0,118 ± 0,034	0,509 ± 0,213	0,017 ± 0,012
B. Vista	Pasto Nativo	4	0,245 ± 0,027	0,075 ± 0,014	0,160 ± 0,035	0,492 ± 0,192	0,017 ± 0,011
F.C.V.	Pangola	4	0,511 ± 0,059	0,183 ± 0,025	0,326 ± 0,233	1,227 ± 0,073	0,196 ± 0,125
	Colonial	4	0,662 ± 0,242	0,171 ± 0,038	0,520 ± 0,123	1,460 ± 0,187	0,070 ± 0,104
	<i>Brachiaria decumbens</i>	4	0,549 ± 0,067	0,170 ± 0,008	0,597 ± 0,140	1,330 ± 0,312	0,018 ± 0,013
	<i>Setaria anceps</i>	4	0,609 ± 0,182	0,200 ± 0,014	0,354 ± 0,090	1,761 ± 0,579	0,394 ± 0,075
	Galton Panic	4	0,891 ± 0,171	0,206 ± 0,052	0,566 ± 0,097	1,034 ± 0,340	0,293 ± 0,049
	Green Panic	3	0,758 ± 0,218	0,210 ± 0,097	0,483 ± 0,138	1,475 ± 0,346	0,200 ± 0,071
Valor sugerido (NRC)			----- *	----- *	0,10	0,65	0,08
rango (NRC)			(0,23)	(0,18)	0,05 - 0,25	0,5 - 0,7	0,06 - 0,10

* Ca y P son muy importantes en la nutrición del ganado de carne para aspectos de la producción, como peso corporal, sexo y ganancia de peso; el dato entre paréntesis es el menor considerado (vaquilla, peso vivo 272 kg, ganancia de peso / día 0,23 kg).

Cuadro 4. Comparación entre contenido de microelementos en pastos del Paraguay (muestras obtenidas en 1985) y requerimientos minerales para ganado de carne (NRC, 1984).

Origen	Pasto	Nº de muestras	Fe	Zn	Cu	Mn
			ppm sobre base seca			
Barrerito	Pasto Nativo	4	160 ± 61	13,4 ± 1,4	2,0 ± 0,5	486 ± 73
B. Vista (R.O)	Pasto Nativo	4	576 ± 456	17,0 ± 4,2	2,9 ± 1,5	685 ± 185
F.C.V.	Pangola	4	562 ± 207	32,8 ± 4,8	4,7 ± 1,0	471 ± 254
	Colonial	4	225 ± 128 *	30,1 ± 14,3 *	3,8 ± 1,5 *	284 ± 60
	<i>Brachiaria decumbens</i>	4	471 ± 434	29,2 ± 1,8	4,8 ± 0,8	228 ± 49
	<i>Setaria anceps</i>	4	524 ± 224	38,7 ± 7,6	8,4 ± 1,2	300 ± 111
	Galton Panic	4	427 ± 240	30,6 ± 6,7	5,0 ± 1,6	175 ± 32
	Green Panic	3	361 ± 113	35,4 ± 8,9	3,9 ± 1,2	186 ± 48
Valor sugerido (NRC)			50	30	8	40
rango (NRC)			50 - 100	20 - 40	4 - 10	20 - 50

* 3 muestras

Cuadro 5. Contenido de alimentos del Paraguay muestreo (1985).

ALIMENTO	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Zn	Cu	Mn
	% seco al aire y en bs					ppm seca al aire y en bs			
Balanceado p/lecheros	0,88	0,20	0,38	0,77	1,36	474	75,4	14,2	54
Balanceado p/cerdos	0,76	0,20	0,36	0,09	1,11	218	123,0	13,7	17
Balanceado p/ponedoras	2,58	0,11	0,19	0,08	0,89	340	51,4	9,1	73
Granos de soja	0,26	0,42	0,23	0,01	1,99	195	44,8	12,1	31
Harina de soja	0,34	1,23	0,29	0,01	2,38	642	63,8	17,1	48
Expeller de Algodón	0,29	1,16	0,66	0,22	1,74	164	73,6	16,0	26
Expeller de Maní	0,18	0,45	0,28	0,01	1,08	678	48,0	12,2	47
Harina de Carne	12,75	6,58	0,24	0,41	0,25	166	70,8	5,1	7
Harina de Huesos	24,95	11,35	0,40	0,38	0,05	791	96,7	8,5	32
Sal Mineral	18,30	11,88	0,06	0,24	0,10	5033	12,7	137	49

Cuadro 6. Contenido mineral del suero sanguíneo bovino de diez estancias del Paraguay.

Estancia	Sexo	Nº de muestras	Ca	P	Mg	Na	K	Cu
			mg/100 ml					
Pardo Suizo								
F.C.V.	F	10	6,92 ± 1,42	8,69 ± 1,63	3,48 ± 0,88	263,2 ± 57,7	15,2 ± 2,3	0,61 ± 0,26
Nelore								
Encarnación	F	10	11,03 ± 0,85	12,06 ± 1,70	2,34 ± 0,23	317,1 ± 11,3	31,3 ± 4,4	0,63 ± 0,13
Amambay	F	10	9,73 ± 0,62	9,54 ± 0,85	2,49 ± 0,20	320,2 ± 7,8	35,8 ± 4,0	0,75 ± 0,10
Concepción	M	10	9,83 ± 0,51	9,09 ± 1,29	2,14 ± 0,19	316,6 ± 5,5	27,1 ± 2,5	0,85 ± 0,04
Mestiza								
Ypané	F	10	7,61 ± 1,21	7,35 ± 0,96	1,96 ± 0,26	299,8 ± 28,5	20,7 ± 2,9	0,60 ± 0,15
Ypané	F	10	9,32 ± 0,58	8,07 ± 0,89	2,24 ± 0,15	334,8 ± 7,7	21,2 ± 2,2	0,57 ± 0,14
San Pedro	F	10	10,26 ± 0,39	6,72 ± 1,34	2,64 ± 0,17	313,2 ± 17,5	26,9 ± 2,7	0,75 ± 0,15
B. Vista (Chaco)	F	10	8,64 ± 1,02	8,97 ± 1,89	1,96 ± 0,21	306,2 ± 28,3	35,8 ± 7,0	0,53 ± 0,20
Pozo Azul	F	10	8,59 ± 0,94	8,00 ± 0,94	2,29 ± 0,24	327,0 ± 12,4	31,5 ± 2,8	0,47 ± 0,07
Vaca Relá	F	10	8,62 ± 0,92	7,39 ± 0,77	1,86 ± 0,30	333,6 ± 10,1	20,1 ± 3,2	0,25 ± 0,14
Niveles críticos ¹			8	4,5	1 - 2	-	-	0,65

¹ De acuerdo a McDowell

NIVEL DE MINERALES EN SANGRE DE BOVINOS

Los niveles de minerales en sangre de bovinos no han sido extensamente estudiados. Sin embargo, algunos trabajos de investigación fueron desarrollados en un intento por determinar patrones de comportamiento de los mismos, principalmente, en sangre de bovinos.

Los Cuadros 7 al 19 y las Figuras 7 a 12, presentan resultados obtenidos en sangre bovina provenientes del departamento de Paraguari, dentro del marco del Convenio firmado entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Cooperación Técnica del Go-

bierno de Alemania (GTZ). Los datos están aún siendo analizados estadísticamente y son inéditos.

Por otro lado, el Programa Nacional de Investigación y Extensión Ganadera (PRONIEGA), organismo dependiente del MAG, en 1977 realizó un estudio sobre determinación de niveles de minerales en sangre de bovinos de carne y los resultados fueron publicados en el Boletín de Investigación N° 14 - MAG - PRONIEGA.

Para este estudio se tomaron dos establecimientos en la Región Oriental y uno en la Región Occidental. Los resultados de este estudio se presentan en las Figuras 13 a 18. El Cuadro 20 presenta datos sobre reproducción.

Razas	Promedio	±
Criollo indefinido	9,1	0,078
Criollo acebuzado	9,3	0,059
Holando mestizo	9,2	0,137
Nelore	9,3	0,098
Brahman	9,2	0,157
Sta. Getrudis	8,8	0,372
Pardo Suizo	7,8	0,999
Holando	9,1	0,254
Otras	9,1	0,333
Total	9,2	0,039

Fuente: Convenio MAG-GTZ

Cuadro 7

Promedio de calcio a un nivel de confianza de 95% según raza.
Años: 1984 - 1985.

Cuadro 8
Promedio de calcio a un nivel de confianza de 95% según clasificación (sexo)
Años: 1984 - 1985

Clasificación (Sexo)	Promedio	±
Ternero	9,2	0,137
Tenera	9,2	0,118
Novillo hasta 2 años	8,9	0,274
Vaquilla hasta 2 años	9,4	0,098
Torito hasta 2 años	9,4	0,137
Novillo mayor 2 años	9,3	0,176
Vaquilla mayor 2 años	9,3	0,098
Toro	9,1	0,176
Buey	8,7	0,294
Vaca con ternero	9,2	0,078
Vaca sin ternero	9,2	0,078
Total	9,2	0,039

Fuente Convenio MAG-GTZ

Escalas	Promedio	±
Marginal	3,8	0,078
Familiar	3,9	0,098
Comercial	4,7	0,058
Grande	4,8	0,078
Total	4,2	0,039

Cuadro 9

Promedio de fósforo a un nivel de confianza de 95% según escalas
Años: 1984 - 1985

Fuente: Convenio MAG - GTZ

Razas	Promedio	±
Criollo indefinido	4,5	0,078
Criollo acebuzado	3,9	0,058
Holando mestizo	4,9	0,157
Nelore	3,9	0,078
Brahman	4,6	0,235
Sta. Gertrudis	3,8	0,176
Pardo Suizo	4,9	0,98
Holando	6,2	0,372
Otras	4,3	0,392
Total	4,2	0,039

Cuadro 10

Promedio de fósforo a un nivel de confianza de 95% según razas
Año: 1984 - 1985

Clasificación según sexo	Promedio	±
Ternero	5,3	0,156
Tenera	5,3	0,137
Novillo hasta 2 años	4,7	0,333
Vaquilla hasta 2 años	4,4	0,117
Torito hasta 2 años	4,4	0,176
Novillo mayor 2 años	4,3	0,196
Vaquilla mayor 2 años	3,8	0,098
Toro	4,3	0,294
Buey	4,6	0,294
Vaca c/Ternero	3,6	0,078
Vaca s/Ternero	3,8	0,078
Total	4,2	0,039

Cuadro 11

Promedio de fósforo a un nivel de confianza de 95% según clasificación (sexo).
Años: 1984 - 1985

Fuente: Convenio MAG-GTZ

Escalas	Promedio	±
Marginal	2,0	0,019
Familiar	1,9	0,025
Comercial	1,9	0,014
Grande	1,9	0,012
Total	1,9	0,0078

Cuadro 12

Promedio de magnesio a un nivel de confianza de 95% según escala
Años: 1984 - 1985

Fuente: Convenio MAG - GTZ

Cuadro 13
Promedio de magnesio a un nivel de confianza de 95% según raza.
Años: 1984 - 1985

Raza	Promedio	±
Criollo indefinido	1,9	0,018
Criollo acebuzado	1,9	0,012
Holando mestizo	1,9	0,018
Nelore	1,9	0,035
Brahman	1,9	0,029
Sta. Getrudis	1,8	0,024
Pardo Suizo	2,0	0,145
Holando	1,8	0,070
Otras	1,9	0,099
Total	1,9	0,0078

Fuente: Convenio MAG-GTZ

Clasificación	Promedio	±
Ternero	1,9	0,029
Tenera	1,9	0,027
Novillo hasta 2 años	1,9	0,080
Vaquilla hasta 2 años	1,9	0,023
Torito hasta 2 años	2,0	0,033
Novillo mayor de 2 años	1,9	0,050
Vaquilla mayor de 2 años	1,9	0,021
Toro	2,0	0,049
Buey	2,0	0,076
Vaca con ternero	1,9	0,017
Vaca sin ternero	1,9	0,017
Total	1,9	0,0078

Cuadro 14

Promedio de magnesio a un nivel de confianza al 95% según clasificación (sexo).
Años: 1984 - 1985

Fuente: Convenio MAG - GTZ

Cuadro 15
 Promedio de iodo a un nivel de confianza de 95% según raza.
 Años: 1984 - 1985

Raza	Promedio	±
Criollo Indefinido	3,9	0,15
Criollo Acebuzado	3,9	0,10
Holando Mestizo	3,2	0,33
Nelore	3,0	0,13
Brahman	3,6	0,29
Sta. Getrudis	3,3	0,36
Pardo Sulzo	3,7	1,39
Holando	3,7	0,39
Otras	3,6	0,73
Total	3,6	0,07

Fuente: Convenio MAG - GTZ

Escalas	Promedio	±
Marginal	4,1	0,176
Familiar	4,1	0,196
Comercial	3,3	0,098
Grande	3,3	0,098
Total	3,6	0,059

Cuadro 16
 Promedio de iodo a un nivel de confianza de 95% según escalas.
 Años: 1984 - 1985

Fuente: Convenio MAG - GTZ

Cuadro 17
 Promedio de iodo a un nivel de confianza de 95% según clasificación (sexo).
 Años: 1984 - 1985

Clasificación según sexo	Promedio	±
Ternero	4,2	0,255
Tenera	3,9	0,255
Novillo hasta 2 años	4,4	0,71
Vaquilla hasta 2 años	3,4	0,196
Torito hasta 2 años	3,5	0,294
Novillo más de 2 años	3,9	0,372
Vaquilla más de 2 años	3,3	0,137
Toro	3,6	0,333
Buey	4,5	0,96
Vaca con ternero	3,7	0,157
Vaca sin ternero	3,3	0,118
Total	3,6	0,059

Fuente: Convenio MAG - GTZ

Escalas	Promedio	±
Marginal	0,093	0,00098
Familiar	0,094	0,00118
Comercial	0,093	0,00059
Grande	0,095	0,00059
Total	0,094	0,00039

Cuadro 18

Promedio de cobre a un nivel de confianza de 95% según escalas.
Años: 1984 - 1985

Fuente: Convenio MAG-GTZ

Clasificación según sexo	Promedio	±
Ternero	0,095	0,00137
Tenera	0,096	0,00137
Novillo hasta 2 años	0,093	0,00274
Vaquilla hasta 2 años	0,095	0,00118
Torito hasta 2 años	0,094	0,00157
Novillo más de 2 años	0,091	0,00235
Vaquilla más de 2 años	0,094	0,00098
Toro	0,094	0,00176
Buey	0,088	0,00670
Vaca con ternero	0,093	0,00078
Vaca sin ternero	0,094	0,00078
Total	0,094	0,00039

Cuadro 19

Promedio de cobre a un nivel de confianza de 95% según clasificación (sexo).
Años: 1984 - 1985

Fuente: Convenio MAG-GTZ

Lugar	Tipo de animal	Nº	Nº de vacas preñadas en el siguiente período de servicio	%
Estancia Barrerito	Vacas con cría	12	3	25
	Vacas sin cría	16	14	87,5
Estancia Villa Sana	Vacas con cría	15	5	33
	Vacas sin cría	15	14	93
Estancia Vista Alegre	Vacas con cría	10	9	90

Cuadro 20

Datos de reproducción, comportamiento reproductivo de las vacas.

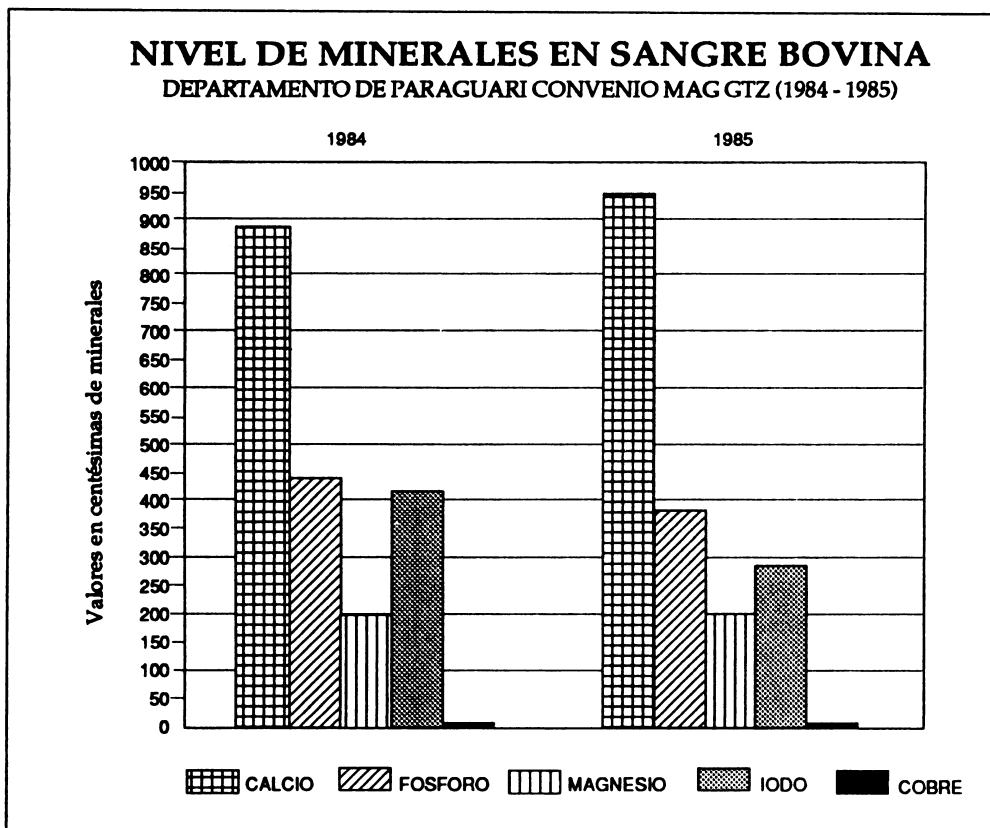
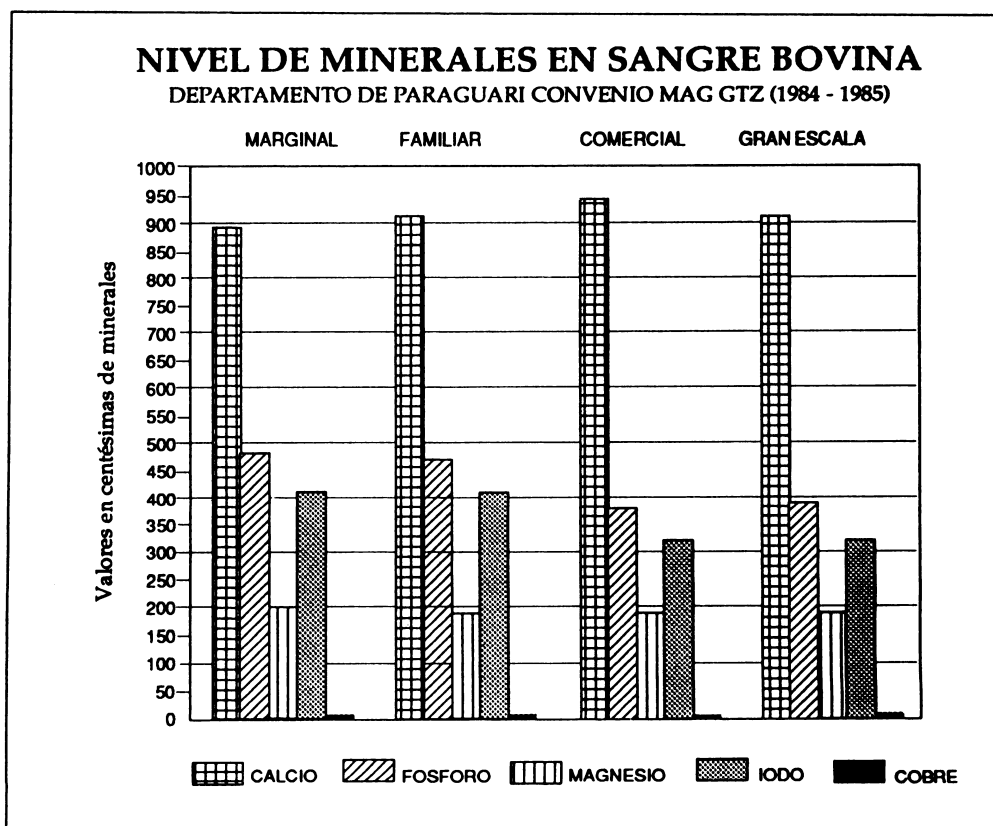


Figura 7.
Nivel de minerales en sangre bovina.

Fuente: Convenio MAG-GTZ. Departamento de Paraguari. Datos inéditos.

Figura 8.
Nivel de minerales en sangre bovina.
Fuente: Convenio MAG-GTZ. Departamento de Paraguari. Datos inéditos.



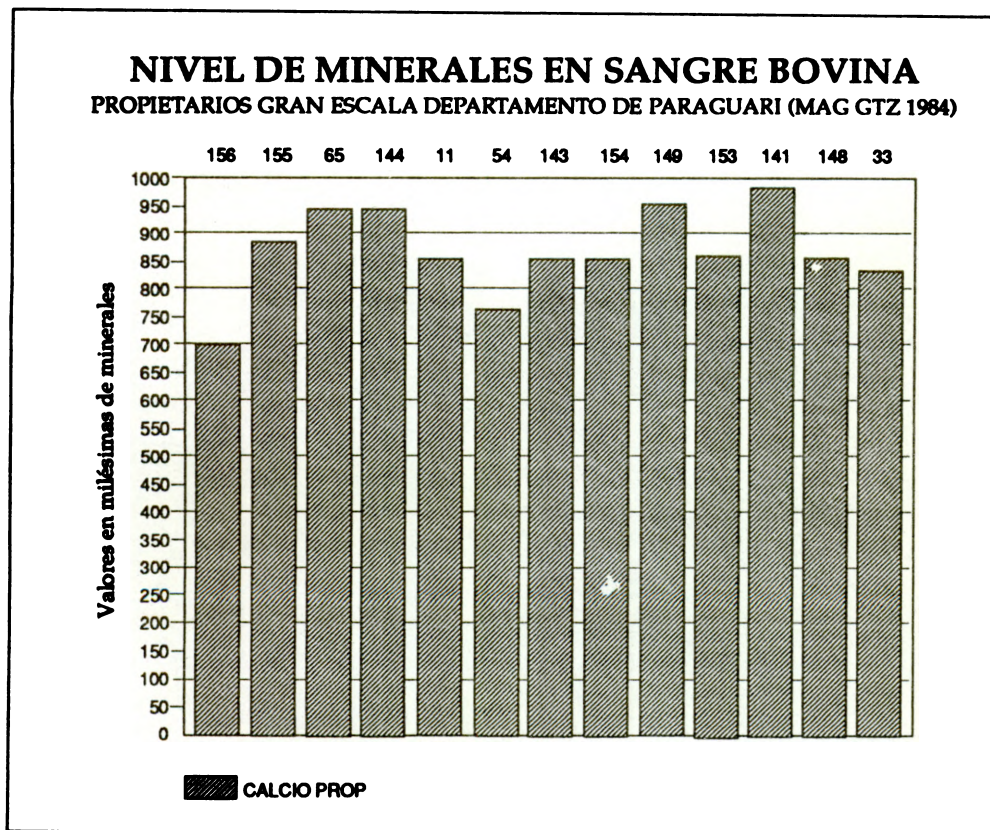


Figura 9.
Nivel de minerales en sangre bovina.

Fuente: Convenio MAG-GTZ, Departamento de Paraguari.
Datos inéditos.

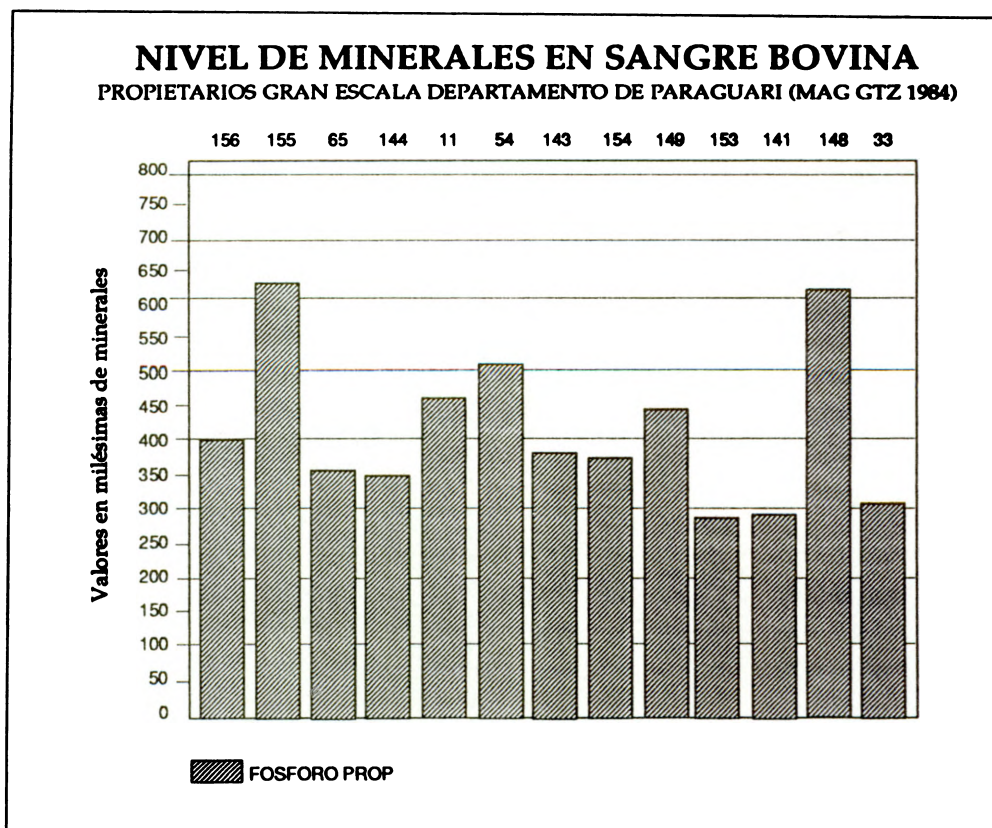


Figura 10
Nivel de minerales en sangre bovina.

Fuente: Convenio MAG-GTZ, Departamento de Paraguari.
Datos inéditos.

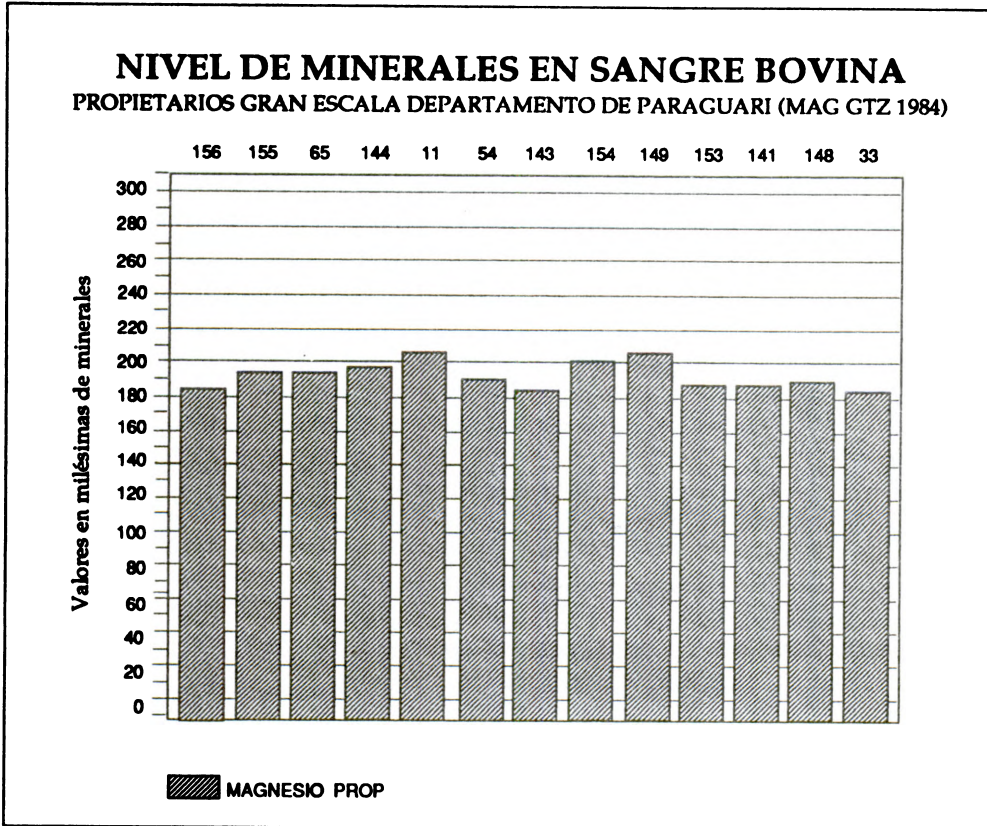


Figura 11
 Nivel de minerales en sangre bovina.
 Fuente: Convenio MAG-GTZ. Departamento de Paraguari. Datos inéditos.

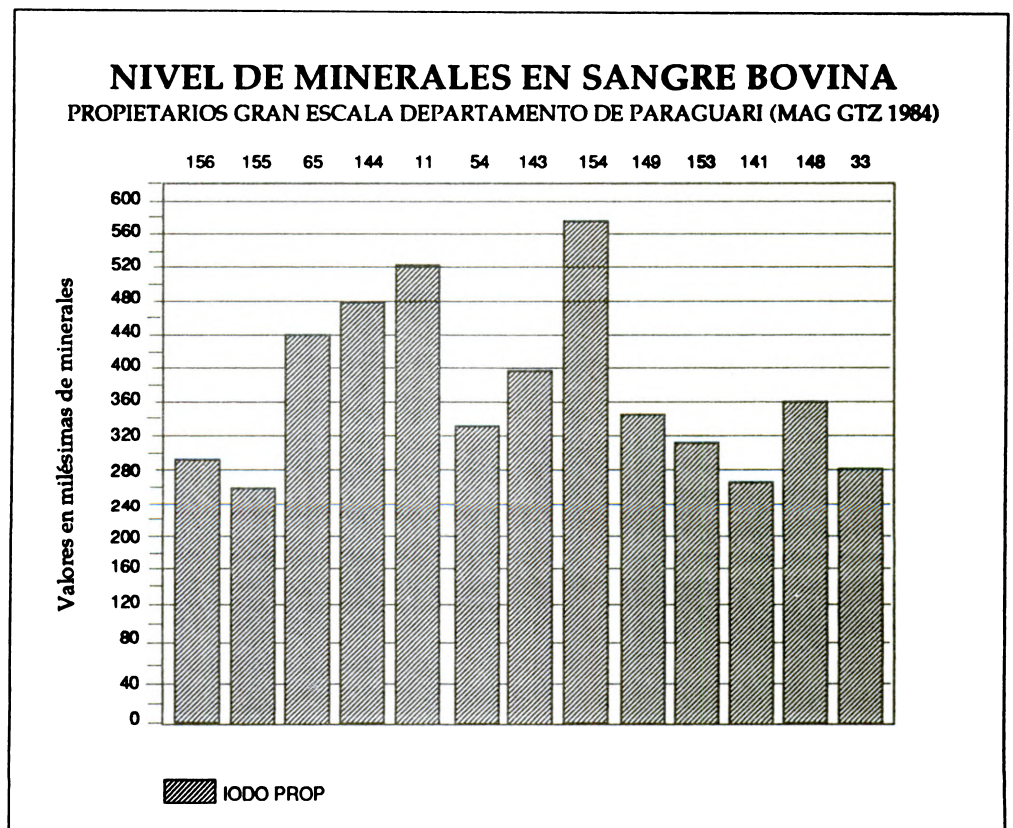


Figura 12
 Nivel de minerales en sangre bovina.
 Fuente: Convenio MAG-GTZ. Departamento de Paraguari. Datos inéditos.

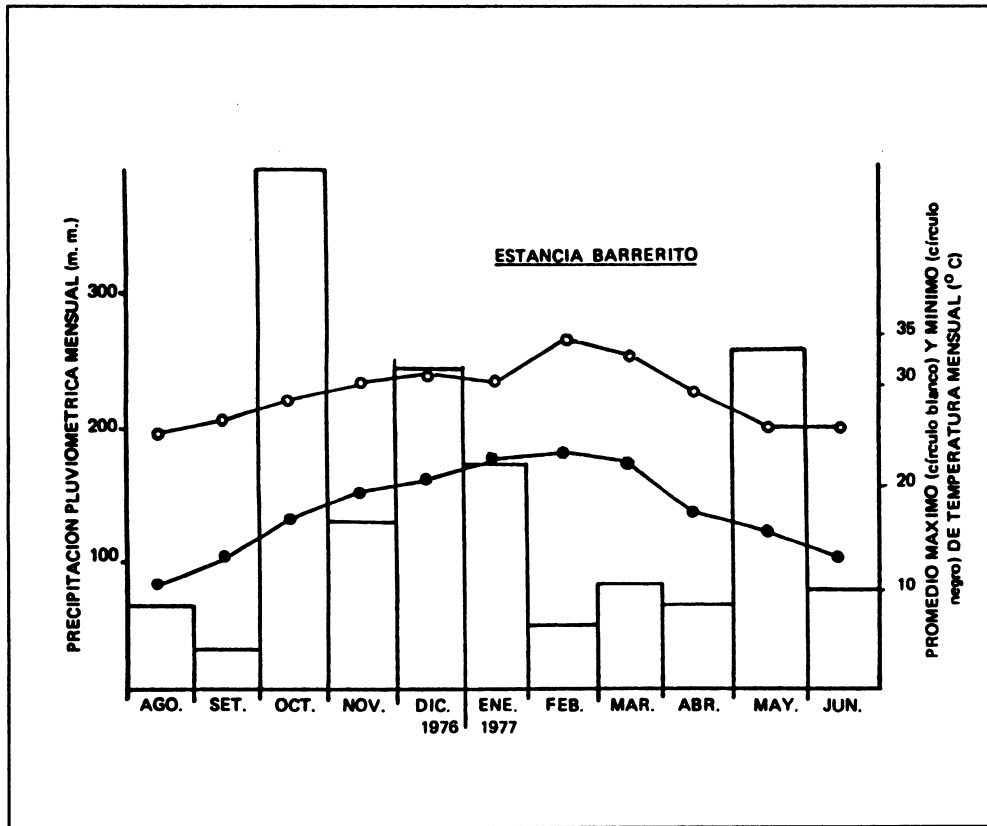
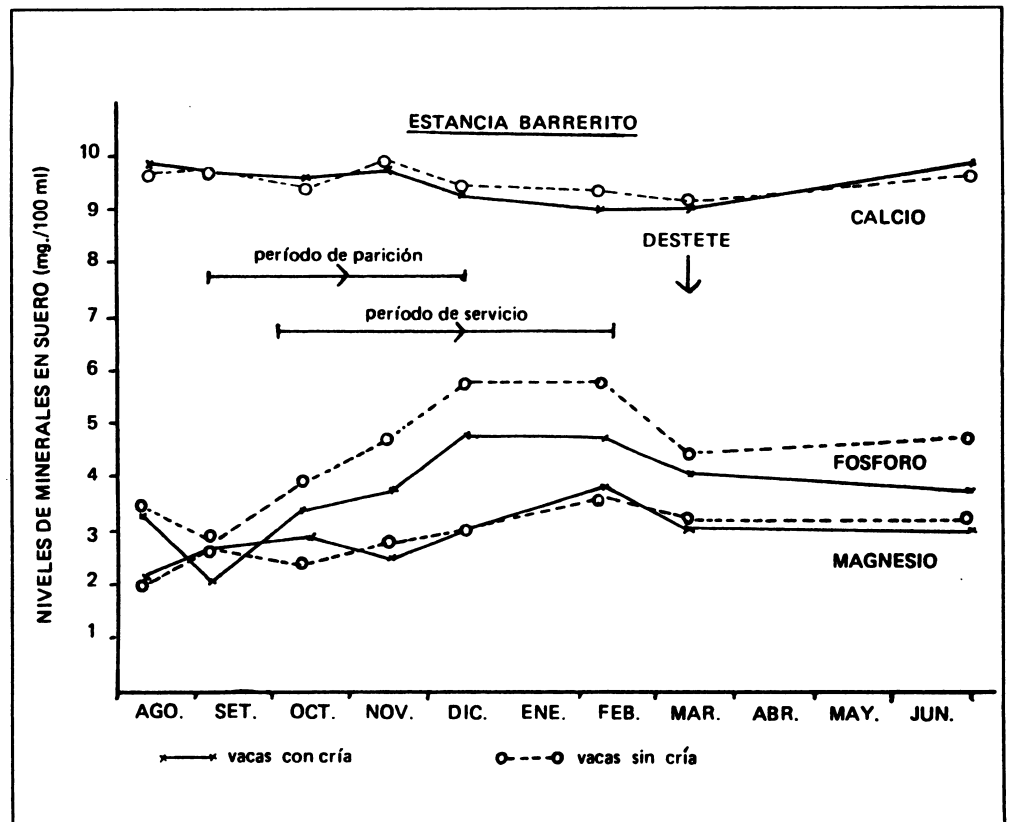


Figura 13
Precipitación pluviométrica mensual y promedio de temperatura máxima y mínima durante el estudio

Figura 14
Promedios de niveles mensuales de calcio, fósforo y magnesio



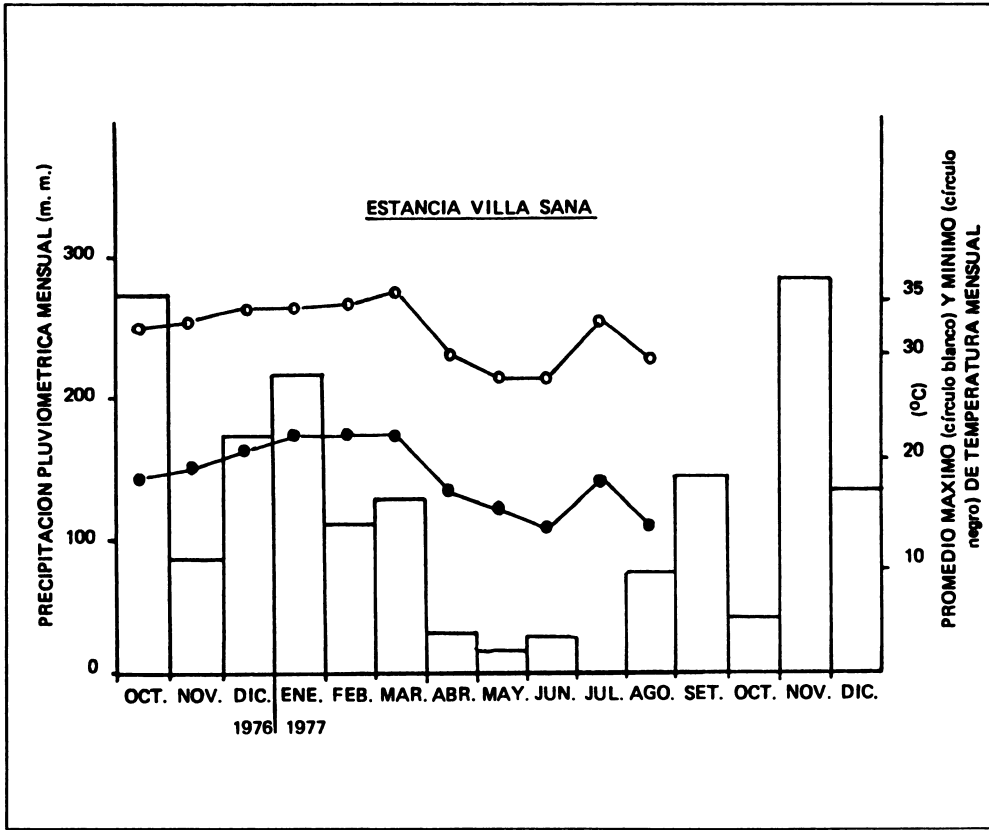
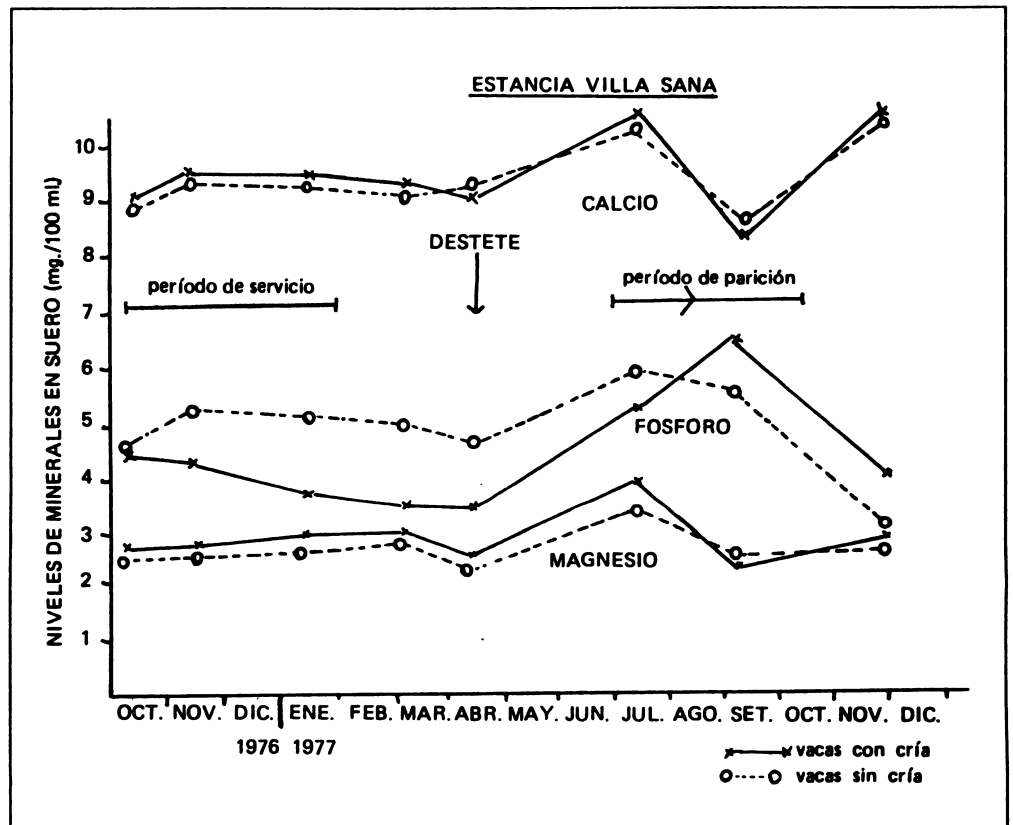


Figura 15
Precipitación pluviométrica mensual y promedio de temperatura máxima y mínima durante el estudio

Figura 16
Promedios de niveles mensuales de calcio, fósforo y magnesio



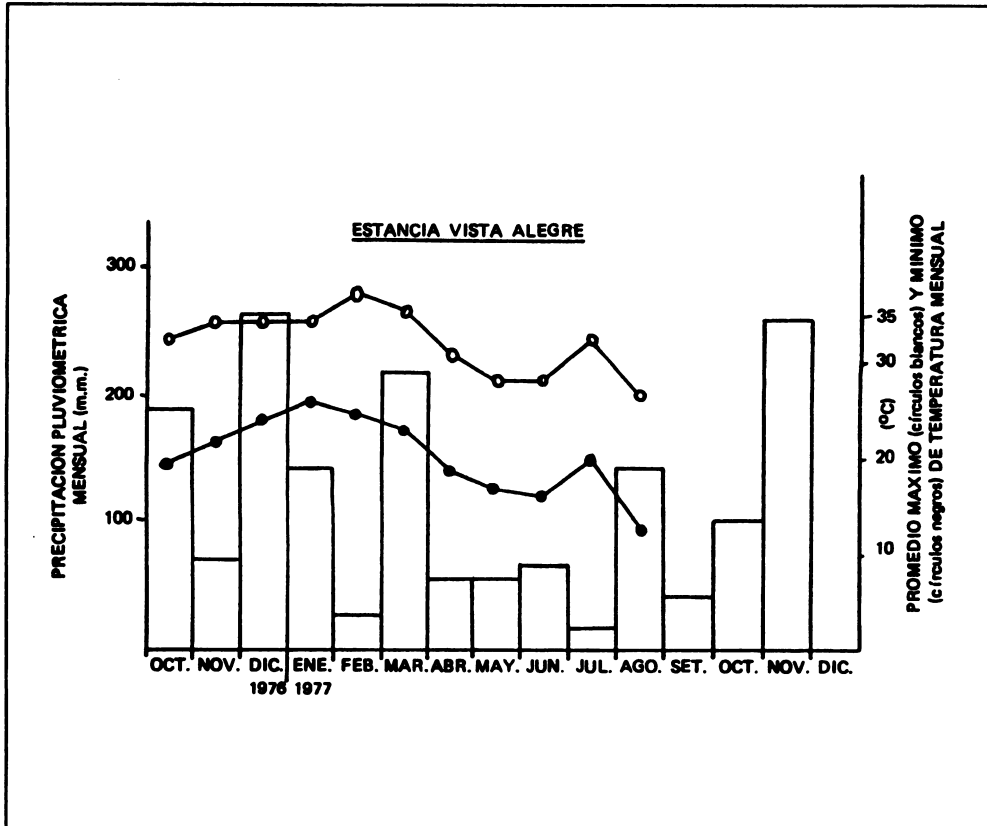
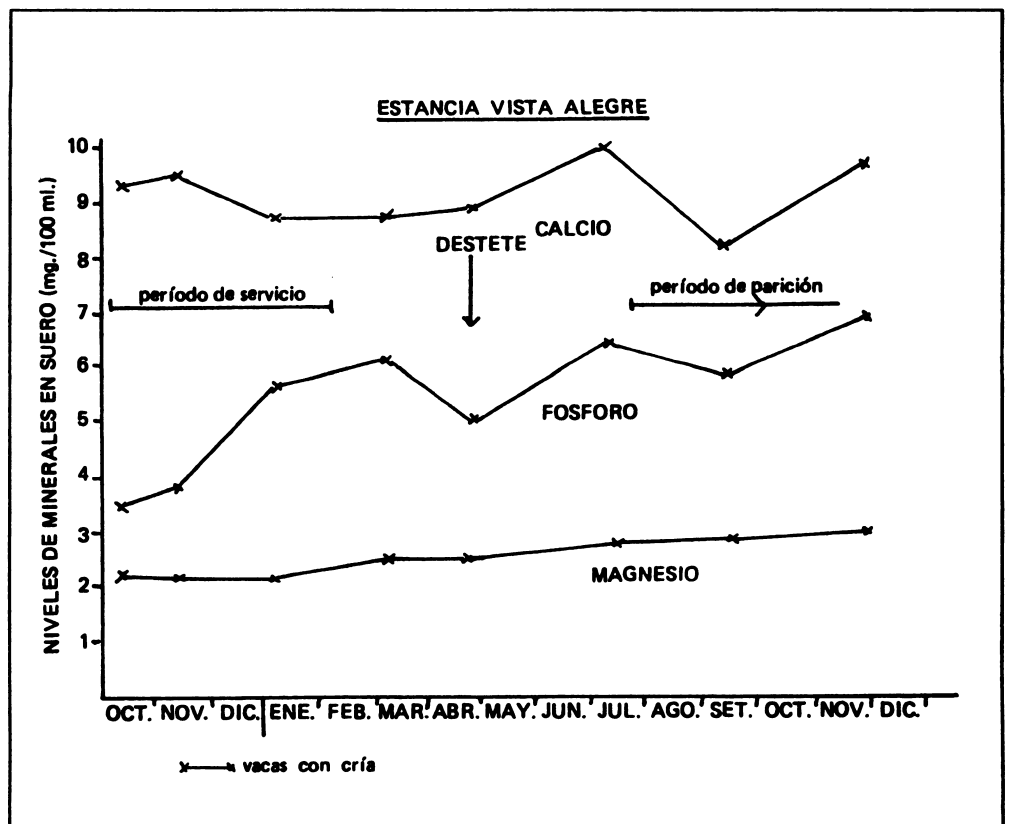


Figura 17
Precipitación pluviométrica mensual y promedio de temperatura máxima y mínima durante el estudio.

Figura 18
Promedios de niveles mensuales de calcio, fósforo y magnesio



EFFECTO DE LA ADMINISTRACION DE MINERALES SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ANIMALES

Son pocos los trabajos realizados con intenciones de publicar resultados, para evaluar el efecto de la administración de minerales sobre el comportamiento productivo de animales. Sin embargo, hoy en día, un alto porcentaje de productores está suplementando sus animales con diversas mezclas minerales con miras a aumentar el rendimiento de los mismos, basados en el conocimiento de las deficiencias de elementos

minerales en el suelo y los forrajes, principalmente de calcio y fósforo, en muchas áreas del país.

El PRONIEGA conjuntamente con el Fondo Ganadero, en 1972 inició un estudio para determinar el efecto de la administración de cobre, cobalto y selenio sobre el crecimiento y fertilidad de vaquillas y los resultados fueron publicados en el Informe Anual del PRONIEGA en el año 1974.

Los principales resultados de este estudio se presentan en los Cuadros 21 y 22.

Cuadro 21. Ganancias de pesos de vaquillas sometidas a diferentes suministros de microelementos. kg/cab/año.

Tratamiento	1972 kg	1973 kg	Promedio kg	Diferencias s/control kg	1974 (Ene-Set)
Cu, Co, Se	72,1	64,1	68,1	- 6,1	17,0
Cu, Co	80,3	72,2	76,2	2,0	19,1
Cu, Se	75,7	70,0	72,8	- 1,4	23,0
Cu	80,7	73,2	76,9	2,7	32,0
Co	83,3	61,1	72,2	- 2,0	28,5
Co, Se	82,4	66,6	74,5	0,3	26,7
Se	84,7	67,7	76,2	2,0	17,7
Control	78,9	69,6	74,2	0,0	26,0

Fuente: Informe Anual PRONIEGA - MAG 1974

Cuadro 22

Porcentaje de preñez de vaquillas Santa Gertrudis y Brahman sometidas a diferentes tratamientos de Cobre, Cobalto y Selenio.

Tratamiento	Brahman %	Sta. Gertrudis %	Promedio %
Cu, Co, Se	40	60	50
Cu, Co	40	90	65
Cu, Se	90	40	65
Cu	20	80	50
Co	50	50	50
Co, Se	40	80	60
Se	90	50	70
Control	57	57	57
Promedio	54	62	58

Fuente: Informe Anual PRONIEGA-MAG 1974

Situación actual y perspectivas de la investigación sobre nutrición mineral de bovinos en el Uruguay

por Jorge Guerrero * y Pablo E. Colucci **

INTRODUCCION

Los primeros trabajos en el área de minerales en pasturas en el Uruguay fueron publicados a comienzos de la década del 40 (Fynn, 1940). Anteriormente Rubino, a fines de la década del 20, realizó estudios extensivos relacionados al calcio (Ca), donde se midió la densidad, el contenido en cenizas y la concentración de fosfato de Ca en el tejido óseo de animales normales y con osteomalacia.

En una recopilación de diversos ensayos, Aguirre Arregui (1941), construyó tablas de contenido de Ca y P de leguminosas y gramíneas que indican una situación normal en el caso del Ca, y deficiente en P en el otoño (meses de abril y mayo). Con respecto al P el trabajo de Spangenberg et al. (1941), presenta un panorama más completo ya que se separan zonas (departamentos), donde se obtienen muestras en las cuatro estaciones del año. Los resultados de este trabajo, así como los de Nores y Santoro (1944), demuestran que las zonas con deficiencia de P están localizadas al norte y noreste del país. En estas publicaciones, caso la de Spangenberg (1944), se pueden encontrar referencias a la aparición de deficiencias de minerales, sobre todo P, las cuales ceden con el suministro de suplementos de sal y harina de hueso.

En estos trabajos pioneros en el área de la nutrición mineral en el Uruguay, el enfoque hacia los microelementos estuvo limitado por las dificultades de los métodos analíticos disponibles, sobre todo para el caso del Co. En ensayos con cortes trimestrales de pasturas nativas, Nores et al. (1941) midieron la concentración de Fe, Co, Cu, Mn y Mg; encontrando valores inferiores a los considerados adecuados para el Cu en los departamentos de Rocha, Rivera y Paysandú. Nores y Santoro (1944) para Co reportan valores inferiores a los límites de detección de la técnica de análisis utilizada (0.06 ppm), en muestras provenientes del departamento de Rocha. Existen referencias a respuestas positivas a la administración de sales con Fe, Cu y Co en ovinos (Spangenberg y Sánchez González, 1952).

La administración de sales minerales en el Uruguay fue una práctica conocida y utilizada por los ganaderos desde principios de siglo. Prueba de ello es la existencia de una fábrica de bloques de sal común (CINa) a comienzos de la década del 10.

Existe en Uruguay un gran volumen de información de respuesta a la fertilización fosfatada en producción de forraje.

A fines de la década del 70, se inician trabajos de relevamiento del contenido en macro y oligoelementos en pasturas y animales (Cuenca et al. 1981). En esta publicación el P es bajo en pasturas, suero y huesos; el Ca, alto en pasturas y normal en suero y huesos; el Cu, muy bajo en pasturas, normal en hígado; el Zn, muy bajo y normal en pasturas, y alto en hígado; el Mn, muy alto en pasturas. En otras zonas del país Sosa y Guerrero (1983) obtienen resultados similares para Cu y Zn. Recientemente, se ha completado un estudio

* *DMV, MSc, Profesor Adjunto de Bovinos de Carne. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.*

** *DMV, MSc, PhD, Jefe del Proyecto Nutrición Animal EE La Estanzuela/CIAAB, Colonia, Uruguay.*

de distintos elementos minerales en pasturas naturales identificadas, en la región norte del país (departamentos de Paysandú y Salto); esta información aún no ha sido evaluada, pero se considera que podrá aportar mejor información a la problemática mineral (E. Berretta, comunicación personal).

Clínicamente (se citan a modo de ejemplo), se han diagnosticado deficiencias de iodo en corderos (Nores y Rossi, 1948) y de Se en bovinos y ovinos (Podestá et al. 1976) en pastoreo.

A continuación se presentan dos casos de estudio y un plan de trabajo en el área de nutrición mineral.

- a) Contenido de minerales en pasturas naturales en el departamento de Tacuarembó (norte del río Negro).
- b) Contenido mineral de tejidos de bovinos de carne en el Uruguay.
- c) Un plan de investigación en minerales.

CONCENTRACION DE MINERALES EN FORRAJES Y SUERO SANGUINEO DE VACUNOS DE CARNE EN EL DEPARTAMENTO DE TACUAREMBO

En un proyecto conjunto entre el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (Dirección de Reproducción Animal y Laboratorio M. C. Rubino), la Sociedad de Medicina Veterinaria y la Facultad de Veterinaria, se intentó evaluar el efecto del control de la capacidad reproductiva de toros sobre los porcentajes de preñez. Dentro de este proyecto se tomaron muestras de pasturas y de suero sanguíneo de algunos de los animales bajo control. El estudio fue realizado en 25 establecimientos colaboradores, los cuales mantenían un stock de 13.696 vacas de cría y 554 toros.

Se tomaron 89 muestras de pasturas y 122 de suero bovino entre los meses de enero-mayo de 1983. La recolección de estas muestras estuvo a cargo de los veterinarios del Centro Veterinario de Tacuarembó. Los análisis de minerales fueron realizados en el Laboratorio M. C. Rubino, según las técnicas descriptas por Cuenca et al. (1981).

En el Cuadro 1 se presentan los valores obtenidos en pasturas. El valor promedio de P puede considerarse como deficiente, encontrándose un 85 por ciento de las muestras por debajo de 0,15 por ciento. Los valores para Zn y Cu serían límites, ya que para el primero, 50 por ciento de las muestras (aproximadamente) están debajo del valor de cuatro ppm. Los valores de Mn aparecen extremadamente altos.

Cuadro 1. Composición Mineral de Pasturas Naturales del departamento de Tacuarembó. Muestras correspondientes a 25 establecimientos (p.p.m en M.S.).

Elem.	\bar{X}	SD	n
Ca	0,32	0,14	89
P	0,12	0,03	89
Mg	0,15	0,06	89
Mn	354	163	89
Zn	25,1	6,39	89
Cu	5,31	1,06	89

Los valores de los minerales en el suero sanguíneo pueden ser considerados normales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentraciones sanguíneas de algunos minerales en toros del Dpto. de Tacuarembó.

Elem.	\bar{X}	SD	n
Ca mg/100	10,4	1,14	121
P mg/100	5,95	1,34	122
Mg mg/100	2,33	0,34	118
Cu p.p.m	0,88	0,219	120
Zn p.p.m	1,06	0,196	120

Si bien la información del análisis de las pasturas determinaría una pobre performance debido a valores limitantes de P, los índices de procreo obtenidos para el año considerado en este experimento llegaron a un 80 por ciento, cuando el número y la calidad reproductiva de los toros fue suficiente (Queirolo et al.

1985). El efecto año, en este tipo de estudios, es evidente por lo que estos ensayos deberían ser repetidos en el tiempo.

Respecto al diseño de este experimento se debe destacar la ausencia de la determinación de Molibdeno en la muestras, lo que limita el uso de la información relacionada al Cu. Sin embargo, a priori, se podrían prever niveles normales de Mo por el bajo pH de los suelos en el país.

La respuesta en la concentración de minerales a nivel sanguíneo (Cuadro 2) no es de sorprender y corrobora lo cuestionable de utilizar muestras de sangre para establecer deficiencias, cuando la carencia a nivel del alimento no es extrema.

Colaboraron en este Proyecto las siguientes personas: Dres. W. Acosta, A. Albernaz, T. Alonso, M. Aragunde, D. Arbelo, L. Bonifacio, J. Bruno, D. Gavestani, J. Cardozo, R. Cunha, R. Díaz, A. Estévez, A. Ferrari, M. Franchi, A. Galaraga, J. García, D. H. Geymonat, M. Guerrero, S. González, F. Haedo, W. Kleist, R. Latour, A. López, R. López, J. Mari, J. Menéndez, M. Olivera, E. Perdomo, H. Perdomo, S. Pereyra, L. E. Queirolo, E. Rivero, W. Rosales, C. Santini y Sres. A. Alegre, M. Jiménez, W. Medero.

CONTENIDO MINERAL DE TEJIDOS DE BOVINOS DE CARNE EN EL URUGUAY

Antes de encarar un programa de relevamiento sistemático de las deficiencias de minerales en Uruguay, nos planteamos la posibilidad de hacer un muestreo sobre animales que se pudieran considerar "normales y representativos". Se pensó que aquellos que llegaban a playas de faena en buen estado y al inicio de la zafra (noviembre-diciembre), deberían haber pasado por lo menos el último invierno sin mayores problemas. Se decidió tomar muestras de distintos tejidos, para comparar los resultados obtenidos y detectar la muestra de mayor confiabilidad. Por lo tanto, si de esta encuesta surgen niveles anormales (respecto a los valores de la literatura), nos estarían indicando posibles desbalances a nivel de los predios de origen.

No existen antecedentes en nuestro país de trabajos de este tipo. Esta metodología de estudio pre-

senta algunos inconvenientes. El animal que llega a plantas de faena: 1) es una muestra sesgada (animal terminado adulto); 2) no es siempre fácil identificar con exactitud su procedencia; 3) no representa la totalidad de animales del mismo tipo provenientes del establecimiento; 4) representa una región cercana a la planta de faena. En el caso particular de este estudio se tuvo presente la problemática descrita y todas las tropas fueron debidamente identificadas, el tamaño de las mismas fue de por lo menos 30 animales y se utilizaron plantas de faena que reciben animales de todo el país.

- Materiales y Métodos

Durante el mes de noviembre de 1979 se tomaron muestras de bovinos de carne en dos playas de faena del Uruguay. Se identificaron 29 establecimientos pertenecientes a 13 departamentos y se muestrearon 300 animales, todos de la raza Hereford y cuyas edades fueron siempre superiores a los tres años.

Los tejidos muestreados fueron: hígado, sangre y pelo.

Hígado. Se tomaron trozos de aproximadamente 100 g del lóbulo de Spigell y se depositaron en bolsas de polietileno. Se secaron las muestras y se molieron. La destrucción se realizó por vía húmeda con una mezcla nitroperclórica.

Sangre. Se obtuvieron en el momento del sacrificio con heparina, siendo centrifugadas inmediatamente y congeladas hasta su procesamiento.

Pelo. Se afeitó la parte alta de la paleta hacia la cruz, tomándose una muestra. Antes de su procesamiento el material fue lavado con agua y alcohol-acetona. La destrucción fue similar a la de tejido hepático.

Se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica, Pye-Unicam 1900. Para el análisis de P se utilizó un autoanalizador Technicon y para Ca espectrofotometría de emisión. Todos estos análisis fueron realizados en la Escuela Nacional de Veterinaria de Lyon, Francia.

- Resultados y Discusión

Los valores promedios obtenidos en los tejidos considerados están dentro de los márgenes normales (Cuadro 3), salvo para el caso del Zn, donde el valor (0,97 ppm) se puede considerar marginal. Los datos de Zn presentados anteriormente en pasturas, podrían relacionarse y ser causa de niveles bajos en los tres

tejidos analizados. Sin embargo, esto es cierto sólo para sangre, y conflictivo con los valores elevados encontrados en pelos e hígado.

El Mn se presenta en altas concentraciones en hígado y pelos, concordando con la información conocida sobre valores elevados de este mineral en pasturas naturales en el Uruguay.

Cuadro 3. Valores de minerales en diferentes tejidos p.p.m. en M.S.

Tejido	Hígado					Pelos			Plasma		p.p.m. en 1l.
	Cu	Zn	Mn	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Cu	Zn	
\bar{X}	112	203	12,8	651	231	10,2	161	21,1	1,1	0,97	
Desvio STD	62	36	1,7	48	57	2,8	24	11	0,26	0,28	
n	279	280	280	280	280	167	166	165	198	197	
Valor normal	100	130	10	600	320	9	130	15	1,02	1,15	

Los valores de Mg son normales y coinciden con la información obtenida en estudios anteriores realizados en pasturas naturales.

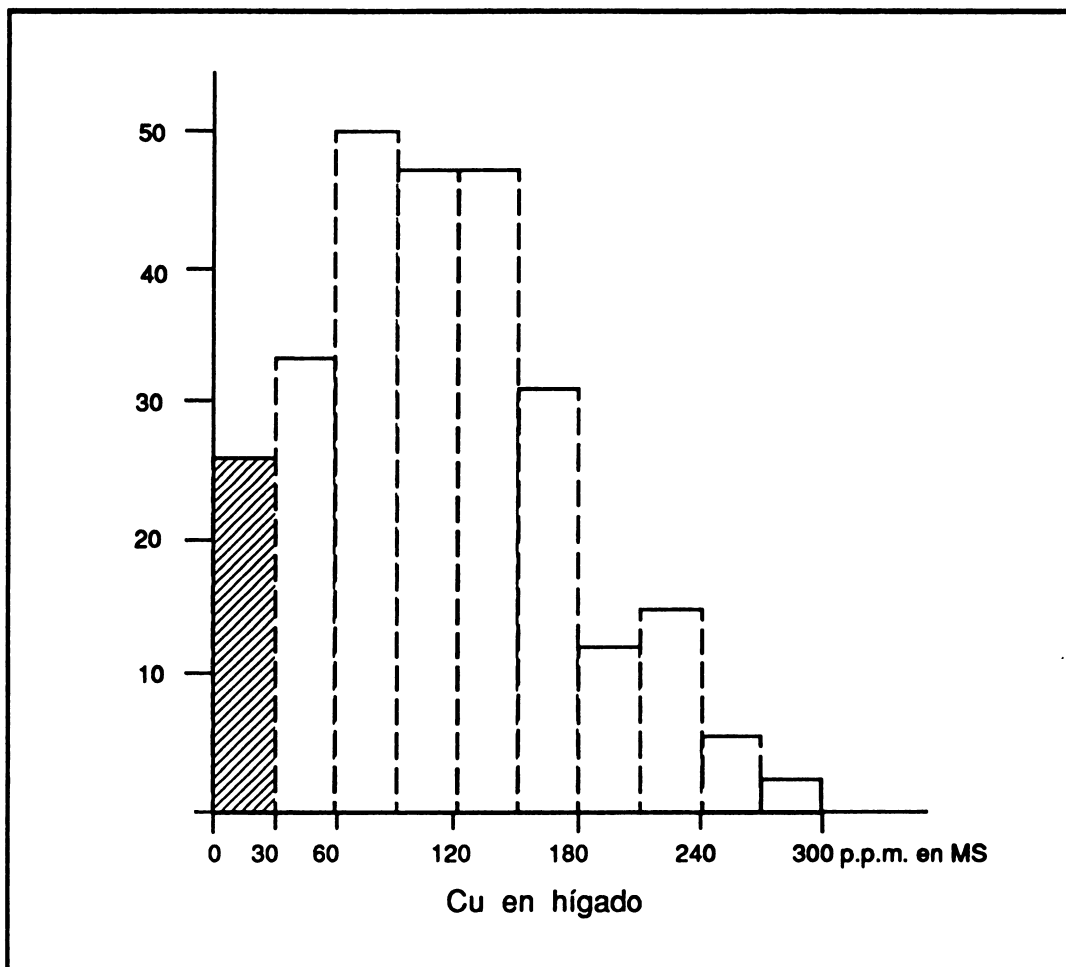
En el caso del Cu, si bien los valores promedios se presentan normales, el coeficiente de variación es elevado. La distribución de los valores para Cu en hígado se presenta en la Figura 1, que reúne los grupos en intervalos de 30 ppm. Veintisiete animales de un total de 280 (9,6%) se pueden clasificar como deficientes en Cu. Si tomamos el eje de 70 ppm como límite superior, nos encontramos que 79 animales (28 %) quedan dentro de esta categoría. Es interesante destacar la falta de correlación entre los valores de Cu en sangre vs hígado y pelo vs hígado. El agrupamiento de la información basada en el origen (departamento), para este mineral nos permite, inmediatamente, identificar un área problema (departamento de Rocha, Cuadro 4). De los 12 animales muestreados provenientes de este departamento, el contenido promedio de los hígados fue de 16,6 ppm de Cu. Los valores, también bajos respecto al resto de los

departamentos, en pelos y plasma coinciden con los valores en hígado. Los niveles de Cu hepático en Rivera (68,5 ppm), Soriano (71,9 ppm) y Flores (87,2 ppm), son subóptimos y coinciden con la información de valores bajos de este mineral en pasturas (Nores et al. 1944; Cuenca et al. 1981).

- Conclusiones

- 1) Los datos promedio obtenidos en este muestreo de diferentes zonas del país permiten concluir que, las concentraciones de los elementos minerales medidos se encuentran dentro de los valores que la bibliografía considera como normales.
- 2) Se detectan, por primera vez en el Uruguay, bajos niveles hepáticos de Cu en animales provenientes del este del país (departamento de Rocha).
- 3) De los tres tejidos muestreados, el hepático parece ser el que mejor se adecúa para detectar problemas zonales, cuando se utiliza esta metodología de muestreo.

*Figura 1.
Distribución de la
concentración de
cobre en hígado de
bovinos*



Departamento	Nº Anim.	Hígado p.p.m. M.S	Pelos p.p.m. M.S	Plasma mg/l.
Rivera	21	68,5	10,4	1,19
Durazno	5	162	--	1,15
Río Negro	51	162	10,9	1,02
Soriano	30	71,9	11	1,07
Florida	32	127,6	--	1,19
Rocha	12	16,6	8,3	0,95
Cerro Largo	38	146,1	9,52	1,07
Tacuarembó	37	133,4	11,0	1,02
Artigas	8	128	9,1	1,17
Paysandú	16	167,8	10,8	1,23
Salto	16	136	9,9	1,20
Flores	15	87,2	9,6	1,14
Total	281			
\bar{X}		112	10,2	1,10
Desvio		62	2,8	0,26

Nº de muestras

Cuadro 4
Concentración promedio de
cobre en tejidos de bovinos
agrupados por
Departamento.

4) Se debe destacar que este enfoque de trabajo es cuestionable, si lo que se pretende es detectar la incidencia de carencias a nivel de predio. No obstante, niveles inferiores a los normales en esta categoría de animales (que culminaron su ciclo productivo), tienen un valor orientativo y sirven para focalizar el problema.

Colaboraron en este trabajo los Dres. M. Carcelen, A. Durix y R. Wolter de la Escuela de Veterinaria de Lyon, Francia; M. Guerrero, A. Gil y D. Rodríguez.

PLAN DE TRABAJO EN EL ÁREA DE MINERALES EN EL CIAAB

En un programa de investigación, en esta u otra área, resulta conveniente realizar un estudio de la factibilidad de llevarlo a cabo y de las ventajas comparativas de la Institución encargada. En lo que respecta al Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (CIAAB), se debe de considerar que el mismo a través de sus estaciones experimentales cubre o pretende cubrir todas o casi todas las regiones del país. En ellas se realizan ensayos con pasturas y en ciertos casos con animales en pastoreo. Estos ensayos generan un gran número de muestras distribuidas a lo largo del año (distintas estaciones) y entre años. Las mismas se originan de ensayos de respuesta a fertilizaciones, distinta frecuencia de cortes, carga animal, combinación de distintas especies forrajeras o simplemente medidas de producción de pasturas nativas o sembradas. En estos ensayos se llevan registros de la información referente al manejo previo y actual, pluviosidad, temperaturas, tipo de suelo etc. Todo este material es, indudablemente, de gran valor para ser utilizado en un programa de investigación en el área de elementos minerales a nivel nacional. La misma muestra, enviada al laboratorio con distintos propósitos, será utilizada para dosificación de distintos elementos minerales.

Este planteo acompaña a una reorganización del laboratorio de Nutrición de La Estanzuela, donde se crea un banco de muestras y un banco de datos donde se registra toda la información de las muestras de forraje. Así será posible contar en el futuro con un mapa de posibles carencias y excesos de minerales

en el Uruguay. La filosofía en un plan de trabajo de este tipo es maximizar el uso de los recursos, utilizando eficientemente los esfuerzos de la investigación y promoviendo el trabajo multidisciplinario.

La información proveniente de ensayos realizados con muestreo de tejidos animales, tal cual el caso presentado en este trabajo, complementa el estudio a nivel de forraje y sirve para focalizar grandes zonas problema.

DISCUSION DE LA PRESENTACION DEL TRABAJO

1. ¿Por qué el contenido de Fe en hígado es bajo cuando los valores en forrajes son altos?
2. ¿Por qué los valores de Zn en hígado y pelos son elevados mientras que en sangre son marginales? Debemos destacar que la concentración en forrajes es marginal.
3. ¿Existe correlación entre el contenido en estos elementos en distintos tejidos?

Pregunta: Dr. Tokarnia - ¿Opina que el número de muestras en estudio a nivel de matadero es elevado implicando altos costos?

Respuesta: Dr. Guerrero - En el Uruguay la incidencia de casos clínicos parecería ser inferior a la de Brasil. Sin embargo existen deficiencias subclínicas, que afectan la producción.

Pregunta: Dr. Auza - Para el caso del Cu indica que animales estresados (caso del matadero) movilizarían el Cu hepático por lo que este indicador es de valor dudoso.

Los datos presentados unidos a problemas de diarrea, estarían apuntando hacia una deficiencia secundaria por exceso de Mo.

Respuesta: Dr. Guerrero - La diarrea en Argentina es normal que se asocie con niveles elevados de Mo, lo que coincide con suelos neutros y alcalinos, como se dijo, anteriormente, en el caso de Uruguay los suelos son ácidos.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE ARREGUI, A. 1941. Alimentación de ganado. Contribución a su estudio. Publicación N°58, Dir. Agron. MGA.
- CUENCA, L.; FERNANDEZ, A.; ALONSO, T. y DECIA, C. 1981. Niveles de minerales en pasturas y tejidos de bovinos de carne en el Uruguay. *Veterinaria, Uruguay*, 77: 103 - 109.
- FYNN, C. A. 1940. La descalcificación de los campos en algunas zonas del Uruguay. Los suplementos alimenticios minerales. *Rev. Fac. Agron. Montevideo*. 21: 51 - 69.
- NORES, J. C. y SANTORO, R. 1940. La composición bromatológica y calcio fosfatada de diversos forrajes ensilados. *Rev. Agron. Montevideo*, 26: 27 - 40.
- _____. 1944. Contenidos en algunos elementos trazas en praderas naturales uruguayas. *Rev. Fac. Agron. Montevideo*, 35: 23 - 35.
- _____ y ROSSI, M. 1948. Contenido iódico de las tierras de pastoreo en el Uruguay. *Min. Gan y Agr. (public.) Comisión de Estudio de las Plantas Forrajeras. Montevideo*.
- PODESTA, M.; COLUCCI, P.; ARMENTANO, J.; DA FONSECA, D. y OHANIAN, C. 1976. Distrofia muscular nutricional (DMN). Primera comprobación en bovinos del Uruguay. *Veterinaria, Uruguay*, N° 63.
- QUEIROLO, L. E.; GEYMONAT, D. H.; ALBERNAZ, A.; CAPANO, F.; ALONSO, T.; OLIVERA, M. y Grupo de Trabajo. 1985. Aspectos reproductivos en rodeos para carne del área de Tacuarembó. XIII Jor. Uruguayas de Buiatría, Paysandú.
- SOSA, J. C. y GUERRERO, J. 1983. Composición mineral de forrajes de algunos establecimientos al norte del río Negro. *Prim. J. Tec. Fac. Vet.* p. 119 - 120.
- SPANGENBERG, G.; NORES, J. G.; MONTEDONICO, L. A. y FYNN, C. A. 1941. La producción y calidad de las pasturas naturales en relación a tierras y clima. *Rev. Fac. Agron. Montevideo*, 25: 9 - 77.
- _____. 1944. Importancia de las deficiencias minerales en nuestras praderas naturales. *Rev. Fac. Agron. Montevideo*, 36: 9 - 32.
- _____ y SANCHEZ GONZALEZ, A. 1952. Resultados obtenidos con la distribución de sal con hierro, cobre y cobalto a las majadas. *Arch. Fito. Uruguay*. 5: 213 - 221.



Trabajos presentados

Deficiencias minerales de los rumiantes en pastoreo en América Latina *

por C. B. Ammerman y P. R. Henry **

Esta presentación proveerá una discusión general en relación a la respuesta animal a niveles graduales de elementos minerales en la dieta y al establecimiento de la situación mineral de los rumiantes en pastoreo. Investigaciones en relación a elementos minerales específicos y concernientes a áreas específicas dentro de la región Sur de América latina se están realizando actualmente y los resultados serán presentados por otros expositores en esta reunión. La intención de esta presentación es la de proveer información que pueda servir de base y respaldo para aquélla obtenida en investigaciones que serán presentadas aquí.

RESUMEN

El conocimiento en relación a la respuesta animal, a varios niveles, en la dieta de un elemento mineral particular es importante para establecer los requerimientos mínimos en la dieta y para los niveles tóxicos. La información sobre suelos, forrajes y tejidos animales puede ser importante, al evaluar la respuesta animal con la información, siendo más concluyente y definitiva al movernos del suelo a la planta de ésta al tejido animal. Los signos clínicos de deficiencia o toxicosis pueden ser útiles, y la información sobre la composición del agua puede ser de valor, especial-

mente en relación a niveles de los elementos minerales los cuales pueden tener un efecto adverso. Todas las mediciones y observaciones deben ser relacionadas con la performance animal, para que puedan tener valor en la predicción de la respuesta animal. Los elementos minerales que más probablemente puedan ser deficientes en bovinos en pastoreo en América Latina incluyen, fósforo, sodio, azufre, cobalto, cobre, iodo y selenio con la posibilidad de que otros elementos puedan ser también deficientes. Los elementos minerales que más probablemente puedan causar toxicidad son selenio, flúor y molibdeno. Las mezclas minerales para bovinos en pastoreo pueden ser formuladas sobre la base de la composición del forraje con información de otras fuentes, usadas para realizar ajustes en la formulación final.

REQUERIMIENTOS MINERALES Y TOLERANCIAS

Una ilustración de la respuesta animal a un nutriente específico o algún elemento mineral en esta discusión, se presenta en la Figura 1. El nivel mineral en la dieta que promovería justamente una respuesta óptima puede ser considerado como el requerimiento mínimo y, como se ilustra, este nivel puede ser variable. El diagrama indica que el nivel al cual un mineral exhibe un efecto tóxico es también muy variable. No hay un requerimiento único para un mineral y tampoco hay un único nivel seguro o máximo en el cual un mineral puede ser tolerado sin efectos adversos. Teóricamente, hay una serie de niveles de tolerancia que varían de animal a animal y día a día en el mismo animal. Afortunadamente no es necesario determinar los niveles de requerimientos y de tolerancia tan precisamente. El "rango de respuesta óptima" es suficientemente amplio para la mayoría de los

* Traducido por el Ing. Agr. Luis S. Verde.

** Técnicos del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Florida, Gainesville, Florida, EEUU.

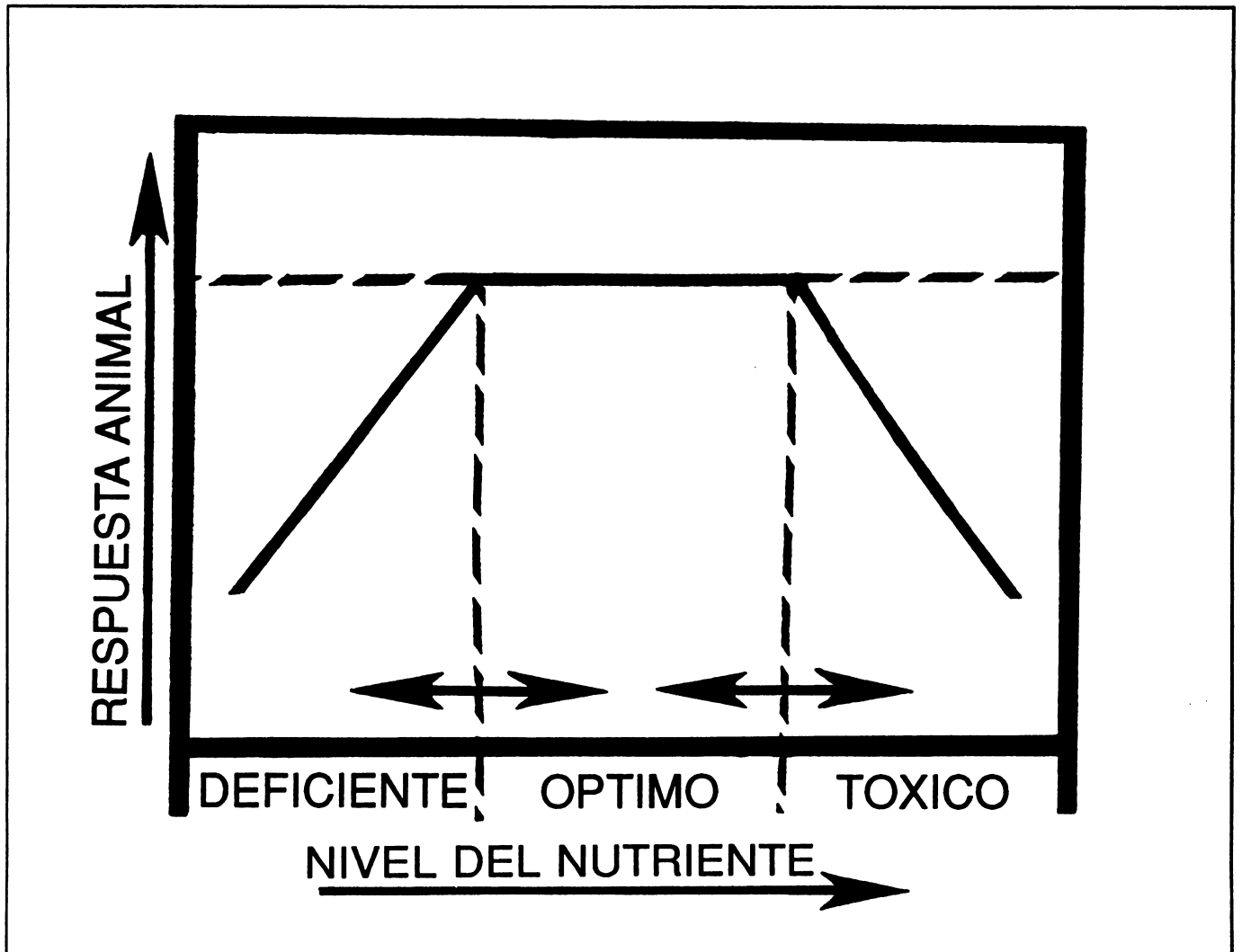


Figura 1. Respuesta animal en relación al consumo de un nutriente esencial.

minerales y condiciones, permitiendo usar niveles en la dieta que van a cubrir los requerimientos mínimos sin preocuparse por los efectos tóxicos.

Muchos factores incluyendo funciones de animal (crecimiento, producción de leche, desarrollo del feto etc.), condiciones ambientales y niveles de otros nutrientes en la dieta, afectan el nivel requerido para un mineral o éste se torna tóxico. Un ejemplo de la influencia de la función animal sobre el requerimiento mineral puede ser ilustrado con el azufre. El requeri-

miento del elemento en la dieta para bovinos de carne, de leche y ovinos es indicado por el NRC como 0,08 a 0,15, 0,20 y 0,14 a 0,26 por ciento. El requerimiento mayor de los ovinos para este elemento puede ser explicado por el crecimiento de la lana, la que contiene altos niveles de azufre en la forma de cistina y metionina. La interrelación, entre el cobre, azufre y molibdeno se utiliza, frecuentemente, para ilustrar el efecto de otros nutrientes. Un aumento del molibdeno en la dieta, en la presencia de azufre, puede incrementar el requerimiento de cobre por los rumiantes varias veces

por sobre los niveles "normales". Los requerimientos de cobre bajo tales condiciones pueden exceder los niveles que, en otras circunstancias, pueden ser tóxicos, especialmente si el animal tiene el hígado afectado.

- Determinación del "Status" mineral de rumiantes en pastoreo

Muestras de suelo, forraje, agua y tejidos animales pueden ser tomadas o realizarse observaciones de signos clínicos y performance animal al determinar la situación mineral de los animales en pastoreo.

La abundancia de elementos minerales en el suelo, conjuntamente con factores tales como pH, van a influir sobre la composición mineral del forraje que crece en él.

Sin embargo, el hecho de que el suelo sea alto en un mineral específico no asegura que va a estar disponible para ser asimilado por la planta. Por ejemplo, un suelo puede ser relativamente alto en magnesio, pero el elemento puede estar tan fuertemente ligado que el forraje resultante o producido puede ser muy bajo en aquél. Las plantas son una muestra conveniente a obtener y quizás es la fuente más útil de información, cuando se consideran todos los elementos minerales. Sin embargo, es muy dificultoso obtener una muestra de forraje que represente lo que el animal en pastoreo está consumiendo. Esto es particularmente así en situaciones de pastoreo extensivas, en las cuales se requiere una gran área para mantener un animal. El método del puñado, en general, resulta en muestras de forraje de menor calidad y con menor concentración de minerales, que el forraje que el animal consume naturalmente. Muestras recogidas a través de fístulas esofágicas, por otra parte, están severamente contaminadas con los elementos minerales presentes en la saliva y, si se las lava para evitar este problema, la pérdida de minerales a través del lavado se constituye en un problema.

Un procedimiento, razonablemente satisfactorio, para la recolección de muestras de forraje representativas de lo que el animal está consumiendo, es a través de la observación cuidadosa del animal pasto-

reando. Se debe tratar de duplicar esto lo más cercanamente posible. Las muestras deben ser recogidas y procesadas con instrumentos de acero inoxidable, para evitar la contaminación. También la transpiración de las manos puede agregar minerales, especialmente sodio y potasio, al forraje en el momento de la recolección. La variación usual en la composición mineral de las plantas, a medida que estas crecen, debe ser considerada siempre al relacionar datos de composición con performance animal.

Por lo general, las muestras de agua son muy útiles desde el punto de vista de minerales potencialmente tóxicos. Asumiendo que no hay sal (cloruro de sodio), los elementos que pueden estar presentes, más frecuentemente, a altos niveles incluyen flúor, magnesio, azufre y hierro. Los signos clínicos de deficiencias minerales son, la mayoría de las veces, no específicos y no son muy valiosos en el establecimiento de la situación mineral. Signos más específicos, tales como bocio en la deficiencia de yodo, pérdida de color del pelo con la deficiencia de cobre, y dermatitis con la deficiencia de zinc, pueden servir como indicadores útiles.

Los tejidos animales incluyendo la sangre, hígado y hueso, pueden ser los indicadores más precisos de la situación mineral. Por ejemplo, las concentraciones en suero de fósforo inorgánico, las concentraciones en hígado de cobalto y cobre y la densidad del hueso son de valor. El cobre puede estar presente en el forraje, pero no ser de utilidad para el animal debido a elevados niveles de molibdeno. Las enfermedades y los parásitos pueden interferir con la utilización de los minerales y estos factores, conjuntamente con el suministro de suplementos minerales, deben ser considerados siempre al relacionar datos de tejidos con la composición mineral del forraje.

A pesar de todas las observaciones y evaluaciones que se realicen, el indicador final de la suficiencia de los minerales en la dieta, y de los nutrientes en general, es la performance animal. Cuando las tasas de parición son altas, se destetan terneros pesados y las vacas paren anualmente en el rodeo bovino de

carne. Los programas nutricionales y el manejo, en general, son satisfactorios. Para la vaca lechera, la producción de leche y la reproducción representan medidas de la adecuación de los nutrientes.

Un resumen de ciertas muestras u observaciones, las cuales pueden ser de valor en la determinación de la situación mineral de los animales en pastoreo, ya sean éstas para deficiencia, requerimientos o toxicidad, se muestran en el Cuadro 1. Las muestras de forraje son útiles para todos los elementos, aunque su valor final puede ser limitado para ciertos minerales.

- Composición mineral de los forrajes en América Latina

Aunque muchas muestras de forraje recogidas en países de América Latina han sido analizadas para minerales durante los últimos diez años, una recopilación importante de información sobre la región fue publicada por Mc Dowell et al en 1974. Las muestras

incluían gramíneas y leguminosas tanto de las regiones tropical y templada dentro de América Latina. Los Cuadros 2 y 3 presentan resúmenes de este trabajo publicado por Fick et al. 1978. Se han realizado determinaciones de calcio y fósforo en más del 40 por ciento de las 2615 muestras de forraje que han sido recogidas pero menos del diez por ciento de esas muestras tienen valores para la mayoría de los otros elementos.

Prácticamente no hubo información disponible para azufre, iodo o selenio.

La distribución de los valores se presenta en el Cuadro 3. Aunque el nivel de la dieta indicado para varios de los elementos es considerablemente mayor que aquél que podría ser considerado como un requerimiento mínimo, un porcentaje importante de las muestras contenían menos de la concentración considerada como adecuada.

Fósforo, sodio, cobre, cobalto y zinc aparecen como los más factibles de alcanzar niveles deficien-

Cuadro 1. Muestras u observaciones de valor en la determinación de la situación mineral en animales en pastoreo (Deficiencia, Requerimientos y Toxicidad).

Elemento	Forraje	Hígado	Hueso	Sangre o Suero	Otros
Macro					
Calcio	x	-	x (densidad)	-	-
Fósforo	x	-	x (densidad)	x	-
Magnesio	x	-	-	x	-
Potasio	x	-	-	x	-
Sodio	x	-	-	-	Na en saliva
Azufre	x	-	-	-	
Micro					
Cobre	x	x	-	x	-
Cobalto	x	x	-	-	-
Hierro	x	x	-	x	-
Manganeso	x	x	-	-	-
Zinc	x	x	-	x	-
Iodo	x	-	-	-	I en leche, bocio
Selenio	x	x	-	x	Enzima glutatión peroxidasa
Molibdeno	x	-	-	-	-
Fluor	x	-	x	-	Lesiones dentales

Cuadro 2. Porcentaje de forrajes de América Latina analizado para diversos minerales

Elemento	Porcentaje
Macro	
Calcio	42,9
Fósforo	43,2
Magnesio	11,1
Potasio	7,6
Sodio	5,6
Micro	
Cobre	9,0
Cobalto	5,4
Hierro	9,8
Manganeso	11,2
Zinc	6,8
Molibdeno	5,1
Otros Minerales	< 1,0

Fuente: Fick et al, 1978. Basado en datos de Mc Dowell et al, 1974.

tes. Esta interpretación puede cambiar considerablemente, sin embargo, cuando se utilizan diferentes niveles de suministro.

Por ejemplo, Ammerman y Valdivia (1977) usaron valores de suministro en la dieta de 0,20 por ciento para fósforo y 30 ppm para zinc al resumir la misma información. Cuando esto se hizo 48,4 por ciento de los valores del fósforo y 49,2 por ciento de los valores del zinc fueron menores que los requerimientos. Estos números pueden ser comparados con 72,8 y 74,6 por ciento para los mismos elementos mostrados en el Cuadro 3. Debe recordarse, sin embargo, que las muestras representan un amplio rango de condiciones y que áreas restringidas, dentro de América Latina, pueden producir forrajes con niveles promedio de minerales considerablemente diferentes (ya sea más o menos deficientes) que aquéllos representados en este Cuadro.

Elemento	Nº de muestras	Suministro en dieta %	Muestras por debajo de los requerimientos %
Macro			
Calcio	1123	0,30	31,1
Fósforo	1129	0,30	72,8
Magnesio	290	0,20	35,2
Potasio	198	0,80	15,1
Sodio	146	0,10	59,5
(ppm)			
Micro			
Cobre	236	10,0	46,6
Cobalto	140	0,1	43,1
Hierro	256	100,0	24,1
Manganeso	293	40,0	21,0
Zinc	177	50,0	74,6
Molibdeno	133	3,0 ¹	86,4

Fuente: Fick et al 1978. Basado en datos de Mc Dowell et al, 1974.

¹: El nivel para molibdeno no se considera un requerimiento.

Cuadro 3
Distribución de los elementos minerales en forrajes Latino Americanos (base seca) en relación a requerimientos alimenticios.

- **Cálculo de mezclas minerales, para la suplementación a libre elección en pasturas**

La composición mineral del forraje puede servir como la fuente primaria de información para la formulación de mezclas minerales suplementarias. La información obtenida de tejidos u otras fuentes puede ser utilizada para realizar ajustes.

Un ejemplo para el cálculo de la composición de un suplemento mineral para bovinos en pastoreo, utilizando fósforo, cobre y iodo, se presenta en el Cuadro 4.

Los requerimientos fueron tomados de la publicación para bovinos de carne (NRC, 1984) y esta información, juntamente con valores de composición de forraje, formó la base para la formulación de la mezcla mineral suplementaria.

La línea denominada "ajuste" permite al nutricionista hacer uso de esta información, tal como niveles de molibdeno en el forraje, niveles en tejidos, o decisiones basadas en experiencias con ganado pastoreando en la región. Otros factores, tales como la

Cuadro 4. Ejemplo para el cálculo de la composición de un suplemento mineral para bovinos de carne en pastoreo.

(A) Composición del forraje y requerimientos

ITEM	Fósforo %	Cobre ppm	Iodo, ppm
Requerimiento	0,18 ¹	8 ²	0,5 ²
Composición del forraje	0,09	4	desconocido
Déficit	0,09	4	desconocido
Ajuste ³	0,00	4	1,0
Suplemento (déficit + ajuste)	0,09	8	1,0

¹ (NRC, 1984) Requerimiento de fósforo de una vaca de carne adulta, seca, en el tercio medio de la preñez y pesando 350 kg.

² (NRC, 1984) Niveles sugeridos para bovinos de carne.

³ Ajuste basado en otra información disponible para el nutricionista

(B) Supuestos y "Factor de Conversión"

Peso vivo del animal = 350 kg

Consumo diario de materia seca

350 kg x 2 % del peso vivo = 7,0 kg de materia seca

Consumo diario de minerales = 50 g

Factor de conversión (Representa la conversión de la adición deseada a la concentración requerida del elemento en el suplemento mineral)

$$\frac{7000}{50} = 140$$

(C) Fuentes de Minerales

	Elemento mineral, %		Iodo
	Fósforo	Cobre	
Fosfato dicálcico	21,0	--	---
Sulfato de Cobre	--	25,0	---
Etilenediamina dihidroyoduro (EDDI)	--	----	80,0

(D) Cálculos

Fósforo

$$140 \times 0,09 \% = 12,67 \% \text{ P en el suplemento mineral}$$

$$\frac{12,67 \% \text{ P}}{21 \%} = 60 \% \text{ fosfato dicálcico en el suplemento mineral}$$

Cobre

$$140 \times 8 = 1120 \text{ ppm Cu en el suplemento mineral}$$

$$\frac{1120 \text{ ppm Cu}}{25 \%} = 4480 \text{ ppm (0,448 \%)} \text{ sulfato de cobre en el suplemento mineral}$$

Iodo

$$140 \times 1 = 140 \text{ ppm I en el suplemento mineral}$$

$$\frac{140 \text{ ppm I}}{80 \%} = 175 \text{ ppm (0,018 \%)} \text{ EDDI en el suplemento mineral}$$

relativa estabilidad de los compuestos iodados, o la biodisponibilidad relativa de las fuentes minerales a ser usadas pueden ser, también, tomadas en consideración, al determinar la cantidad de mineral a ser agregado a partir de una fuente particular.

El consumo de la mezcla mineral se estima en 50 g por cabeza/día pero esto va a variar dependiendo primariamente de la palatabilidad del material. En el

ejemplo, los cálculos indican que la fórmula debe incluir 12,67 por ciento de fósforo o 60 por ciento de fosfato dicálcico elegido para uso. En el caso de algunos ingredientes como el fósforo, el nivel máximo que se puede usar, para asegurar que la mezcla va a ser razonablemente palatable, es del 10 por ciento. Entonces si deseamos mantener el consumo de fósforo indicado en el ejemplo, se debe lograr un consumo mayor a los 50 g por cabeza/día.

LITERATURA CITADA

AMMERMAN, C. B. and VALDIVIA, R. 1977. Mineral supplementation for beef cattle in Latin America. Proc. 11th Annual Conf. Livestock Poultry in Latin America, University of Florida, Gainesville, p. B-1.

FICK, K. R.; MC DOWELL, L. R.; HOUSER, R. H. 1978. Current status of mineral research in Latin America. Proc. Latin American Symposium on Mineral Nutrition

Research with Grazing Ruminants. University of Florida, Gainesville, p. 149.

MC DOWELL, L. R.; CONRAD, J. H.; THOMAS, J. E. and HARRIS, L. E. 1974. Latin America Tables of Feed Composition University of Florida, Gainesville.

NRC, 1984. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Beef Cattle 6th Ed. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, DC.

Métodos para determinar los requerimientos minerales de los bovinos *

por C. B. Ammerman y P. R. Henry **

El propósito de esta publicación es, proveer información en relación a los métodos generales para la determinación de los requerimientos dietarios de minerales, indicar fuentes y tipos de información disponible en el tema y discutir la base para planear nuevas investigaciones sobre los requerimientos minerales de los bovinos bajo condiciones tropicales.

RESUMEN

Los requerimientos minerales en la dieta de los bovinos pueden ser determinados suministrando niveles graduales del mineral en dietas balanceadas en todos los otros nutrientes y midiendo la performance animal de alguna manera. Otra forma es por un procedimiento factorial, en el cual las cantidades requeridas para mantenimiento, crecimiento, desarrollo fetal y lactación, son determinadas y se debe calcular el requerimiento total. En general, este último método ha sido usado primariamente para calcio y fósforo. Dos fuentes principales de información sobre los requerimientos de nutrientes para bovinos son el National Research Council en los Estados Unidos y el Agricultural Research Council, en Gran Bretaña. Muchos de los niveles minerales recomendados por el National Research Council son indicados como "valores sugeridos" o "contenidos recomendados en oposición a

requerimientos mínimos, sugiriendo esto que muchos de los valores no han sido, o no pueden ser, determinados con gran precisión para todas las condiciones. Varios factores deben ser evaluados al decidir cuales elementos minerales deben ser examinados, más estrechamente, en relación a los requerimientos alimenticios para bovinos bajo condiciones tropicales. Esto incluye la probabilidad de que el elemento mineral sea deficiente, costo de proveer el elemento como un suplemento y costo de la investigación necesaria para determinar los requerimientos con mayor precisión.

MÉTODOS

Los métodos generales para determinar los requerimientos minerales de los animales son los siguientes:

1. Método de Alimentación
2. Método Factorial

En el primer método, niveles graduales de un elemento mineral son suministrados en una dieta nutricionalmente completa (con la excepción del elemento problema) por un cierto período de tiempo y se mide algún indicador de la performance animal. El indicador puede ser ganancia de peso vivo, tasa reproductiva, ganancia del animal y su descendencia o puede ser la concentración del mineral o de una enzima etc. en un tejido.

El método factorial puede ser descrito de la siguiente forma:

$$\text{Requerimiento dietario: } \frac{(E + G + P + L)}{A}$$

* Traducido por el Ing. Agr. Luis S. Verde.

** Técnicos del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Florida, Gainesville, Florida, EEUU.

donde:

- E = La pérdida inevitable del elemento del cuerpo en heces y orina.
- G = Retención diaria del elemento a una tasa específica y estado de crecimiento.
- P = Retención diaria del elemento en el feto y anexos
- L = Secreción diaria del elemento en la leche, y
- A = El coeficiente de absorción, esto es la cantidad de un mineral suministrado en la dieta que entra en el cuerpo desde el intestino dividida por la cantidad ingerida.

El método factorial ha sido usado para calcular los requerimientos de calcio, fósforo y proteína por el National Research Council en los Estados Unidos y el Agricultural Research Council en Gran Bretaña durante muchos años.

Recientemente, investigadores en Gran Bretaña están intentando expresar los requerimientos para otros elementos minerales incluyendo los micro elementos, en una base factorial. La información que permitirá justificar hacer esto es limitada y siempre deberá haber confirmación de los valores obtenidos en esta forma, a través de una performance animal normal cuando ellos son evaluados.

FUENTES DE INFORMACION

Las dos principales fuentes de información sobre los requerimientos de nutrientes para los animales domésticos son el National Research Council en los Estados Unidos y el Agricultural Research Council en Gran Bretaña. Las publicaciones más recientes del National Research Council para ganado bovino de carne, ganado bovino lechero y ovinos fueron 1984, 1978 y 1985, respectivamente. La publicación para ganado bovino lechero está en estos momentos en las etapas finales de revisión. La publicación más reciente del Agricultural Research Council, titulada "The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock" fue publicada en 1980.

Como un ejemplo de los valores suministrados, un resumen de los requerimientos de fósforo y calcio para bovinos de carne, como los publica el National Research Council, se presenta en el Cuadro 1. Un incremento en el peso corporal indica un aumento de la edad y una disminución en la tasa de crecimiento y en el desarrollo óseo y con esto, ocurre una disminución en los requerimientos tanto de fósforo como de calcio. A una temprana edad (ternero en crecimiento de 135 kg), hay una relación calcio: fósforo de 2,4 a 1 en los requerimientos en la dieta. A un peso mayor, o a mayor edad, la relación entre los requerimientos de calcio y fósforo disminuye debido a la maduración de las estructuras óseas. A medida que las estructuras óseas maduran, las demandas del animal para calcio disminuyen a un ritmo mayor que lo que lo hace el fósforo.

La vaca madura, preñada y seca tiene los requerimientos más bajos de fósforo y calcio que cualquier otra categoría de animal mostrados en el Cuadro. Sin embargo, cuando la vaca de carne está en lactación, los requerimientos alimenticios de los dos elementos se incrementan considerablemente estando las demandas relacionadas con la producción láctea. Los requerimientos de fósforo y calcio y el efecto de la producción láctea en vacas lecheras se presentan en el Cuadro 2. Los requerimientos de fósforo se incrementan de 0,31 por ciento, en una vaca produciendo menos de 14 kg diarios de leche, a 0,40 por ciento cuando produce más de 29 kg de leche diarios. Debe notarse que todos los valores están indicados como "requerimientos" y se asume, por lo tanto, que ellos representan los requerimientos "mínimos" para una clase particular de animal realizando una función particular. Call et al (1978) alimentaron vaquillonas Hereford desde los siete meses de edad, con dietas que contenían 0,14 y 0,36 por ciento de fósforo en base "as fed", por dos años. A fin de comparar los niveles en la dieta con aquéllos presentados en el Cuadro 1, los niveles de 0,14 y 0,36 de fósforo representan alrededor de 0,155 y 0,40 por ciento en base a materia seca.

Las dietas fueron formuladas para proveer adecuada energía, proteína y todos los otros nutrientes. El consumo

Cuadro 1
Requerimientos alimenticios de calcio y fósforo para bovinos de carne (en base a materia seca)

Tipo de Animal	% en la dieta	
	Fósforo	Calcio
Terneros en crecimiento con una ganancia diaria de 2,0 lb (0,91 kg)		
300 lb (135 kg)	0,32	0,72
500 lb (225 kg)	0,24	0,47
700 lb (320 kg)	0,21	0,34
Ganado en crecimiento terminación		
800 lb (365 kg)		
Ganancia diaria		
0,5 lb (227 g)	0,17	0,22
1,0 lb (454 g)	0,19	0,24
1,5 lb (681 g)	0,19	0,28
2,0 lb (908 g)	0,20	0,31
2,5 lb (1135 g)	0,21	0,35
3,0 lb (1362 g)	0,25	0,42
Vacas adultas preñadas secas tercio medio de la preñez		
990 lb (450 kg)	0,18	0,17
Vacas con ternero al pie		
990 lb (450 kg)		
5,0 kg/día de leche	0,23	0,28
10,0 kg/día de leche	0,29	0,43

Fuente: NRC, 1984

Producción diaria de leche, kg	% de la dieta	
	Fósforo	Calcio
Vaca lechera de 600 kg		
< 14	0,31	0,43
14 - 21	0,34	0,48
21 - 29	0,38	0,54
> 29	0,40	0,60

Cuadro 2

Requerimientos alimenticios de fósforo y calcio para vacas lecheras en lactación (en base a materia seca)

Fuente: NRC (1978)

de alimento, las ganancias de peso, la eficiencia alimenticia y la edad a la pubertad fueron similares para ambos grupos. Las tasas de preñez y la producción de terneros vivos fueron excelentes (por sobre 90 %) y no difirieron entre tratamientos. Aunque estos estudios no se extendieron durante toda la vida de los animales los resultados sugieren que los requerimientos de fósforo para vacas de carne en producción pueden ser inferiores a aquellos recomendados por el National Research Council. Además, observaciones recientes en varias áreas tropicales, en condiciones de pastoreo, tienden a confirmar que concentraciones de fósforo en la dieta, algo por debajo de los valores del NRC, pueden mantener productividades máximas en vacas de carne las cuales pueden, generalmente, ser obtenidas en esas áreas. En las mismas la proteína digestible y la energía también pueden ser deficientes y, por lo tanto, la necesidad de fósforo en la dieta puede ser también restringida.

Como un segundo ejemplo de los valores provistos, se presenta en el Cuadro 3 un resumen de los requerimientos de micro-minerales del ganado bovino de carne, bovinos de leche y ovinos publicados por el National Research Council. Nótese que solamente para los ovinos es la columna de valores que se indican que representan los "requerimientos" alimenticios de micro-minerales y, aún así, se da un rango de valores.

Para bovinos de carne se suministran "valores sugeridos" juntamente con rangos y para ganado lechero se presentan "contenidos recomendados". Este enfoque poco definido se usa, en parte, porque los valores son utilizados con varias clases de animales, comprendiendo diferentes estados de desarrollo o en funciones productivas variadas. Otra razón muy importante para utilizar este enfoque poco definido es el hecho que es muy dificultoso el establecer un requerimiento alimenticio mínimo para un nutriente. La variabilidad que puede existir en los niveles de requerimientos se enfatiza en las notas al pie del Cuadro 3, en las que se indican ciertas condiciones bajo las cuales los requerimientos señalados pueden variar.

ESTABLECIMIENTO DE REQUERIMIENTOS MINERALES MAS PRECISOS PARA BOVINOS BAJO CONDICIONES TROPICALES

Los requerimientos mínimos de los bovinos por nutrientes en su dieta, incluyendo elementos minerales, bajo condiciones tropicales pueden variar con respecto a aquéllos que han sido obtenidos en climas más benignos. La mayor temperatura ambiente puede ser un factor importante, ya sea directa o indirectamente, al influir sobre la producción de forraje etc. pero, sin duda, existen también otras causas.

Varios factores pueden ser considerados en la decisión sobre cuales niveles de requerimientos deben ser reevaluados bajo condiciones tropicales.

1. ¿Es factible que una mayor temperatura ambiental influya sobre los requerimientos alimenticios?

El potasio es un ejemplo de un elemento para el cual los requerimientos pueden muy bien ser incrementados con temperaturas ambientales elevadas. Es factible que sea deficiente en vacas lecheras de alta producción consumiendo dietas altas en concentrados. También es potencialmente deficiente en forrajes muy maduros o afectados por el clima.

2. ¿Cuál es el costo de proveer una buena fuente suplementaria de un elemento?

Tanto el calcio como el fósforo pueden estar al borde de ser deficientes en un forraje en particular. Una fuente de fósforo de buena calidad puede ser bastante cara y su uso debe estar en relación con los niveles de requerimientos bien establecidos. Por esto puede ser muy importante examinar los requerimientos de fósforo. Fuentes de calcio tales como piedra caliza molida, que son de buena calidad, son relativamente baratos y, en muchas situaciones, un adecuado nivel de calcio se provee cuando el nivel de fósforo requerido se agrega como fosfato de calcio. En la base de costo, el calcio no aparece como un firme candidato para

Cuadro 3. Requerimientos de microminerales para bovinos de carne, bovinos de leche y ovinos expresados en parte por millón (en base a materia seca).

Elemento	Bovinos de Carne ¹		Bovinos de leche ²	Ovinos ³
	Valor sugerido	Rango ⁴	Contenido recomendado ⁵	Requerimiento ⁶
Cobalto	0,10	0,07 - 0,11	0,1	0,1 - 0,2
Cobre	8	4 - 10	10	7 - 11 ⁷
Iodo	0,5	0,2 - 2,0	0,5 ⁸	0,10 - 0,8 ⁹
Hierro	50	50 - 100	50	30 - 50
Manganeso	40	20 - 50	40	20 - 40
Molibdeno	--	----	--	0.5
Selenio	0,2	0,05 - 0,3	0,1	0,1 - 0,2
Zinc	30	20 - 40	40	20 - 33

¹ NRC, 1984

² NRC, 1978

³ NRC, 1985

⁴ El listado de un rango en el cual los requerimientos tienen posibilidad de ser cubiertos reconoce que los requerimientos para la mayoría de los minerales son afectados por una variedad de factores dietarios y animales (peso corporal, sexo, tasa de ganancia). Por lo tanto puede ser mejor evaluar las raciones basándose en un rango de requerimientos minerales y por el contenido de sustancias que pueden interferir, más que cubrir un valor específico en la dieta.

⁵ Los valores para minerales que se presentan en esta tabla deben ser considerados como guías para los especialistas en formulación de raciones. Debido a los múltiples factores que afectan estos valores, ellos no han sido preparados, ni deberían ser usados, como valores de uso regulatorio o de contralor.

⁶ Los valores son estimaciones basadas en datos experimentales.

⁷ Requerimientos cuando concentraciones de Mo en la dieta son < 1 mg/kg DM

⁸ Si la dieta contiene cifras cercanas al 25 % de alimentos fuertemente bociógenos en base seca, el iodo que se provee debe incrementarse dos veces o más.

⁹ Alto nivel para preñez y lactación en dietas que no contengan bociógenos, debe ser incrementando si las dietas contienen bociógenos.

realizar estudios de requerimientos bajo condiciones especiales.

3. ¿Cuál es la probabilidad de que un elemento mineral sea deficiente en el "área en cuestión"?

Muchas de las deficiencias en los ruminantes en pastoreo son problemas regionales.

Como ejemplos pueden haber áreas dentro de países o aún dentro de provincias o estados en los

cuales pueden haber deficiencias serias de elementos tales como el cobre, cobalto, iodo, selenio.

La probabilidad de que el manganeso o el zinc sean deficientes en áreas de pastoreo es mucho menor. También parece menos importante tratar de obtener el requerimiento mínimo de un mineral que, en un área particular, es poco probable que ocurra en niveles que podrían causar una deficiencia.

4. ¿Cuáles son las perspectivas para determinar los requerimientos de un mineral más precisamente de lo que ha sido hecho en el pasado y si es importante que esto sea hecho?

Muchos de los valores para los requerimientos minerales, que se encuentran corrientemente en la literatura, están basados en una experimentación muy limitada con solamente unas pocas categorías de animales dentro de una especie. Una evidencia de esto es el rango de los valores de requerimientos dados en el Cuadro 3.

Aparece como importante el considerar las preguntas enumeradas más arriba y quizá algunas otras, al decidir donde poner el énfasis al conducir investigaciones sobre los requerimientos minerales de los bovinos en una región particular del mundo.

LITERATURA CITADA

- ARC. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, Uk.
- CALL, J. W.; BUTCHER, J. E.; BLAKE, J. T.; SMART, R. A. and SHUPE, J. L. 1978. Phosphorus influence on growth and reproduction of beef cattle. J. Anim. Sci. 47:216.
- NRC. 1978. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 5th Ed. National Academy of Sciences-National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, DC.
- NRC. 1984. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 6th Ed. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, DC.
- NRC. 1985. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep. 6th Ed National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, DC.

Enfermedades de la producción: Síndrome de Molibdenosis e Hipocuprosis condicionada

por Néstor Auza *

INTRODUCCION

En Argentina, la deficiencia de cobre inducida por excesos de molibdeno en la alimentación, provoca en bovinos importantes pérdidas económicas. Este cuadro de desequilibrio nutricional, se manifiesta en animales jóvenes con retardo del crecimiento, problemas osteo-articulares y en adultos, principalmente, por problemas reproductivos, (Auza, Acuña, Casaro, Braun, 1982; Auza, 1983; Auza, 1985).

MOLIBDENO Y SU METABOLISMO

- Aportes y absorción

Los bovinos obtienen el molibdeno casi exclusivamente a partir de los vegetales. Son las leguminosas y los cereales, los más ricos en este mineral (Coppenet, 1968). Pocos trabajos han sido consagrados a estudios de absorción del elemento por la mucosa digestiva, estando la misma relacionada a la forma química bajo la cual es suministrado (Maison, Cardin, 1977). Una vez absorbido, ya en sangre se fija sobre una α 2-globulina, la que actúa como transportadora (Kselikova, Bebr, Lener, Freiova, 1977). Las principales vías de eliminación son en orden de importancia: la vía fecal, la vía urinaria, luego la biliar y finalmente, casi sin importancia en condiciones fisiológicas, la vía mamaria (Dick, 1952). (Figura 1).

COBRE Y SU METABOLISMO

- Aportes y absorción (Figura 2)

Según el tipo de alimentación, los animales reciben el cobre directamente a partir de la hierba y/o con los complementos de la ración. La absorción se cumple en la primera porción del intestino delgado-duodeno, y del yeyuno (Steinliet, 1967). El mecanismo de absorción a través de la pared intestinal, haría intervenir:

- una unión con diversos amino-ácidos.
- una unión con proteínas transportadoras.
- un gradiente de concentración de Cu ⁺⁺ ionizado entre luz intestinal y sangre.

- Distribución

Luego de la absorción y unido a la albúmina y principalmente ceruloplasmina (Lan, Sarkan, 1971), se distribuye en los tejidos y órganos, tal lo indicado en la Figura 3.

- Funciones

El cobre juega un rol muy importante como cofactor enzimático. Determinadas enzimas son estrictamente cobre dependientes (Malkin, Malmstrom, 1970). Estas acciones las cumple principalmente a nivel de los órganos y sistemas indicados en la Figura 4.

DEFICIENCIA DE COBRE

Las deficiencias de cobre a nivel del organismo animal pueden ser primarias o secundarias.

* Técnico del Departamento Producción Animal. INTA, Balcarce, Argentina.

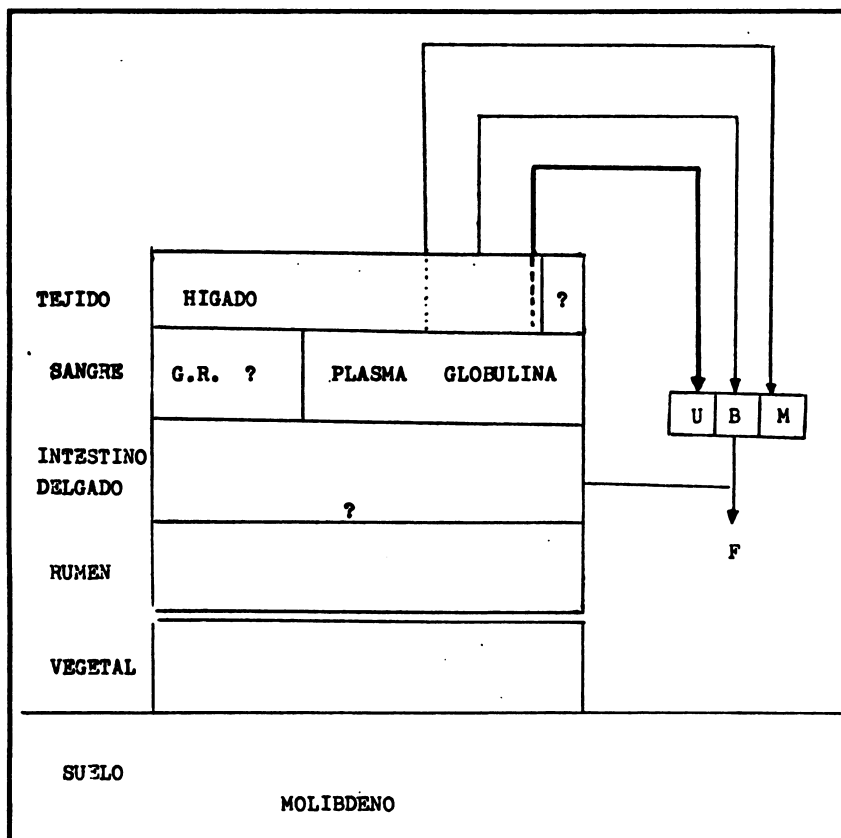
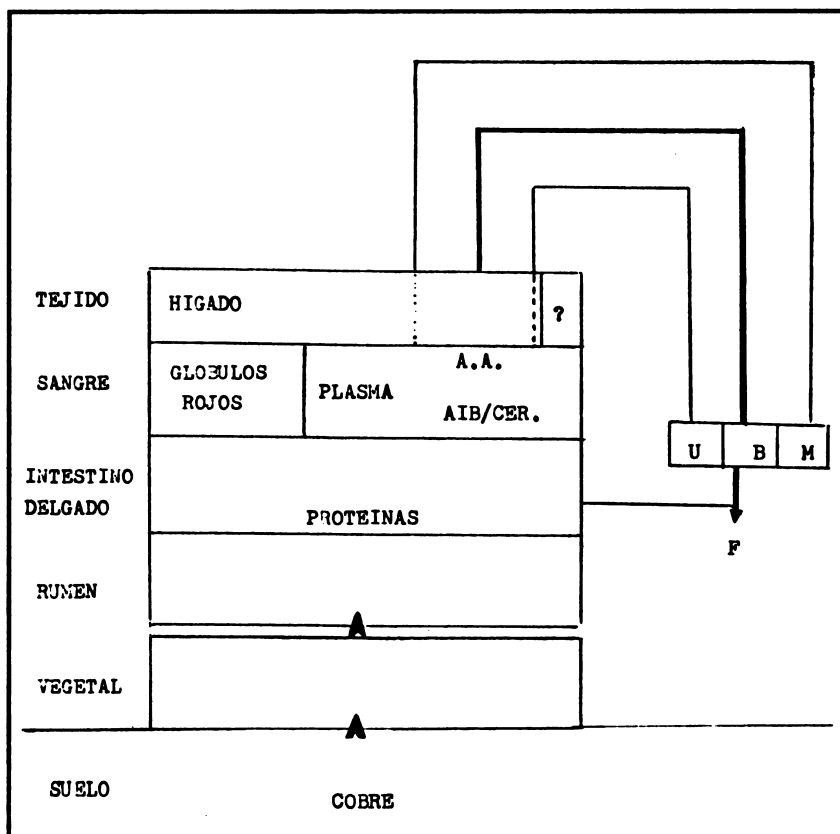


Figura 1.
Molibdeno:
aportes,
absorción y
eliminación.

Figura 2. Cobre:
aportes, absorción y
eliminación



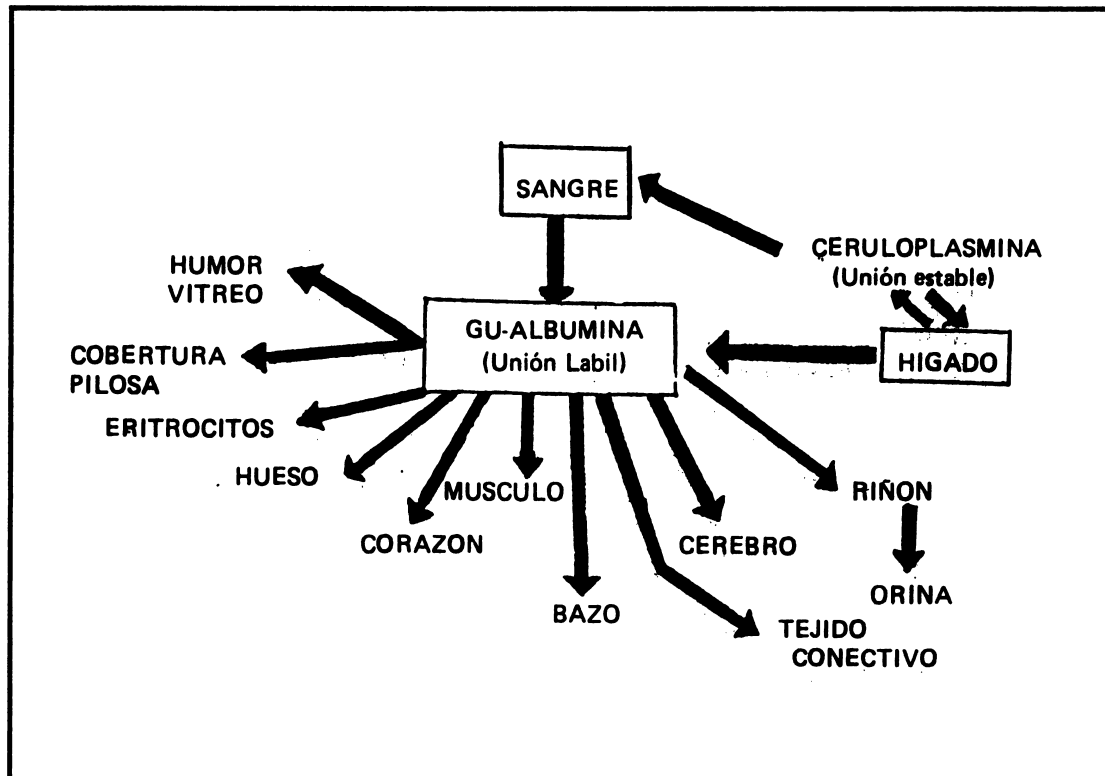


Figura 3
Absorción y distribución del cobre.

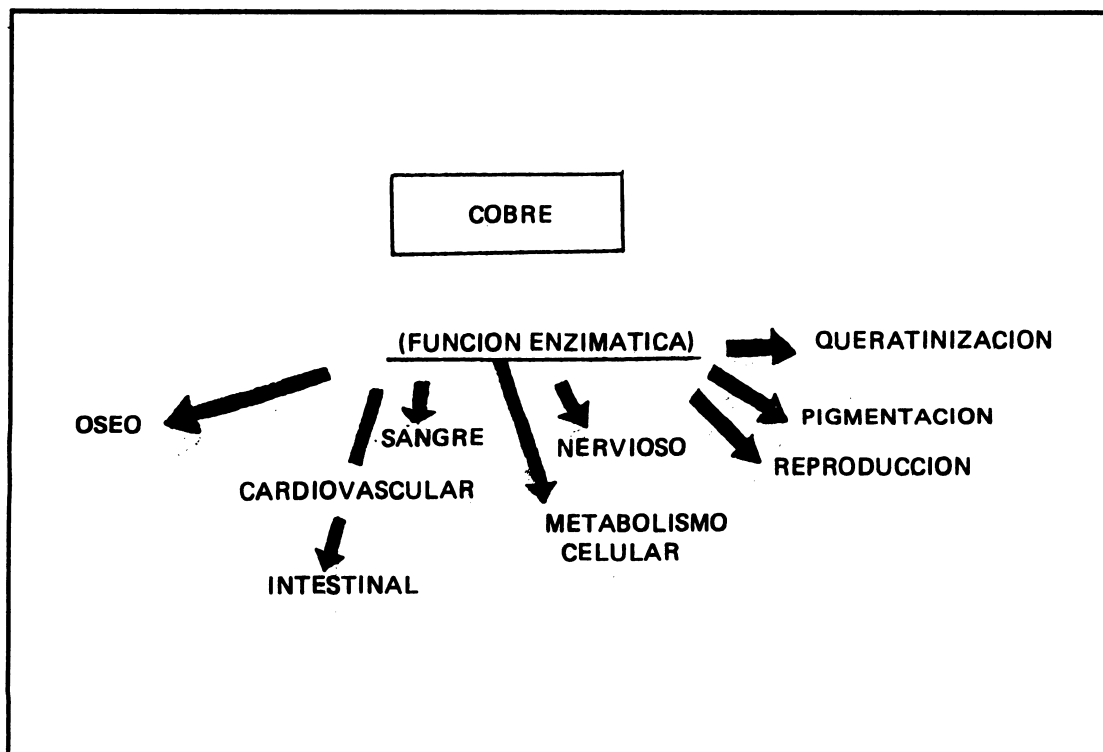


Figura 4
Funciones del cobre a nivel orgánico.

- Deficiencia primaria

Ligada a la ingestión de una cantidad de cobre que no alcanza a cubrir las necesidades del animal.

- Deficiencias secundarias

Son producidas por un cierto número de elementos que interfieren con el metabolismo de cobre, ya sea a nivel de absorción-digestión como de la utilización metabólica (Alcroft, 1952).

Las interferencias con molibdeno y sulfatos son bien conocidas en Argentina, y son las de mayor incidencia. (Figura 5).

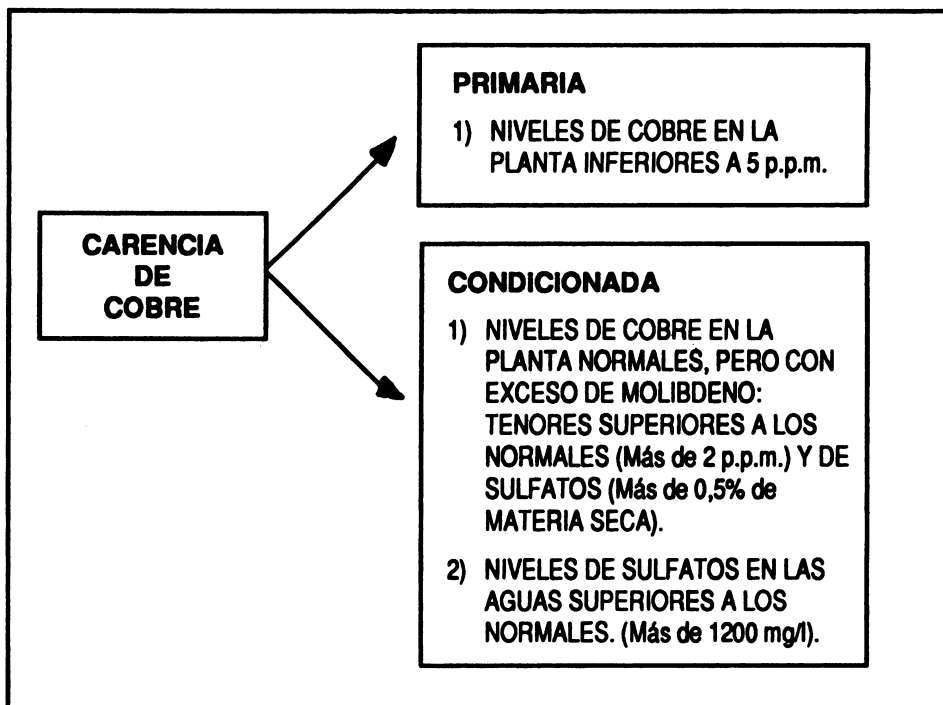


Figura 5. Tipo de carencia

Interacciones cobre-molibdeno-sulfatos

La presencia de sulfatos aumenta el rol antagónico ejercido por el molibdeno sobre la absorción y utilización orgánica de cobre (Alcroft, 1952) (Figura 6).

- Sintomatología de la deficiencia en cobre

Los cuadros clínicos se diferencian según la categoría de animal afectado (Auza, 1983) (Figura 7).

MOLIBDENOSIS

- Distribución

Mediante estudios realizados con Mo^{99} y en base a autorradiogramas pudimos demostrar, cualquiera sea la especie animal utilizada, radioactividad en todo el organismo. Los órganos más marcados por esta radioactividad en nuestros estudios, fueron: riñón, hígado y bazo. Como tejidos con radioactividad mediana pueden mencionarse: músculo, grasa, hueso, médula ósea, pulmón y diversas glándulas. Esta fijación glandular marca un punto de importancia en la distribución de Mo^{99} , ya que en el plano metabólico,

abre en el campo experimental la elaboración de un buen número de hipótesis. Hemos notado una retención repetida del isótopo, en glándulas tales como: hipófisis, suprarrenales, (específicamente en médula adrenal), y un pasaje transplacentario activo a partir de los cinco minutos de suministrado el isótopo (Auza, 1983; Benard, Auza, 1986; Coppenet, 1968).

- Toxicología bioquímica de la molibdenosis

La intoxicación con molibdeno, provoca la modificación de parámetros tales como: la cupremia; hematológicos como: hemoglobina, hemoglobina globular media, velocidad de sedimentación; finalmente, variación en la actividad enzimática sérica de enzimas de origen hepático. (Auza, 1983; Auza, Braun, Benard, Thouvenot, Rico, 1987).

CONCLUSION

De acuerdo a nuestros resultados la molibdenosis posee efectos ligados a la deficiencia inducida de cobre, pero también efectos tóxicos directos en particular frente a la integridad hepatocelular.

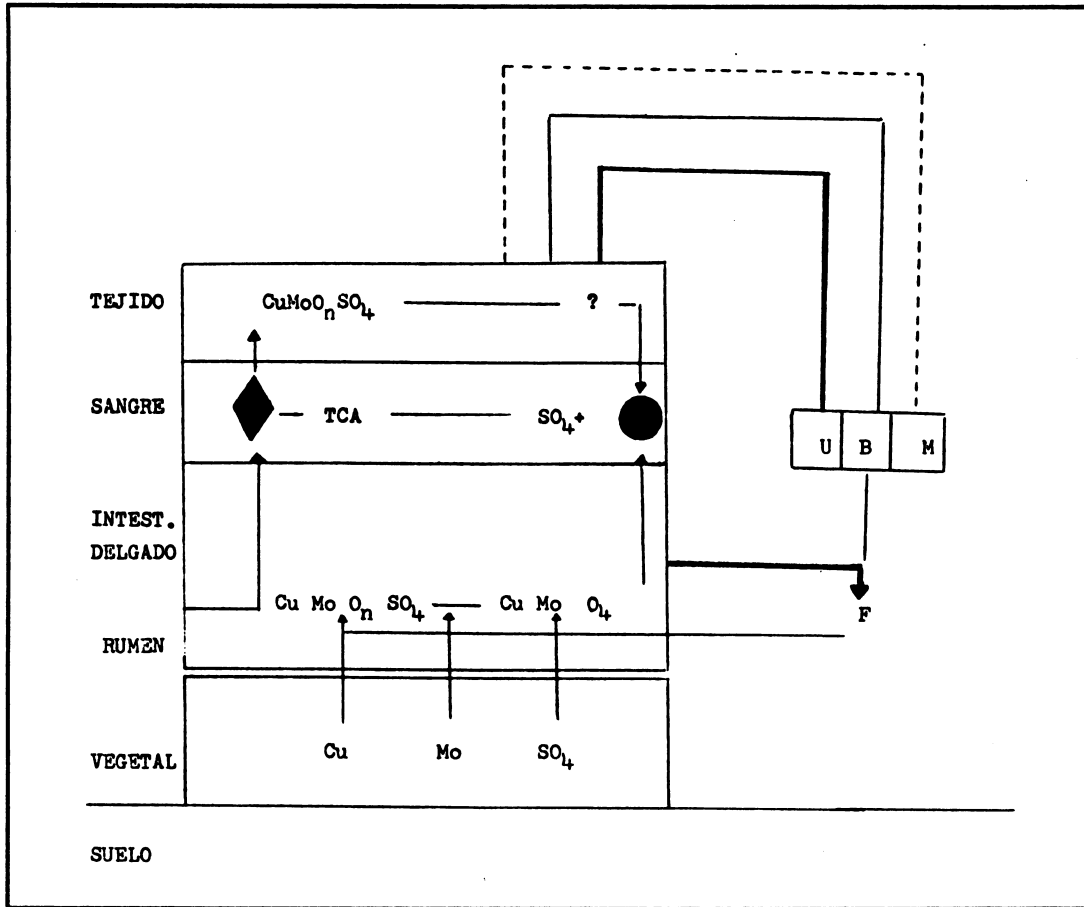
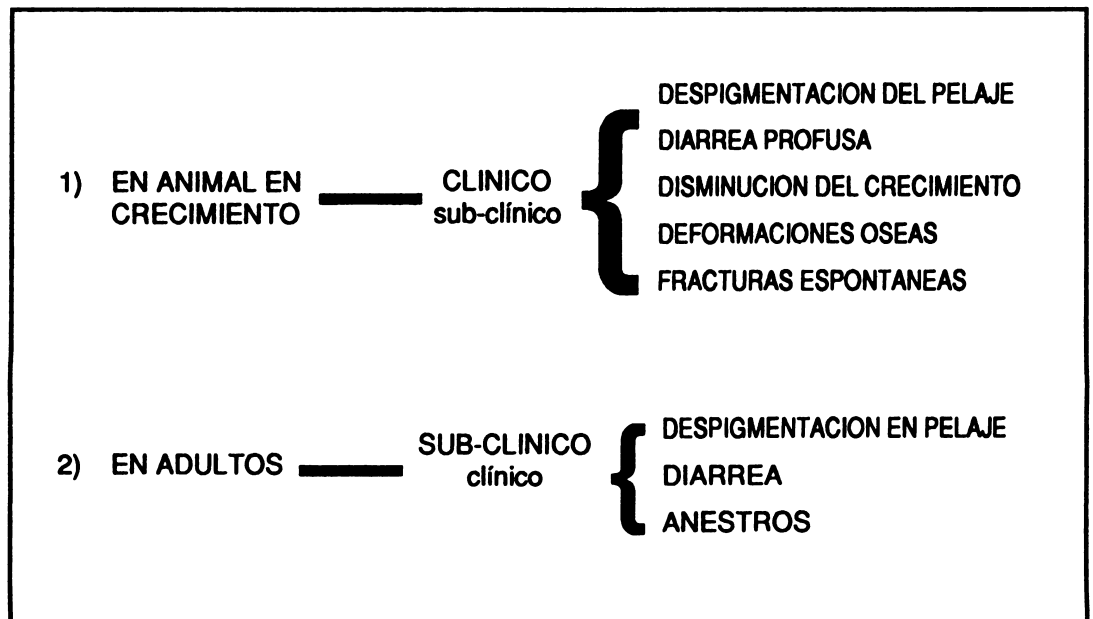


Figura 6
Interacciones
cobre, molibdeno y
sulfatos.

Figura 7
Síntomas de la
carencia
condicionada de
cobre.



LITERATURA CITADA

- ALCROFT, R. 1952. Conditionet copper deficiency in Sheep and cattle in Britain. *Vet. Rec.*, 64:17.
- AUZA, N.; ACUÑA, C.; CASARO, A.; BRAUN, J. P. 1982. Effects of several treatment in Copper deficient Cattle. 40:409-410.
- _____. 1983. Copper in the Ruminants: A review. *An. Vet. Res.* 14: 21-37.
- _____. 1983. These Docteur. Contribution a l'etude de la distribution et de la toxicité du cuivre et du molibdene chez le rat, la souris et le mouton. I.N.P.T. Ecole Nationales Vétérinaire. Toulouse. France.
- _____. 1985. Molibdeno: Importancia metabólica y su participación en la patogenia de desequilibrios nutricionales. 6: 127 - 135.
- _____; BRAUN, J. P.; BENARD, P.; THOUVENOT, J. P.; RICO, A. 1987. Blood haematological and plasma biochemical disturbances in experimental toxicity of molybdenum in sheep. *Res. Vet. Sci.* (enviado para su publicación)
- BENARD, P. and AUZA, N. 1986. Transplacental passage of Mo⁶⁰ in rats and ewes whole - body autoradiographic study. *Proceeding Royal Microscopical Society.* September, 21 (5): 287 - 288.
- COPPENET, M. 1968. Des oligo-éléments. *Bull Techn. Inf.*, 231: 595 - 608.
- DICK, A. T. 1952. The effect of diet and of molybdenum on copper metabolism in sheep. *Aust. Vet. J.*, 28: 30 - 33.
- KSELIKOVA, M.; BIBR, B.; LENER, J.; FREIOVA, M. 1977. Interaction of -2 macroglobulin with molybdenum in human and rat serum. *Physiol. Bohemoslov*, 26: 573 - 575.
- LAN, S. and SARKAN, B. 1971. Ternary Coordination complex between human serum albumin, copper (11) and L-histidina. *J. Biol. Chem.*, 246: 5938.
- MAISON, J. and CARDIN, C. J. 1977. The competition of molybdate and sulphate ions for a transport system in the ovine small intestine. *Res. Vet. Sci.* 22: 313 - 315.
- MALKIN, R. and MALMSTROM, B. G. 1970. The state and function of copper in biological systems. *Adv. Enzimol.* 33: 177.
- STERNLIEB, F. 1967. Gastrointestinal copper absorption in man. *Gastroenterology*, 52: 1038.

Fósforo, fosfato de rocha e fluorose em bovinos

por Ivan Valadão Rosa *

INTRODUÇÃO

Nos sistemas de criação de bovinos de corte sob regime exclusivo de pasto, admite-se, de modo geral, que o fósforo seja o elemento mineral mais freqüentemente deficiente na dieta dos animais, uma vez que as gramíneas que constituem a maior parte das pastagens tropicais apresentam, via de regra, níveis sub-ótimos, deficientes ou extremamente baixos do elemento, ao longo de seu ciclo vegetativo e período do ano.

No Brasil, os principais ingredientes utilizados para fornecer fósforo suplementar aos bovinos são ainda o fosfato bicálcico e a farinha de ossos, embora venha crescendo nos últimos anos a participação de outros produtos, tais como os fosfatos de amônio, fosfatos parcialmente desfluorizados, e outros. Do ponto de vista biológico, os ingredientes mencionados apresentam boas características para suprir as necessidades de fósforo dos animais, todavia são de custo elevado, o que onera consideravelmente a prática de fornecer mistura mineral à vontade aos rebanhos.

De maneira geral pode-se afirmar que, numa mistura mineral destinada a oferecer microelementos e níveis significativos de fósforo (5 a 7 g/cabeça/dia), o ingrediente responsável pelo fósforo representa de 60 a 70 por cento do custo da mistura. Levantamentos periódicos realizados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA), consistentemente indicam que

os gastos com a suplementação mineral são o segundo maior item de despesa da fazenda de pecuária de corte, superados apenas pelos gastos com mão-de-obra (CNPGC, 1984). Em razão do exposto, tem constituído motivo de crescente preocupação por parte dos técnicos ligados ao assunto a busca de alternativas viáveis para reduzir o ônus representado pelo insumo mineral. Uma dessas alternativas seria o uso de fontes de fósforo de custo reduzido em substituição parcial ou total das fontes tradicionais, de custo elevado.

FOSFATOS NATURAIS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Em que pese a abundância de literatura relacionada aos efeitos adversos do flúor sob a forma de fluoreto de sódio (NaF) sobre a saúde e desempenho de diversas classes de animais (National Research Council, 1980), são raríssimos os trabalhos utilizando fosfatos de rocha como fonte de fósforo, principalmente para bovinos. Além de escassos, os dados de literatura com o emprego de fosfatos de rocha na nutrição animal referem-se quase sempre a produtos com origem, características químicas (e possivelmente biológicas) diversas dos fosfatos brasileiros, alguns dos quais têm constituído motivo de estudo por parte de várias entidades de pesquisa do país.

- A questão do flúor

No que respeita ao flúor, alguns fosfatos brasileiros em estudo encerram níveis do elemento marcadamente inferiores aos da maioria dos fosfatos estrangeiros. No Quadro 1, a seguir apresentam-se alguns dados relativos aos diversos fosfatos naturais brasileiros e alguns estrangeiros, para demonstrar as diferenças mencionadas (Balleo, 1986)

* Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte/EMBRAPA, Campo Grande, MS, Brasil.

Quadro 1. Origem, níveis médios de flúor e de fósforo em alguns fosfatos naturais.

Fosfato	Origem	F total %	P total %
Carolina do Norte	Sedimentar	3,14	13,2
Tunísia	Sedimentar	3,35	12,5
Marrocos	Sedimentar	4,04	14,0
Israel	Sedimentar	3,99	14,1
Flórida	Sedimentar	3,64	14,4
Patos	Metamórfica	1,87	10,6
Goiásfértil	Ignea	2,52	17,2
Olinda	Sedimentar	3,46	14,1
Araxá	Ignea	2,40	16,3
Tapira	Ignea	1,34	14,8

- A questão dos metais pesados

Quanto ao suposto risco para a saúde animal e humana representado por metais pesados (arsênico, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, vanádio) contidos nos fosfatos de rocha, um cálculo das quantidades de tais elementos ingeridos por bovinos através do consumo de 50 g/dia de vários fosfatos de rocha, comparados aos níveis máximos toleráveis na dieta dos animais, segundo o National Research Council (1980), demonstra claramente a inocuidade de tais produtos no que tange àqueles elementos tóxicos.

USO E ABUSO DOS FOSFATOS NATURAIS

No estágio em que se encontram as pesquisas sobre os fosfatos de rocha nacionais e seu uso na alimentação animal, é motivo de preocupação os possíveis efeitos colaterais indesejáveis suscitados pelos trabalhos em andamento. Um desses efeitos seria o de que, o simples fato do envolvimento da EMBRAPA na pesquisa do produto já representaria,

segundo alguns, um endosso tácito quanto à viabilidade do seu uso para animais. Algumas empresas ligadas à produção e comércio de suplementos minerais têm afirmado, não sem alguma razão, que a associação do nome da EMBRAPA às pesquisas do produto e a publicação de alguns resultados, têm ocasionado o uso indiscriminado e desorientado de tais produtos por pecuaristas e, muito mais grave, algumas empresas menos idôneas, em flagrante desrespeito à legislação vigente, passaram a incluir fosfatos de rocha em suas misturas minerais em substituição ao fosfato bicálcico, de custo muito mais elevado. Tendo em vista tal situação e, por entender que a pesquisa em andamento seja em parte responsável, embora involuntariamente, pelo atual estado de coisas, que tende ao agravamento, julgou-se necessário um trabalho, como o presente, em que fosse dado ao assunto um enfoque honesto, imparcial, sem tendenciosidade ou passionalismo, que permita ao interessado formar sua própria opinião baseada na realidade dos fatos. Por outro lado, é objetivo deste trabalho apresentar, sob forma resumida, alguns dos resultados obtidos ao longo de quase três

anos de emprego do produto na suplementação de bovinos de corte.

METABOLISMO DO FLÚOR

Uma vez ingerido, o flúor é rapidamente absorvido do rúmen de bovinos e ovinos (Perkinson, 1955). Uma parte do flúor absorvido é excretada pela urina. Do que fica retido no organismo, cerca de 99 por cento depositam-se nos tecidos calcificados (ossos e dentes). Não existem evidências de acúmulos significativos do elemento nos tecidos moles ou fluidos (músculos, órgãos cavitários, sangue etc.). À medida que a ingestão do elemento se eleva, aumenta também a sua excreção urinária e o seu depósito nos ossos e dentes (homeostase do flúor). Sob condições de ingestão constante de quantidades normais de flúor, seu nível nos tecidos calcificados tende a elevar-se com o passar dos anos. Os ossos têm uma grande afinidade pelo flúor, incorporando-o à hidroxiapatita, que se converte em fluorapatita. Uma vez incorporado à apatita óssea, o flúor não pode ser removido sem que haja reabsorção da unidade cristalina completa. Esta reabsorção depende da solubilidade dos tecidos calcificados, que se torna menor quanto maior é a sua concentração de flúor. Ocorrendo elevação da concentração óssea de flúor em decorrência de níveis elevados do elemento na dieta, a urina continua a excretar níveis elevados de flúor por longo tempo, mesmo após o restabelecimento do nível normal de ingestão do elemento. Por esta razão, a composição de flúor da urina, isoladamente, não se presta para diagnosticar níveis excessivos do elemento na dieta, pois pode refletir um excesso dietético anterior, que ainda está sendo eliminado pelo organismo (National Research Council, 1974).

FLÚOR E PRODUÇÃO DE LEITE

A lactogênese não é diretamente afetada por níveis moderados de flúor (Schmidt, 1954). Mesmo quando a intoxicação por flúor é suficientemente severa para alterar as funções metabólicas ou prejudicar as

estruturas ósseas ou dentárias, quaisquer efeitos sobre a produção de leite são provavelmente devido às alterações mencionadas e não a uma interferência direta do elemento sobre a lactogênese (Stoddard, 1963).

Por outro lado, a excreção do flúor através da glândula mamária, por vacas submetidas a dietas altas no elemento, é insignificante (Suttie, 1957), não representando qualquer ameaça à saúde humana ou animal. Vacas consumindo dieta com 10, 29, 55 e 109 ppm de flúor dos 3-4 meses de idade até 7,5 anos, exibiam na 5ª lactação níveis de flúor no leite de 0,06, 0,10, 0,14 e 0,20 ppm, respectivamente, que podem ser considerados insignificantes (Greenwood, 1966; National Research Council, 1974).

FLÚOR E REPRODUÇÃO

Os resultados de experimentos em que fêmeas receberam níveis excessivos de flúor na dieta por períodos prolongados, não mostraram efeitos diretos do elemento sobre os parâmetros reprodutivos. A intoxicação severa por flúor, no entretanto, pode afetar a reprodução indiretamente pela alteração de funções metabólicas, com efeitos deletérios gerais sobre a saúde animal (National Research Council, 1974).

O FLÚOR E A BARREIRA PLACENTÁRIA

O flúor é capaz de cruzar a barreira placentária em ambas as direções. Os níveis de flúor em ossos de bezerros nascidos de vacas recebendo dietas altas em flúor, mostraram alta correlação com a quantidade de flúor ingerida e sua concentração no sangue das mães (Bell, 1961; Shupe, 1963). Entretanto, as concentrações de flúor nos ossos de bezerros nascidos de vacas que receberam até 108 ppm de flúor (NaF) na dieta foram baixas e não pareceram afetar a saúde dos bezerros (Hobbs, Merriman, 1962). Portanto, embora o flúor possa passar a barreira placentária, parece que a placenta exerce um certo efeito inibidor sobre o elemento, reduzindo seu acúmulo e efeitos sobre o feto.

RECUPERAÇÃO DO ANIMAL EXPOSTO AO FLÚOR

Após o animal deixar de receber uma dieta alta em flúor, ocorre uma redução gradativa do nível do flúor acumulado nos ossos durante o período precedente. Parece que a magnitude dessa redução é inversamente proporcional ao tempo decorrido para alcançar determinado nível de flúor nos ossos (National Research Council, 1974). Em outras palavras, um animal que recebeu dieta elevada em flúor por período mais curto, mobilizará e excretará mais flúor durante um período subsequente de recuperação do que um animal que acumulou o mesmo nível de flúor, durante um período mais longo, com uma dieta mais baixa no elemento.

ANTAGONISTAS DO FLÚOR

Alguns elementos ou compostos têm sido adicionados à dieta, quase sempre experimentalmente, na tentativa de reduzir os efeitos da intoxicação por flúor. A maioria dos experimentos tem utilizado animais de laboratório e o material testado tem mostrado eficiência apenas parcial. Por isso, a possibilidade de seu uso sob condições práticas é limitada. Alguns desses produtos utilizados são: compostos de alumínio (óxidos, cloretos, sulfatos), sais de cálcio e cloreto de sódio. Dentre estes, os compostos de alumínio se mostraram mais efetivos na redução da toxicidade do flúor (Hobbs, 1954; Hobbs, Merriman, 1959), todavia o alumínio é também um antagonista do fósforo e qualquer tratamento à base de alumínio implica na necessidade de se elevar o fósforo da dieta.

EFEITOS TÓXICOS DO FLÚOR

Se o animal recebe na dieta níveis excessivos de flúor por período suficientemente prolongado, alterações bioquímicas, metabólicas e estruturais podem ocorrer, caracterizando o quadro de intoxicação crônica por flúor ou fluorose.

Os sintomas mais comuns de fluorose são aqueles relacionados aos ossos e aos dentes. As alterações dentárias caracterizam-se principalmente por mosqueamento dos dentes, hipoplasia e

hipocalcificação dentária, descolorações e manchas do esmalte, cáries, erosões e desgaste anormal dos dentes. As alterações ósseas podem manifestar-se sob a forma de exostoses bilaterais na porção proximal dos metacarpos e mais tarde na mandíbula, metacarpos e costelas. Os ossos severamente afetados pelo flúor se mostram brancos e sem brilho (aspecto de giz), com a superfície irregular, áspera e espessada (hiperostose perióstea), com maior diâmetro e peso acima do normal.

Em consequência das alterações ósseas nos casos severos de fluorose o animal pode apresentar andar dificultoso, recusando-se a permanecer de pé ou locomovendo-se sobre os joelhos. Todavia, o mais freqüentemente observado são as claudicações intermitentes e o enrijecimento das articulações dos membros. Estes sinais estão aparentemente associados com lesões osteofluoróticas e calcificação de estruturas periarticulares e inserções de ligamentos. A simples observação de casos de claudicação no rebanho, sem outras evidências, não deve ser interpretada como intoxicação por flúor.

DIAGNÓSTICO DE FLUOROSE

Os dentes em desenvolvimento ou em processos de calcificação são extremamente sensíveis ao excesso de flúor dietético. Uma vez completamente desenvolvidos os dentes não mostram a mesma resposta biológica dos ossos ao excesso de flúor (Garlick, 1955). As alterações dentárias em animais são, portanto, uma indicação da exposição ao flúor durante o período de desenvolvimento dentário e constiuem uma ferramenta valiosa no diagnóstico precoce da exposição dos animais a níveis excessivos de flúor na dieta.

Uma vez que as alterações dentárias precedem os demais sintomas de fluorose, o exame periódico dos dentes de uma amostra representativa de animais do rebanho pode ser de grande valor na antecipação de riscos de intoxicação dos animais, permitindo a adoção de medidas acauteladoras antes que o desempenho e a saúde animal sejam comprometidos. O período durante o qual os dentes são sensíveis ao excesso de

flúor estende-se aproximadamente dos 6 meses aos 3 anos de idade. Portanto, animais expostos a níveis excessivos de flúor após a idade de 3 anos não desenvolvem lesões dentárias típicas de fluorose.

Além dos sinais dentários, as alterações ósseas (osteofluorose), a claudicação intermitente e a determinação das concentrações de flúor na dieta (água, forragens, suplementos), na urina e nos ossos são de grande importância diagnóstica. A determinação periódica dos níveis de flúor nos ossos de animais sujeitos à ingestão de excesso do elemento, permite acompanhar o seu acúmulo no organismo até o ponto

em que este possa determinar efeitos adversos sobre o animal.

Embora o conjunto das medidas mencionadas seja importante para firmar um diagnóstico de fluorose, nas condições normais de fazenda algumas delas são de execução problemática, restando o exame dos dentes como a única medida prática de fácil realização. Portanto, para melhor capacitar o interessado no diagnóstico de fluorose através dos dentes, apresenta-se a seguir uma tabela de pontos (National Research Council, 1974) para uma classificação mais definida do grau de fluorose dentária.

Quadro 2. Sistema de pontos para classificação do grau de fluorose dentária em bovinos.

Ponto	Efeito	Descrição
0	Normal	Esmalte translúcido, polido, branco e brilhante. Dente com forma e tamanho normais.
1	Questionável	Ligeiros desvios da normalidade, mas sem causa determinável. Pode haver marcas no esmalte, mas não há mosqueamento.
2	Ligeiro	Leve mosqueamento do esmalte. Podem ocorrer manchas ou descolorações, mas não há aumento do nível normal de desgaste.
3	Moderado	Mosqueamento definido. Extensas áreas do dente ou todo ele tem aspecto de giz. O nível de desgaste pode estar um pouco além do normal e o dente pode apresentar manchas.
4	Marcado	Mosqueamento evidente, hipoplasia e hipocalcificação. O esmalte pode exibir erosões. Com o uso, o dente apresentará um nível anormal de desgaste e manchas.
5	Severo	Mosqueamento severo, hipoplasia e hipocalcificação. Com o uso, o dente apresentará um nível anormal de desgaste. Pode apresentar erosões ou crateras no esmalte e mostrar-se manchado ou descorado.

Os efeitos do consumo de excesso de flúor pelos animais dependem de vários fatores, dentre os quais se salientam:

1. Idade do animal e estágio de desenvolvimento dentário.
2. Concentração do flúor na dieta (água, forragens e suplementos).
3. Período de ingestão do flúor em excesso.
4. Nível inicial do flúor acumulado no organismo do animal.
5. Solubilidade e disponibilidade biológica do flúor ingerido.

A prevenção e o controle da intoxicação dos animais por flúor podem ser conseguidos quando a natureza do processo é identificada, quando a patogênese, a sintomatologia e as lesões são apropriadamente diagnosticadas, interpretadas e avaliadas e quando a fonte de flúor em excesso é eliminada ou controlada.

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Com a finalidade de estudar a viabilidade biológica e econômica do emprego do fosfato de Tapira (14,8% de P e 1,3% de F) como fonte de fósforo para bovinos, foi instalado um experimento em pastagem de *Brachiaria decumbens* em solo arenoso de cerrado, envolvendo inicialmente 100 novilhos e 100 novilhas de sobreano, distribuídos por 5 tratamentos:

1. Sal comum + microelementos;
2. Tratamento 1 + Fosfato bicálcico;
3. Tratamento 1 + 2/3 de Fosfato bicálcico + 1/3 de Fosfato de Tapira;
4. Tratamento 1 + 1/3 de Fosfato bicálcico + 2/3 de Fosfato de Tapira;
5. Tratamento 1 + Fosfato de Tapira.

Desde o início do experimento, os seguintes parâmetros vêm sendo obtidos:

1. Desempenho ponderal dos animais;

2. Níveis de fósforo e flúor nos ossos;
3. Consumo das misturas minerais;
4. Níveis de nitrogênio e fósforo nos pastos experimentais;
5. Presença de alterações dentárias e/ou ósseas sugestivas de fluorose.

Nos Quadros 3, 4 e 5 estão resumidos os dados mais relevantes obtidos até o presente.

O exame periódico dos dentes incisivos dos animais experimentais revelou, a partir dos 27 meses de tratamento, os primeiros sinais sugestivos da ação do flúor sobre a dentição. As alterações observadas situaram-se quase exclusivamente entre os graus 1 a 3 do Quadro 2. Quanto aos demais resultados resumidos nos quadros, os seguintes aspectos merecem ser salientados:

1. Observou-se resposta em ganho de peso à suplementação fosfórica, porém num nível aquém do esperado, possivelmente em decorrência da limitação imposta principalmente por outras deficiências nutricionais, tais como a de proteína e/ou energia
2. A resposta ao fósforo suplementar decresceu numericamente à medida que o fosfato de rocha na mistura mineral aumentou, o que se deveria, possivelmente, à menor disponibilidade biológica deste último aliado à sua menor palatabilidade, que reduziu o consumo.
3. Apesar do aumento considerável do nível de flúor nos ossos dos animais recebendo fosfato de rocha, as concentrações observadas do elemento ainda estão muito aquém daquela a partir da qual se considera que o flúor esteja exercendo efeito tóxico sobre o organismo (Mc Dowell, 1977)
4. As alterações dentárias observadas, e atribuídas ao excesso de flúor na dieta, são de pouca gravidade e não parecem ter influenciado, até o presente, o desempenho e saúde dos animais experimentais.

Tratamento	Sexo	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganho total (kg)	Ganho médio diário (g)
1. Sem fósforo	M	142,5	303,7	161,2	215
	F	141,1	287,4	146,3	195
2. Bicálcico	M	143,0	338,7	195,7	261
	F	140,3	310,8	170,5	227
3. 1/3 Tapira	M	143,4	339,0	195,6	261
	F	142,2	307,8	165,6	221
4. 2/3 Tapira	M	144,2	331,5	187,3	250
	F	140,4	302,2	161,8	216
5. Tapira	M	141,6	320,9	179,3	239
	F	138,9	286,9	148,0	197

Quadro 3

Desenvolvimento ponderal de machos e fêmeas, por tratamento, em 750 dias de experimento.

Quadro 4
Consumo médio de mistura mineral, fósforo e flúor, por tratamento, em 750 dias de experimento.

Tratamento	Consumo de minerais (g/cab/dia)	Consumo de fósforo (g/cab/dia)	Consumo de flúor (mg/cab/dia)
1. Sem fósforo	35,7	0,0	0,0
2. Bicálcico	51,6	4,75	47
3. 1/3 Tapira	52,4	5,00	250
4. 2/3 Tapira	48,8	4,80	376
5. Tapira	39,1	3,92	392

Tratamento	Consumo de F (mg/cab/dia)	Nível de F na dieta * (ppm)	Nível de F nos ossos (ppm)	
			Inicial	1000 dias
1. Sem fósforo	0,0	0,0	275	418
2. Bicálcico	47	8,7	275	735
3. 1/3 Tapira	250	46,3	275	1877
4. 2/3 Tapira	376	69,6	275	1961
5. Tapira	392	72,6	275	1760

Quadro 5

Consumo médio de flúor e níveis médios de flúor nos ossos em 1000 dias de período experimental.

* Base: animal de 300 kg consumindo 1,8% de seu peso vivo em matéria seca.

LITERATURA CITADA

- BALLIO, L. A. C. 1986. Inst. Bras. Fosf., 10 p.
- BELL, M. S. et al. 1961. J. Nutr., 73: 379.
- GARLICK, N. L. 1955. Am. J. Vet. Res., 16: 38.
- GREENWOOD, D. A. et al. 1964. Utah State Univ., Agric. Exp. Sta., 36 p. (Special Report, 17).
- HOBBS, C. S. et al. 1954. Knoxville, Univ. Tennessee, 163p. (Bulletin, 235).
- _____. & MERRIMAN, G. M. 1959. J. Anim. Sci., 18: 1562.
- _____. & MERRIMAN, G. M. 1962. Knoxville, Univ. Tennessee, 183 p. (Bulletin, 351).
- McDOWELL, L. R. 1977. Inst. Food Agric. Sci. Univ. Florida, (Chapter in CRC Handbook of Nutrition and Food).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1974. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Fluorosis. Nat. Acad. Sci., 70 p.
- _____. 1980. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals. Nat. Acad. Sci., 577 p.
- PERKINSON JUNIOR, J. D. et al. 1955. Am. J. Physiol., 182: 338.
- PREÇOS. CNPGC Inf., 1984. 1 (1): 4.
- SCHMIDT, H. J. et al. 1954. Am. J. Vet. Res., 15: 323.
- SHUPE, J. L. et al. 1963. Am. J. Vet. Res., 24: 300.
- STODDARD, G. E. et al. 1963. J. Dairy Sci., 46: 720.
- SUTTIE, J. W. et al. 1957. J. Dairy Sci., 40: 1485.

Suplementação mineral de bovinos de corte

por Júlio Cesar de Sousa *

INTRODUÇÃO

No Brasil e em outros países existe a preocupação dos criadores e da assistência técnica em conhecer detalhadamente a concentração mineral das pastagens usadas, principalmente pela bovinocultura de corte, a fim de facilitar a formulação de misturas minerais. A importância da suplementação mineral em áreas de solos fracos, como a vasta região dos cerrados brasileiros, torna essa prática indispensável ao bom desenvolvimento do rebanho de corte. Nas fazendas de cria e recria, localizadas em solos de cerrados, onde predominam as pastagens de *Brachiaria*, a suplementação mineral, muitas vezes, vem a ser o insumo mais importante, devido ao alto custo em relação ao custeio geral da propriedade.

Os trabalhos publicados sobre formulação de misturas minerais para bovinos são em número relativamente pequeno quando se leva em consideração a importância nutricional e os custos econômicos na criação de gado de corte (Sousa 1985). Estudos realizados por Costa et al. (1984) relatam que em propriedades rurais típicas do Estado de Mato Grosso do Sul (Brasil), de estrutura de recursos e processo de produção semelhante, os principais gastos, além da mão-de-obra, correspondem ao sal mineral (20%), óleo diesel (17%) e utilitários (13%), dentre outros valores de custeio.

Muitas vezes torna-se difícil para pecuaristas e técnicos o conhecimento da mistura mineral mais

adequada a sua região. A fabricação da mistura mineral na propriedade, é uma boa alternativa. Entretanto, os ingredientes necessários à composição dessas misturas são relativamente difíceis de serem adquiridos e manuseados pelos criadores comuns. Essas limitações explicam a baixa porcentagem de produtores que preparam suas misturas minerais na própria fazenda.

O objetivo principal deste trabalho é fornecer subsídios para cálculos de misturas minerais para bovinos.

IMPORTÂNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL

Em diversas regiões da América Latina e particularmente no Brasil, vários pesquisadores têm mostrado os benefícios da suplementação mineral no aumento da fertilidade do rebanho. A melhoria do desempenho reprodutivo como resultado da suplementação mineral pode ser visto no Quadro 1, em 12 regiões da América Latina, segundo Conrad et al. (1985). As informações referentes à América Latina mostram uma natalidade média de 51 por cento para os animais que recebiam somente sal comum e 75 por cento para aqueles que receberam suplementos minerais adicionais. O aumento de 24 por cento na natalidade média dos rebanhos exemplifica as vantagens da suplementação mineral de bovinos.

No Brasil, em 1979, foi iniciado um trabalho de suplementação mineral (Quadro 2) numa fazenda particular localizada no município de Bandeirantes, Mato Grosso do Sul. Nesta época a fazenda possuía 2216 bovinos, dos quais 1020 eram vacas e 548 eram bezerros, a taxa de natalidade era 53,7 por cento e a mortalidade total do rebanho era 9,2 por cento. Cinco

* Engenheiro Agrônomo, Ph. D., Pesquisador da EMBRAPA-CNPGC, Campo Grande, MS, Brasil

anos depois, em 1983, a propriedade possuía 2080 vacas e 1413 bezerras. A taxa de natalidade havia aumentado para 76,8 por cento e a mortalidade foi reduzida para 2,4 por cento.

Quadro 1. Estudos Latino-Americanos sobre os efeitos da suploementação mineral no aumento da porcentagem de natalidade.

Pais	Controle ¹	Controle + suplementação mineral
Bolívia	67,5	80,0 ²
Bolívia	73,8	86,4 ³
Brasil	55,0	77,0 ⁴
Brasil	49,0	72,0 ²
Brasil	25,6	47,3 ²
Colômbia	50,0	84,0 ⁴
Panamá	62,2	68,8 ⁵
Panamá	42,0	80,0 ²
Peru	25,0	75,0 ⁶
Urugual	48,0	64,0 ²
Urugual	86,9	96,4 ²
Urugual	27,0	70,0 ³

¹ Animais controle receberam somente sal comum (NaCl)

² Farinha de osso; ³ Fosfato bicálcico; ⁴ Mistura mineral completa

⁵ Fosfato bicálcico + superfosfato triplo

⁶ Fosfato bicálcico + sulfato de cobre

Fonte: Conrad et al. (1985)

Outro aspecto que destaca a importância da suplementação mineral é aquele que se refere ao desenvolvimento ou ganho de peso de novilhos de corte. Estudos realizados em Mato Grosso do Sul, por Sousa et al. (1983), com novilhos de corte em pasto de capim colonião, mostraram aumento significativo ($P < 0,05$) no ganho de peso quando uma mistura mineral completa foi comparada com sal comum e sal mais fosfato bicálcico, durante 336 dias. Os resultados em ganho de peso médio por animal foram 38,8; 67,7; 129,9 e 143,8 kg, respectivamente, para os tratamentos sal comum, sal comum + fósforo, mistura comercial e sal comum + fósforo + microelementos (Quadro 3). Na região estudada foram detectadas deficiências de fósforo, cobre, zinco e sódio, principalmente.

SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM PASTAGENS ADUBADAS

As respostas dos bovinos à suplementação mineral variam de região para região, de acordo com uma série considerável de fatores, sendo por isso necessário o uso de fórmulas minerais diferentes.

Quadro 2. Resultados da suplementação mineral na Fazenda Bracinho (município de Bandeirantes, MS).

Ano	Total de animais	Vacas	Bezerros	% de nascimento	% de mortalidade do rebanho
1979	2.216	1.020	548	53,7	9,2
1980	3.782	1.770	1.065	60,2	3,6
1981	4.200	1.804	1.059	60,7	4,7
1982	5.003	2.008	1.220	70,5	2,3
1983	5.259	2.080	1.413	76,8	2,4

Fonte: Arquivo Fazenda Bracinho.

Quadro 3. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral, durante 336 dias, em pastagens de capim colônião (município de Rio Brilhante, MS).

Tratamento	Número de animais			Peso médio Inicial (kg)	Peso final dos sobreviventes (kg)	Ganho de peso (kg)
	Inicial	Final	Eliminados *			
NaCl + fósforo + micro	49	49	0	233,5	367,3	143,8
Comercial	50	50	0	228,6	358,5	129,9
NaCl + fósforo	50	41	9	228,0	295,7	67,7
NaCl	50	26	24	226,4	266,2	39,8

* Morreram ou foram removidos dos tratamentos em estado de caquexia acentuada.

Fonte: Sousa et al. (1983).

Tai fato pode ser ilustrado com os resultados de outro experimento realizado por Sousa et al. (1985a), em Mato Grosso do Sul, em pastagem de capim colônião adubada com 250 kg de superfosfato simples (18% P_2O_5) e 250 kg de hiperfosfato/ha (12% P_2O_5) por ocasião da formação da pastagem (oito meses antes do início do experimento).

Neste experimento, com duração de 814 dias, o lote que não recebeu suplemento mineral apresentou um ganho médio de 235,6 kg; aquele recebendo sal comum ganhou 278,8 kg; o que recebeu sal + fósforo apresentou ganho médio de 296,8 kg; enquanto que os animais recebendo sal + fósforo + microelementos ganharam, em média, 278,0 kg (Quadro 4). A análise estatística revelou não haver diferenças ($P>0,05$) entre

os desempenhos de animais que receberam suplementação mineral e, que neste caso, a simples suplementação de cloreto de sódio foi suficiente para suprir as exigências minerais. Estes dados deixam claro o efeito da adubação de pastagem ou do tipo de solo sobre a suplementação mineral dos bovinos. Ainda em Mato Grosso do Sul foi realizado outro experimento por Sousa et al. (1987), em solo tipo Brunizem, de alta fertilidade, para se verificar possíveis respostas à suplementação mineral. Neste trabalho foram usados cinco níveis de fósforo: zero, 150, 300, 450, 600 ppm da dieta, além de um outro tratamento apenas com sal comum. Os resultados (Quadro 5) mostram que não houve diferença significativa ($P>0,05$) para ganho de peso dos novilhos. Observa-se portanto a importância da fertilidade do solo, no que diz respeito à suplementação mineral do rebanho.

Tratamento	Número de animais	Peso médio (kg)		Ganho de peso (kg)
		Inicial	Final	
Sem minerais	20	173,7	409,3	235,6
NaCl	20	174,6	453,4	278,8
NaCl + fósforo	20	175,8	472,6	296,8
NaCl + fósforo - micro	20	172,5	451,4	278,9

Quadro 4

Suplementação mineral de novilhos em pastagens adubadas de capim colônião, num período de 814 dias

Fonte: Sousa et al. (1985a)

Tratamento	Peso médio (kg)		Ganho de peso (kg)
	Inicial	Final	
A - NaCl + Micro	208,3	367,1	158,8
B - NaCl + Micro + 150 P	207,9	368,2	160,3
C - NaCl + Micro + 300 P	207,9	375,1	167,7
D - NaCl + Micro + 450 P	208,2	372,3	164,1
E - NaCl + Micro + 600 P	297,6	372,3	164,7
F - NaCl	207,9	365,7	157,8

Quadro 5

Pesos Médio, Inicial e Final, e Ganhos Médios de Peso durante o Período Experimental de 376 dias.

Fonte: Sousa et al. (1987)

ÉPOCA DE SUPLEMENTAÇÃO MINERAL

Um importante aspecto da suplementação mineral para gado de corte é a época do ano. Durante a época em que existem boas pastagens ou quando existe energia e proteína em quantidades suficientes, o animal tem condições de ganhar peso, crescer, desenvolver-se ou exercer qualquer função produtiva e reprodutiva. É nesta época que os animais necessitam da maior quantidade de minerais. Durante a época de escassez de forragem ou quando ocorre a queda da qualidade das pastagens, os animais normalmente perdem peso, nesta ocasião o efeito da suplementação mineral é muito pequeno, principalmente aquele referente ao fósforo, sendo algumas vezes de baixa economicidade (Costa et al. 1982).

Em trabalho de pesquisa realizado durante dois anos por Sousa (1985a), com novilhos castrados, nos períodos em que os animais perderam peso, devido à baixa qualidade das pastagens, a suplementação mineral com fósforo foi antieconômica. Tanto os animais que receberam suplementação com fósforo como os que não receberam, perderam peso (Quadro 6). No primeiro período chuvoso, de 26/10/78 a 24/04/79, animais de todos os tratamentos ganharam peso, embora o tratamento A (sem minerais) tenha ganhado apenas 62,70 kg, enquanto que aqueles dos tratamentos B (NaCl), C (NaCl + P) e D (NaCl + P + Micro) ganharam 81,20; 95,62 e 93,25 kg, respectivamente. No período seco de 24/04/79 a 07/08/79, todos os animais perderam peso, inclusive aqueles que recebiam uma suplementação com macro e microelementos na

mistura mineral. Caso a suplementação mineral por si só evitasse perda de peso, os animais dos tratamentos C e D teriam se comportado de outra maneira, isto é, não teriam perdido peso. No segundo período chuvoso de 07/08/79 a 07/05/80, todos os tratamentos voltaram a ganhar peso e no segundo período seco, novamente houve perda de peso em todos os tratamentos, como pode ser visto no Quadro 6. Estes resultados ilustram o efeito da economicidade da suplementação mineral nos períodos em que existem energia e proteína disponível à alimentação animal. Deve-se observar que o referido trabalho foi realizado com machos castrados, onde o enfoque era apenas o ganho de peso. Se o trabalho tivesse sido realizado com fêmeas em gestação ou em lactação e os enfoques fossem os parâmetros reprodutivos, possivelmente os resultados tivessem sido diferentes.

Durante a gestação e principalmente na lactação, grandes quantidades de minerais (cálcio, fósforo, magnésio etc.) são requeridos, para formação do feto e produção de leite. Assim sendo, não é recomendável a retirada da suplementação mineral para fêmeas em gestação ou em lactação, a não ser que pesquisas futuras mostrem um comportamento semelhante aos dos machos castrados descrito anteriormente.

Por conseguinte, baseado nas informações disponíveis, nacionais e internacionais, aconselha-se aos pecuaristas a não economizarem sais minerais no período de boas pastagens e se por qualquer motivo houver necessidade de redução do fornecimento de minerais aos animais, que seja feito no período seco,

Quadro 6. Ganho médio de peso por animal, em kg, durante os diversos períodos experimentais de chuva e de seca.

Épocas	Tratamentos			
	A Sem minerais	B NaCl	C NaCl + P	D NaCl + P + Micro
Chuva I (26.10.78 a 24.04.79)	62,70	81,20	95,62	93,25
Seca I (24.04.79 a 07.08.79)	- 4,15	- 15,10	- 8,36	- 11,15
Chuva II (07.08.79 a 07.05.80)	136,27	157,77	155,61	144,80
Seca II (07.05.80 a 09.09.80)	- 22,53	- 20,10	- 19,78	- 18,70

Fonte: Sousa et al. (1985 a)

quando cai a qualidade das pastagens e normalmente os animais perdem peso, mas nunca nos períodos em que as pastagens são abundantes e de boa qualidade.

De modo geral, nota-se uma redução no consumo das misturas minerais durante os períodos de pouca disponibilidade de pastagem e no caso de alguns minerais considerados isoladamente, para novilho de engorda, como o fósforo, o efeito é muito pequeno quando falta energia e proteína. Se houver energia e proteína disponível o ano todo, os criadores devem permanecer com a suplementação mineral do rebanho ininterruptamente. Maiores detalhes sobre época de suplementação mineral poderão ser vistas em Sousa et al. (1985b) e Van Niekerk & Serrão (1976). Os Quadros 7 e 8 mostram os efeitos das épocas nas concentrações de minerais nas forrageiras e no tecido animal.

Observa-se no Quadro 7 que na estação seca, em que normalmente as forrageiras amadurecem e secam,

a composição química das pastagens quase sempre é alterada. A diferença estacional foi altamente significativa ($P < 0,01$). A grande porcentagem de Ca na época da seca, 0,64 contra 0,34 na época chuvosa, é provavelmente consequência da baixa mobilidade do cálcio nos tecidos das plantas. O cálcio é relativamente imóvel e aumenta nos tecidos velhos dos órgãos das plantas. Entretanto, mesmo na época das águas não houve deficiência de Ca para os animais em pastejo (Sousa et al. 1979).

Nos tecidos ósseos, as análises de variância não mostraram diferenças estatísticas ($P > 0,05$) para porcentagem de cálcio, entre as épocas seca e chuvosa. Como não houve deficiência de cálcio nas forrageiras, já eram esperados níveis adequados no tecido animal (Quadro 7).

No Quadro 8 observa-se que a variação dos níveis de fósforo nas forrageiras, relacionada com a época do ano, provoca variações estatisticamente significativas

Estação	% de Ca nas forrageiras			% de Ca no osso		
	N	Média	DP	N	Média	DP
Seca	217	0,67 ±	0,30	36	37,7 ±	2,5
Chuva	139	0,34 ±	0,22	36	37,6 ±	2,7

Quadro 7

Níveis de cálcio nas forrageiras e em tecido ósseo, de acordo com a estação do ano

Fonte: Sousa et al. (1979)

Estação	% de P nas forrageiras			% de P no osso		
	N	Média	DP	N	Média	DP
Seca	217	0,08 ±	0,07	36	15,5 ±	0,6
Chuva	139	0,20 ±	0,07	36	15,0 ±	0,7

Quadro 8

Níveis de fósforo nas forrageiras e em tecido ósseo, de acordo com a estação do ano.

Fonte: Sousa et al. (1979)

($P < 0,01$). A média mais alta, 0,20 por cento de P, foi observada na época chuvosa, durante a época seca observou-se apenas 0,08 por cento. Esta diferença é atribuída provavelmente a maturidade das pastagens e ao deslocamento do fósforo da parte aérea da planta para as sementes, raízes e, em alguns casos, para o solo. Isto mostra que o fósforo é muito móvel; muda-se dos tecidos velhos para os novos, provocando, com o aumento da idade da planta, um decréscimo da concentração de fósforo. A quantidade de fósforo encontrada nas forrageiras durante a época chuvosa é suficiente para exigências nutricionais de vacas não lactantes e suprir 71 por cento das mesmas exigências de vacas em lactação. Mas durante a época seca, o fósforo supre apenas 28 e 44 por cento das necessidades nutricionais de vacas lactantes e não lactantes, respectivamente. Entretanto, pesquisas recentes mostram que, em condições tropicais, a suplementação com fósforo tem alcançado respostas mais importantes, principalmente durante a época chuvosa ou de boas pastagens. Este fenômeno baseia-se no fato de que,

durante a época da seca, proteína e energia são mais limitantes do que fósforo (Sousa et al. 1985 a, b).

O Quadro 8 mostra ainda que a variação de fósforo no tecido ósseo revela diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,01$), entre as épocas seca e chuvosa. A média mais alta de fósforo nos ossos (15,5%) durante a época da seca, quando as forrageiras apresentavam a média mais baixa (0,08) deste elemento, vem demonstrar que a suplementação de fósforo para animais em crescimento e vacas lactantes, torna-se quase sempre menos importante na época seca, quando em geral os animais estão perdendo peso, pois, nesta época, proteína e energia são mais limitantes do que fósforo. Na época das águas, quando as forrageiras apresentavam 0,20 por cento de fósforo, o tecido ósseo mostrava apenas 15,0%, o que indica uma maior necessidade deste mineral na época das águas, quando os animais estão crescendo, ganhando peso, em lactação ou em reprodução. Entretanto, nas épocas seca e chuvosa os níveis de fósforo no tecido ósseo foram baixos.

VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MINERAL NAS FORRAGEIRAS

Entre os fatores mais importantes na variação de concentração de minerais nas forrageiras, destacam-se os seguintes: idade da planta, diferença entre espécies e variedades, tipo de solo, adubação, estação do ano etc. (Gomide 1976). Nitrogênio, fósforo e potássio são muito móveis nos tecidos das plantas, translocando-se das partes mais velhas para as mais novas. Outros elementos como cálcio, magnésio, zinco e ferro são quase imóveis, portanto, aumentam no tecido vegetal à medida que a planta envelhece. Assim sendo, pode-se afirmar que os tecidos novos das plantas têm relativamente mais fósforo e menos cálcio, enquanto os tecidos mais velhos apresentam mais cálcio e menos fósforo.

Os dados do Quadro 9 mostram a composição mineral média de várias espécies de gramíneas tropicais coletadas em pastagens de diferentes regiões do Brasil. As amostras foram coletadas nas épocas de inverno (época seca) e de verão (época chuvosa), os dados representam a média das duas coletas. Observa-se ainda a grande variação existente entre as diversas espécies estudadas (Sousa 1986).

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE BOVINOS

Embora cálculos precisos das exigências nutricionais de minerais nas várias condições e nas diversas categorias animais não sejam ainda conhecidos, existem dados suficientes para se traçar recomendações dietéticas gerais (Conrad et al. 1985).

Quadro 9. Composição mineral média de algumas espécies forrageiras mais comuns coletadas em diferentes regiões do Brasil*

Elemento	B. decumbens ^b (90) [*]	Colonião ^c (212)	Jaraguá ^c (92)	Gordura ^c (23)	Axonopus ^d sp. (111)	Trachypogon ^d sp. (82)
Ca %	0,209	0,58	0,59	0,22	0,144	0,116
P %	0,089	0,15	0,09	0,07	0,067	0,052
Mg %	0,168	0,28	0,19	0,15	0,140	0,093
K %	0,594	1,58	0,75	1,00	0,346	0,252
Na ppm	53	141	113	114	50	46
Fe ppm	261	154	281	487	125	95
Mn ppm	151	174	106	126	109	89
Zn ppm	4,2	31	23	21	3,7	3,3
Mo ppm	0,50 [*]	2,1	2,2	0,1	0,55 [*]	0,50 [*]
Cu ppm	2,9	4,2	2,2	4,5	2,2	1,6
Co ppm	0,02 [*]	0,09	0,17	0,09	0,10	0,09

* Amostras coletadas em pastagens nas épocas seca e chuvosa.

^b Amostras coletadas em Mato Grosso do Sul.

^c Amostras coletadas em Mato Grosso.

^d Amostras coletadas no Território Federal de Roraima.

* Foram realizadas 24 e 16 observações para *Axonopus sp.* e *Trachypogon sp.*, respectivamente. Amostras coletadas no Território Federal de Roraima.

* Os números entre parênteses representam o número de observações.

Os requerimentos nutricionais publicados pelo National Research Council (NRC) deveriam ser usados somente como guia, uma vez que as necessidades individuais podem diferir das médias. Reconhece-se ainda que a maioria das exigências não foram estabelecidas para o gado zebu em para as condições tropicais. Com a introdução de cruzamentos e raças exóticas de gado, a taxa de crescimento dos bezerros tem aumentado, com um conseqüente aumento nas exigências nutricionais de minerais (Conrad et al. 1985).

As exigências nutricionais de bovinos, geralmente, são expressas em g/dia, g/kg de leite produzido, g/kg de ganho de peso e mg/kg de matéria seca da dieta (ppm). Qualquer destas unidades pode ser utilizada, sendo que normalmente usa-se a porcentagem da matéria seca da dieta, ou também ppm da dieta, isto é, mg do mineral por kg de matéria seca da dieta.

As exigências de minerais são afetadas pela espécie animal, raça, intensidade ou taxa de produção, condições de meio ambiente, idade, etc... No Brasil usa-se quase sempre as tabelas de exigências publicadas pelo NRC e pelo Agricultural Research Council.

Quadro 10. mostra os níveis de minerais para bovinos de corte, de acordo com o NRC (1976, 1980 e 1984).

FONTES DE MINERAIS

O valor nutritivo das fontes de minerais usados na alimentação de bovinos, quer estejam nas formas inorgânicas quer nos alimentos naturais podem variar quanto à sua qualidade. Grandes quantidades de fontes inorgânicas de nutrientes minerais encontram-se atualmente no mercado para uso em misturas minerais e rações balanceadas.

Entre os diversos critérios existentes para se avaliar uma fonte de mineral, destaca-se o valor biológico. No valor biológico deve-se considerar que em muitas das suas formas, as fontes de minerais podem variar quanto ao valor nutritivo. Por exemplo, 1 kg de fósforo de duas fontes diversas pode conter quantidades

diferentes de fósforo assimilável e terem valores desiguais na utilização pelo organismo animal (Sousa 1983 b).

O Quadro 11 mostra as principais fontes de minerais usados na preparação dos suplementos minerais de bovinos. Na escolha das fontes de minerais é altamente recomendável o uso das tabelas de valor biológico publicadas por Himenez (1980 a, b) e citadas também por Sousa (1983 b).

MISTURAS MINERAIS PARA BOVINOS

Na formulação das misturas minerais deve ser considerada a categoria animal a ser suplementada, tipo de dieta e as exigências nutricionais dos bovinos (Quadro 10). No exemplo que será desenvolvido, o animal escolhido foi uma vaca seca pesando aproximadamente 450 kg de peso vivo, isto é, uma unidade animal. Para facilitar os cálculos será admitido que essa vaca consuma na dieta 10 kg de matéria seca/dia, isto é, cerca de 2,2 por cento do peso vivo.

Os macroelementos cálcio, fósforo e magnésio são exigidos em maiores quantidades, principalmente pelas vacas paridas ou no terço final da gestação. As necessidades de cálcio para manutenção são cerca de 1,6 g/100 kg de peso vivo e para lactação 2,7 g/kg de leite, baseando-se no fato de que 1 kg de leite contém, em média, 1,23 g de Ca. A disponibilidade de cálcio é estimada em 45 por cento. A exigência de fósforo para manutenção é de 1,6 g/100 kg de peso vivo e para lactação 1,8 g/kg de leite, baseando-se no fato de que 1 kg de leite contém, em média, 1,0 g de fósforo. Estima-se que a disponibilidade do fósforo seja de, aproximadamente, 55 por cento. A necessidade de magnésio para manutenção de uma unidade animal é cerca de 2,9 g/100 kg de peso vivo e para lactação 0,7 g/kg de leite. Cada kg de leite contém, em média, 0,10 g de magnésio, mas a disponibilidade deste mineral na dieta é cerca de 17 por cento (varia de 7 a 33%, segundo Blaxter & McGill 1956). Os demais elementos não apresentam variações economicamente significativas nas exigências minerais ao serem fornecidos para vacas secas ou paridas.

Quadro 10. Exigências nutricionais de minerais para bovinos de corte (valores expressos em matéria seca da dieta), admitindo-se um consumo de 10 kg de matéria seca por dia¹

Mineral	Níveis na dieta		Valor máximo tolerável ³
	Valor sugerido	Varição ²	
Valores em porcentagem da matéria seca da dieta			
Cálcio	0,18 ²	0,16 - 0,58	2,00
Fósforo	0,18 ²	0,17 - 0,39	1,00
Sódio	0,08	0,06 - 0,10	10,00 ^b
Cloro ^c	-	-	-
Magnésio	0,10	0,05 - 0,25	0,40
Potássio	0,65	0,5 - 0,7	3,00
Enxofre	0,10	0,08 - 0,15	0,40
ppm ou mg/kg na matéria seca da dieta			
Ferro, ppm	50	50 - 100	1000
Manganês, ppm	40	20 - 50	1000
Cobre, ppm	8	4 - 10	115
Zinco, ppm	30	20 - 40	500
Cobalto, ppm	0,10	0,07 - 0,11	5
Iodo, ppm	0,5	0,20 - 2,0	50
Selênio, ppm	0,20	0,05 - 0,30	2
Molibdênio, ppm	-	-	6

¹ NRC (1984)

² NRC (1976)

³ NRC (1980)

^a A faixa de variação na qual os requisitos são provavelmente atendidos, considera-se que as necessidades da maioria dos minerais são afetados por uma variedade de fatores da dieta e do animal (peso vivo, sexo, taxa de ganho).

^b 10% de cloreto de sódio.

^c Os requisitos de cloro serão atendidos pelo fornecimento de cloreto de sódio.

Quadro 11. Fontes de minerais para bovinos

Elemento	Nome do Produto	Fórmula	% do Elemento		Forma Física do Produto
			Cl	P	
Cálcio e Fósforo	Fosfato dicálcico	CaHPO ₄ .2H ₂ O	23,3	18,0	Cristais brancos
	Farinha de ossos autoclavada	Ca ₃ (PO ₄) ₂ .CaX	30,1	14,5	Farinha
	Fosfato de rocha desfluorado	Ca ₃ (PO ₄) ₂ .CaX	29,2	13,3	Pó ligeiramente solúvel
	Carbonato de cálcio	CaCO ₃	40,0	-	Pó branco
	Calcário calcítico	CaCO ₃	38,5	-	Pó insolúvel
	Calcário dolomítico	CaCO ₃ .MgCO ₃	22,3	-	Pó insolúvel
	Farinha de ostras	CaCO ₃ .CaX	38,0	-	Granulada
	Fosfato dibásico de amônio	(NH ₄) ₂ HPO ₄	-	23,5	Cristais brancos
Cloro e Sódio	Cloreto de sódio	NaCl	Cl	Na	Cristais brancos
			60	37	
Cobalto	Carbonato de cobalto Cloreto de cobalto Sulfato de cobalto	CoCO ₃ CoCl ₂ .6H ₂ O CoSO ₄ .7H ₂ O	Co		Cristais vermelhos Cristais vermelho-escuros Cristais vermelhos
			49,5		
			24,7		
Iodo	Iodato de cálcio Iodato de potássio	Ca(IO ₃) ₂ KIO ₃	I		Cristais brancos Cristais brancos
			62,0	59,0	
Manganês	Carbonato de manganês Sulfato de manganês	MnCO ₃ MnSO ₄ .H ₂ O	Mn		Pó avermelhado Cristais avermelhados
			47,8	32,5	
Cobre	Cloreto cúprico Óxido cúprico Sulfato cúprico	CuCl ₂ .2H ₂ O CuO CuSO ₄ .5H ₂ O	Cu		Cristais verdes Pó preto Cristais azuis
			37,2	80,0	
			25,5		
Ferro	Sulfato ferroso anidro Carbonato ferroso	FeSO ₄ FeCO ₃ .H ₂ O	Fe		Pó solúvel Pó ligeiramente solúvel, amorpho
			36,7	41,7	
Zinco	Sulfato de zinco Óxido de zinco	ZnSO ₄ .7H ₂ O ZnO	Zn		Cristais brancos Pó branco
			22,7	80,3	
Magnésio	Óxido de magnésio Sulfato de magnésio	MgO MgSO ₄ .7H ₂ O	Mg		Pó branco Cristais brancos
			60,3	9,9	
Enxofre	Enxofre em pó	S	S		Pó amarelo
Selênio	Selenito de Sódio	Na ₂ SeO ₃	Se		Cristais brancos
			45		

Fonte: Campos, 1980.

A unidade utilizada no cálculo das fórmulas minerais é sempre o ppm (parte por milhão). Os macroelementos são quase sempre expressos em porcentagem, tornando-se necessária a mudança para ppm. Sabe-se que um por cento é equivalente a 10.000 ppm, pois:

$$1\% = \frac{1}{100} = \frac{10}{1.000} = \frac{10.000}{1.000.000} = 10.000 \text{ partes por milhão (ppm)}$$

Portanto, para passar de porcentagem para ppm, basta multiplicar por 10.000. Exemplo: se a análise de uma forrageira ou de uma dieta qualquer indicar 0,16 por cento de fósforo, o valor equivale a 1600 ppm desse elemento. Por outro lado, para se passar de ppm para porcentagem divide-se por 10.000.

Uma das partes mais importantes no cálculo de uma mistura mineral são os níveis de suplementação utilizados, ou a quantidade de cada mineral a ser oferecido por unidade animal. Supondo-se que as análises das forrageiras de uma fazenda de gado de corte indique: fósforo 0,13 por cento; cálcio 0,20 por cento; zinco 5 ppm; cobre 2 ppm; cobalto 0,01 ppm; iodo 0,02 ppm; ferro 350 ppm; manganês 60 ppm; magnésio 0,085 por cento; potássio 0,92 por cento; enxofre 0,09 por cento; selênio 0,01 ppm e sódio 0,005 por cento e que ainda tenha sido verificado através de biópsias de fígado (segundo Chapman Jr. 1963), feitas em vacas em lactação e em animais de sobreano, que os níveis hepáticos de zinco, cobre, cobalto e manganês estavam abaixo dos teores considerados adequados. Além disto, as análises de biópsias de osso, segundo metodologia publicada por Little (1972), revelaram baixa porcentagem de cinza indicando uma mineralização óssea deficiente, com dosagens de cálcio, fósforo e magnésio na cinza óssea confirmando níveis deficientes nestes minerais. Considerando-se ainda, que a fórmula mineral será calculada com base apenas nas exigências mínimas do NRC (1976 e 1984), deve-se somente completar os níveis daqueles elementos deficientes na dieta dos animais. Entretanto, muitos nutricionistas usam valores mais altos de minerais em condições práticas, que podem ser considerados como valores permitidos na dieta, em vez de exigências mínimas.

Estes níveis suplementares considerados, muitas vezes são ainda alterados para mais ou para menos, dependendo de uma série de fatores, dentre eles a categoria animal (vacas em lactação, bois de engorda, vacas leiteiras, vacas boiadeiras etc.) e as interrelações existentes entre diversos minerais, muitas delas imperfeitamente conhecidas. A suplementação de cálcio, fósforo, magnésio e enxofre, normalmente é feita seguindo-se as exigências mínimas do NRC (1976 ou 1984). Entretanto, quando o sódio é fornecido "ad libitum", os animais podem consumir mais sódio do que 600 ppm da matéria seca da dieta. O NRC (1970) recomenda um por cento (10000 ppm) de sódio na matéria seca da dieta, esta quantidade parece ser mais indicada quando o consumo é feito "ad libitum". Nos cálculos práticos das misturas minerais serão consideradas as exigências de sódio do NRC (1970).

Sabe-se que o sal comum (cloreto de sódio) é o ingrediente que mais limita o consumo de uma mistura mineral, isto é, quanto maior for a porcentagem de cloreto de sódio, menor será o consumo da mistura mineral pelos bovinos. O cloreto de sódio será usado no cálculo das misturas minerais também como ingrediente regulador do consumo desta mistura.

Os microelementos ferro e manganês são geralmente usados nos mesmos níveis indicados pelo NRC (1984), entretanto zinco, cobre, cobalto, iodo e selênio, na prática de formulação das misturas minerais são geralmente usados em níveis mais elevados.

ONRC (1984) recomenda para bovinos de corte de 20 a 40 ppm de Zn, entretanto é comum o uso de 50 ppm do elemento no cálculo de misturas minerais. Com respeito ao cobre, o recomendado para gado de corte são oito ppm, entretanto é comum os nutricionistas usarem mais de oito ppm, dependendo, principalmente, de níveis elevados de molibdênio. O cobalto e o iodo são recomendados pelo NRC (1984) na proporção de 0,07 a 0,11 ppm, entretanto, a maioria dos nutricionistas brasileiros usam concentrações superiores a 0,40 ppm, tanto de cobalto como de iodo. O selênio é um mineral ainda pouco usado nas misturas minerais para bovinos, o NRC (1984) recomenda 0,05 a 0,30 ppm da dieta.

As forrageiras da fazenda considerada anteriormente tinham 0,13 por cento de fósforo (1300 ppm). Como a exigência mínima é 0,18 por cento ou 1800 ppm, nota-se que será necessário o fornecimento de 0,05 por cento ou 500 ppm de fósforo (Quadro 10). Assim se

deve proceder também com todos os demais elementos da mistura mineral. O nutricionista poderá usar os níveis preconizados pelo NRC (1970), NRC (1976), NRC (1984) ou os níveis permitidos e usados em diversas misturas minerais (Quadro 12).

Quadro 12. Minerais, fontes e níveis de suplementação necessário para completar a dieta conforme análise de laboratório considerando-se níveis permitidos

Elemento	Nível de suplementação em ppm	Fonte de elemento*
Fósforo	500	Fosfato bicálcio
Magnésio	150	Óxido de magnésio
Zinco	25	Óxido de zinco
Cobre	6	Sulfato de cobre
Cobalto	0,4	Sulfato de cobalto
Iodo **	0,4	Iodato de potássio
Manganês **	10	Sulfato de manganês
Enxofre	100	Enxofre em pó
Selênio **	0,2	Selenito de sódio
Sódio	1000	Cloreto de sódio

* O teor de cada elemento na fonte que o fornece poderá ser verificado no Quadro 11.

** Iodo e selênio foram adicionados à mistura mineral devido ao histórico de deficiência na propriedade. Devido aos baixos índices de manganês encontrados nas análises de biópsia de fígado, embora a dieta indique quantidades suficientes, este mineral deverá ser adicionado à mistura.

Será feita a seguir, como exemplo, uma mistura mineral para um bovino que represente uma unidade animal. Este animal padrão será representado por uma vaca seca, com 450 kg de peso vivo, que consuma 10 kg de matéria seca/dia. Neste ponto, vale ressaltar que as vacas de corte das raças zebuínas, normalmente, pesam menos de 450 kg e nem sempre consomem 10

kg de matéria seca/dia, entretanto sabe-se que o consumo de um bovino geralmente é proporcional ao seu peso vivo, assim sendo, quando se calcula uma mistura mineral para uma unidade animal. Essa mistura poderá ser fornecida aos bovinos de todas as categorias e os consumos poderão ser estimados de acordo com o peso vivo médio dos animais.

- Cálculo do fósforo

Fosfato bicálcico = 18% de fósforo
 ppm = mg/kg
 500 ppm de fósforo = 500 mg de fósforo/kg de
 matéria seca da dieta.
 = 5000 mg de fósforo/10 kg de
 matéria seca da dieta.
 = 5 g de fósforo/animal de
 450 kg de peso vivo.

100 g de fosfato bicálcico — 18 g de fósforo
 x — 5 g de fósforo

x = 27,778 g de fosfato bicálcico (Quadro 13)

- Cálculo do magnésio

Óxido de magnésio = 60,3% de magnésio
 150 ppm de magnésio = 150 mg de magnésio/kg
 de matéria seca da dieta
 = 1500 mg de magnésio/
 10 kg de matéria seca
 da dieta
 = 1,5 g de magnésio/
 animal de 450 kg de
 peso vivo

100 g de óxido de
 magnésio — 60,3 g de magnésio
 x — 1,5 g de magnésio

x = 2,487 g de óxido de magnésio (Quadro 13).

- Cálculo do zinco

Óxido de zinco = 80,3% de zinco
 25 ppm de zinco = 25 mg de zinco/kg de matéria
 seca da dieta
 = 250 mg de zinco/10 kg de
 matéria seca da dieta
 = 0,25 g de zinco/animal de 450
 kg de peso vivo

100 g de óxido de zinco — 80,3 g de zinco
 x — 0,25 g de zinco

x = 0,311 g de óxido de zinco (Quadro 13)

- Cálculo do cobre

Sulfato de cobre = 25,5 % de cobre
 6 ppm de cobre = 6 mg de cobre/kg de matéria
 seca da dieta
 = 60 mg de cobre/10 kg de matéria
 seca da dieta
 = 0,06 g de cobre/animal de 450 kg
 de peso vivo

100 g de sulfato de cobre — 25,5 g de cobre
 x — 0,06 g de cobre

x = 0,235 g de sulfato de cobre (Quadro 13).

- Cálculo do cobalto

Sulfato de cobalto = 24,8% de cobalto
 0,4 ppm de cobalto = 0,4 mg de cobalto/kg de
 matéria seca da dieta
 = 4 mg de cobalto/10 kg de
 matéria seca da dieta
 = 0,004 g de cobalto/animal
 de 450 kg de peso vivo

100 g de sulfato de cobalto — 24,8 g de cobalto
 x — 0,004 g de cobalto

x = 0,016 g de sulfato de cobalto (Quadro 13).

- Cálculo do iodo

Iodato de potássio = 59% de iodo
 0,4 ppm de iodo = 0,4 mg de iodo/kg de matéria
 seca da dieta
 = 4 mg de iodo/10 kg de matéria
 seca da dieta
 = 0,004 g de iodo/animal de 450
 kg de peso vivo

100 g de iodato de potássio — 59 g de iodo
 x — 0,004 g de iodo

x = 0,007 g de iodato de potássio (Quadro 13).

- Cálculo do manganês

Sulfato de manganês = 32,5% de manganês
 10 ppm de manganês = 10 mg de manganês/kg de
 matéria seca da dieta
 = 100 mg de manganês/10
 kg de matéria seca da
 dieta
 = 0,1 g de manganês/animal
 de 450 kg de peso vivo

100 g de sulfato de
 manganês _____ 32,5 g de manganês
 x _____ 0,1 g de manganês

x = 0,308 g de sulfato de manganês (Quadro 13)

- Cálculo de enxofre

Enxofre em pó = 96% de enxofre
 100 ppm de enxofre = 100 mg de enxofre/kg de
 matéria seca da dieta
 = 1000 mg de enxofre/10 kg
 de matéria seca da dieta
 = 1 g de enxofre/animal de
 450 kg de peso vivo

100 g de enxofre em pó _____ 96 g de enxofre
 x _____ 1 g de enxofre

x = 1,042 g de enxofre em pó (Quadro 13).

- Cálculo do selênio

Selenito de sódio = 45% de selênio
 0,2 ppm de selênio = 0,2 mg de selênio/kg de
 matéria seca da dieta
 = 2 mg de selênio/10 kg de
 matéria seca da dieta
 = 0,002 g de selênio/animal de
 450 kg de peso vivo

100 g de selenito de sódio _____ 45 g de selênio
 x _____ 0,002 g de selênio

x = 0,004 g de selenito de sódio (Quadro 13).

- Cálculo de sódio

Cloreto de sódio = 37% de sódio
 1000 ppm de sódio = 1000 mg de sódio/kg de
 matéria seca da dieta
 = 10000 mg de sódio/10 kg de
 matéria seca da dieta
 = 10 g de sódio/animal de 450
 kg de peso vivo

100 g de cloreto de sódio _____ 37 g de sódio
 x _____ 10 g de sódio

x = 27,027 g de cloreto de sódio (Quadro 13)

Para tornar mais fácil o preparo da mistura mineral,
 passa-se a coluna de consumo/unidade animal/dia
 para porcentagem.

- Fosfato bicálcico

27,778 g _____ 59,215 g de mistura
 x _____ 100 g de mistura

x = 46,910 de fosfato bicálcico (Quadro 13).

- Óxido de magnésio

2,487 g _____ 59,215 g de mistura
 x _____ 100 g de mistura

x = 4,200 g de óxido de magnésio (Quadro 13).

- Óxido de zinco

0,311 g _____ 59,215 g de mistura
 x _____ 100 g de mistura

x = 0,525 g de óxido de zinco (Quadro 13)

Desta maneira todas as fontes que compõem a
 mistura mineral passam a ser expressas em
 porcentagem, tornando mais fácil e compreensível
 sua preparação.

Os dados do Quadro 13 mostram o provável consumo/unidade animal/dia. O bovino, ao ingerir 59,215 g de mistura, consome 10 g de sódio (aproximadamente 27 g de cloreto de sódio) e normalmente perde o apetite pela mistura mineral. Assim sendo, é interessante que todos os elementos da mistura mineral estejam bem misturados com o cloreto de sódio, para que o consumo seja semelhante ou próximo do previamente calculado.

Quando os animais estão exercendo funções produtivas (produzindo leite, ganhando peso etc.) é comum um aumento de consumo na mistura mineral. Por outro lado, quando os animais estão perdendo peso poderá haver redução na ingestão da mistura. O consumo, portanto, é um guia para estimativa da

ingestão da mistura mineral oferecida, mas poderá haver variações para mais ou para menos, de acordo com a dieta do animal e suas funções produtivas.

Em regiões onde a água é salobra, geralmente, o consumo da mistura mineral ou do sal comum poderá diminuir devido, principalmente, à ingestão do sódio contido na água de beber. Em estudo realizado por Brum & Sousa (1985) na região de lagoas salobras do pantanal matogrossense, os autores verificaram que vacas experimentais ingeriam aproximadamente 26 litros de água por dia. A quantidade de sódio contido nos 26 litros de água salobra ingerida era suficiente para suprir aproximadamente 210 por cento das necessidades nutricionais de sódio. Para suprir 100 por cento destas necessidades bastariam 12,40

Quadro 13. Mistura mineral calculada, fontes de minerais, consumo por unidade animal/dia e porcentagem dos ingredientes

Fonte	Cons./UA/dia	%
Fosfato bicálcico	27,778 g	46,910
Óxido de magnésio	2,487 g	4,200
Óxido de zinco	0,311 g	0,525
Sulfato de cobre	0,235 g	0,397
Sulfato de cobalto	0,016 g	0,027
Iodato de potássio	0,007 g	0,012
Sulfato de manganês	0,308 g	0,520
Enxofre em pó	1,042 g	1,760
Selenito de sódio	0,004 g	0,007
Cloreto de sódio	27,027 g	45,642
Total	59,215 g	100,000

litros por dia. Nestas regiões recomenda-se análise de sódio das águas de beber e redução do cloreto de sódio nas misturas minerais. Muitas vezes torna-se necessário o uso de palatilizantes para aumentar o consumo da mistura.

Existem várias maneiras de se palatibilizar as misturas minerais. Uma delas é através da inclusão de um a quatro por cento de melão em pó. Usa-se também fubá de milho na proporção de quatro a oito por cento. As misturas minerais com farinha de osso autoclavadas, tornam-se mais palatáveis, principalmente por causa dos 10 a 20 por cento de proteína geralmente nelas contidas. Entretanto, essas misturas quando não são distribuídas em cochos cobertos, podem molhar em épocas de chuvas e, se houver putrefação, poderá haver rejeição, parcial ou total, pelos bovinos.

Em misturas minerais feitas com fosfato bicálcico, fosfato de amônia, fosfato desfluorado, farinha de osso calcinada e outras fontes de fósforo, o cloreto de sódio funciona, normalmente, como palatilizante, regulando o consumo, não sendo portanto necessária nenhuma modificação no paladar, caso a região não possua águas salobras ou salgadas.

A maioria das misturas minerais brasileiras são calculadas, não em relação à dieta consumida pelos animais, mas sim em relação a gramas dos princípios ativos dos minerais por quilograma da mistura. Essa prática faz com que seja necessário completar o que falta para um quilo, com algum componente inerte, sendo muito usado o caulim. É comum as fórmulas minerais possuírem de cinco a 15 por cento de caulim, também chamado veículo ou "qsp". Embora o caulim seja inerte e não faça nenhum mal aos animais, é produto que não tem nenhum valor nutricional, aumentando as despesas com transporte, embalagem e mão-de-obra na preparação. No cálculo da mistura mineral, levando-se em consideração o consumo de matéria seca da dieta e as exigências nutricionais, torna-se desnecessário o uso de caulim ou qualquer outra substância inerte na mistura mineral. Os suplementos minerais, de maneira geral, deveriam ser também expressos em ppm da dieta animal, por

expressar de maneira mais lógica a ingestão dos princípios ativos das diversas fontes de minerais. Maiores informações sobre cálculo de misturas minerais, foram publicadas por Sousa & Rosa (1982) e Vasconcelos (1984).

LITERATURA CITADA

- AMMERMAN, C. B. & HENRY, P. R. 1979. A rational approach to dietary mineral tolerance for domestic animals. *Proc. Distillers Feed Res. Council Conf.*, 34: 3 - 52.
- BLAXTER, K. L. & MCGILL, R. F. 1956. Magnesium metabolism in cattle. *Vet. Rev. Anat.*, 2: 35 - 55.
- BRUM, P. A. R. de & SOUSA, J. C. de. 1985. Níveis de nutrientes minerais em lagoas ("baías" e "Salinas") no pantanal sul-matogrossense. *Pesq. Agropec. Bras.*, 20 (12): 1451-54.
- CAMPOS, J. 1980. Tabelas para cálculos de rações. Viçosa, MFV. 60 p.
- CHAPMAN JR., H. L.; COX, D. H.; HAINES, C. H. & DAVIS, G. K. 1963. Evaluation of the liver biopsy technique for mineral nutrition studies with beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 22 (3): 733-7.
- CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; ELLIS, G. L. & LOOSLI, J. K. 1985. Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais. Trad. por Valéria Pacheco Batista Euclides. Gainesville, Universidade da Florida, 90 p.
- COSTA, F. P.; PACHECO, J. A. de C. & ROCHA, O. 1984. Índice de preços pagos pelo pecuarista de corte de Mato Grosso do Sul (IPPC) - Descrição geral. *CNPGC Inf. Campo Grande*, 1 (1): 2.
- _____; SOUSA, J. C. de; GOMES, R. F. C.; SILVA, J. M. da & EUCLIDES, V. P. B. 1982. Avaliação econômica de alternativas de suplementação mineral de novilhos em pastagens de colônia adubada. *Pesq. Agropec. Bras.*, 17 (7): 1083-8.
- GOMIDE, J. A. 1976. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: *Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastejo*. Belo Horizonte, p. 20.
- JIMENEZ, A. A. 1980 a. Availability of trace mineral for ruminants. *Feedstuffs*, 52(51): 12.
- _____. 1980 b. Availability of minerals for ruminants. *Feedstuffs*, 52 (48) 16.
- LITTLE, D. A. 1972. Bone biopsy in cattle and sheep for studies of phosphorus status. *Aust. Vet. J.*, 48: 668.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1970. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. Nutrient requirements of beef cattle. 4. ed. Washington, National Academy of Science, 55 p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 4).
- _____. 1976. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. Nutrient requirements of beef cattle. 5. ed. Washington, National Academy of Science, 56 p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 4).
- _____. 1980. Committee on Animal Nutrition. Mineral tolerance of domestic animals. Washington, National Academy of Science, 577 p.
- _____. 1984. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. Nutrient requirements of beef cattle. 6. ed. Washington, National Academy of Science, 90 p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals).
- SOUSA, J. C. de; CONRAD, J. H.; BLUE, W. G. & McDOWELL, L. R. 1979. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 1. Cálcio e Fósforo. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 14 (4): 387-395, out.
- _____. 1981. Aspectos da suplementação mineral de bovinos de corte. Brasília, EMBRAPA-DID, 50 p. (EMBRAPA-CNPGC, Circular Técnica, 5).
- _____ & ROSA, I. V. 1982. Mineralização do rebanho de corte. *Inf. Agropec. Belo Horizonte*, 8 (89): 40-6.
- _____. 1983 b. Os minerais na alimentação dos ruminantes. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, 9 (108): 48-8.
- _____; GOMES, R. F. C.; REZENDE, A. M.; ROSA, I. V.; CARDOSO, E. G.; GOMES, A.; COSTA, F. P.; OLIVEIRA, A. R. de; COELHO NETO, L. & CURVO, J. B. E. 1983 a. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens cultivadas de capim colômbio. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 18 (3): 311-318, mar.
- _____; GOMES, R. F. C.; ROSA, I. V. & CARDOSO, E. G. 1985. Suplementação sazonal de fósforo a novilhos de corte em pastagem adubada. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 20(8): 981-90.
- _____. 1985. Formulação de misturas minerais para bovinos de corte. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 26 p. II. (EMBRAPA-CNPGC. Circular Técnica, 19).
- _____; GOMES, R. F. C.; SILVA, J. M. & EUCLIDES, V. P. B. 1985. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim-colômbio. *Pesq. Agropec. Bras.*, 20(2): 259-69.
- _____. 1986. Composição mineral de *Brachiaria* em relação a outras gramíneas. In: Encontro para Discussão sobre Capins do Gênero *Brachiaria*, Nova Odessa, 1986. Nova Odessa, IZ/Manah, p. IV/1 - IV/23.
- _____; NOGUEIRA, P. P. & CAMPOS, J. 1987. Efeito do fósforo suplementar sobre o crescimento de novilhos em pastagens de solos férteis. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24, Brasília. Anais... Brasília, SBZ, 1987. p. 144.
- VASCONCELOS, C. N. de. 1984. Informações básicas sobre suplementação mineral de bovinos de corte. Salvador, EMATER, 84 p. (Emater, Série Estudos Diversos, 14).
- Van NIEKERK, B. D. H. & SERRÃO, E. A. S. 1976. Identificação e suplementação de nutrientes limitantes de ruminantes em pastoreio. In: Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens. Belo Horizonte, UFMG, p. 334.

Lista de Participantes

ARGENTINA

Auza, Néstor
INTA - Depto. Producción Animal
7620 Balcarce

Rochinotti, Diego
Casilla de Correo 38
Mercedes (3470)
Corrientes

Verde, Luis S.
INTA
Casilla de Correo 276
7620 Balcarce

BOLIVIA

Lastra Butron, Franklin
Casilla 3518
Cochabamba

Martínez Montoya, Luís
Centro de Investigación Agrícola Tropical - CIAT
Casilla de Correo 247
Santa Cruz de la Sierra

BRASIL

Alleoni, Guilherme Fernando
Rua Heitor Penteado, 56
13460 Nova Odessa, SP

Araújo, Francisco Vieira
Ministério da Agricultura
Rua Vereador Luiz de Vasconcelos, 1718
64000 Teresina, PI

Barcelos, Wagner
AGROPLANTA Ltda.
Rua Joaquim Domeles, 748, Casa 03
79100 Campo Grande, MS

Brenner, Egydio
Caixa Postal, 33
Bonito, MS

Calarge, Michel
Cotrijuí
Rodovia Água Fria, Km 4
79150 MARACAJU, MS

Cardoso, José Luiz Alves
PETROFÉRTIL - Divisão de Pesquisa
Av. Brigadeiro Luiz Antonio, 1089
São Paulo, SP

Carneiro, Antonio Augusto
Rua José Antonio, 1123, Apto. 92
79015 Campo Grande, MS

Carneiro, Luiz Otavio Horta Barbosa
Matogrosal
Av. Coronel Anonino, 5497
79100 Campo Grande, MS

Carriconde, Milton Correa
Carbosul Ltda.
Rua Uruguai, 417
96400 Bagé, RS

Carvalho, Antonio de Jesus
Rua Antonio João, 361
79400 COXIM, MS

Cattelan, Flávio Nassif
EMPAER
Rua Marcelia, 13
Caixa Postal, 267
Naviraí MS

Cavalcanti, Cícero Cerqueira
Rua E, 126, Q. "B"
Conjunto Jacarecica, Nº 126
57000 Maceió, AL

Cazes, Ricardo Leandro
Tortuga Cia. Zootec. Agronomia
Rua Brigadeiro Faria Lima, 1904/14
01151 São Paulo, SP

Coelho, Kenneth Martins
Rua Calarge, 342
79100 Campo Grande, MS

Coelho, Maria Helena do Espirito Santo
Rua 15 de Novembro, 962/1302
79100 Campo Grande, MS

Collado, Álvaro Llamosas
Rodovia Ilhéus/Itabuna, Km 22
45600 Itabuna, BA

Crucio, Zedechias
IAGRO
Rua José Pereira da Silva, s/nº
79550 Costa Rica, MS

Chachamovitz, Nelson
Tortuga
Av. Brigadeiro Faria Lima, 1409, 14º
andar
Jardim Paulista
São Paulo, SP

Chaves, Francisco Oríbio Bastos
Av. Mr. Hull, 5354
Bairro Antonio Bezerra
60000 Fortaleza, CE

Chiarini, Eb
Caixa Postal, 1331
79001 Campo Grande, MS

Da Costa, Jaime Bom Despacho
Av. General Mello, 566
78000 Cuiabá, MT

Da Cruz, Geraldo Maria
UEPAE/São Carlos
Rodovia Washington Luis, Km 234
Caixa Postal, 239
13560 São Carlos, SP

Da Mota, Ézio Gomes
Anexo do M. A., Sala 338
70043 Brasília, DF

Da Rosa, Gete Ottoño
Caixa Postal, 154
79080 Campo Grande, MS

De Aguiar, Ailton Felini
Reichert Agropecuária Ltda.
Fazenda Campo Bom
Caixa Postal, 53
79540 Cassilândia, MS

De Almeida, Aristides Vieira
Rua Pernambuco, 111
79100 Campo Grande, MS

De Araújo, Cícero Cavalcante
Rua Miguel Palmeira, 853
Farol
57000 Maceió, AL

De Arruda, Nelson Vital Monteiro
EMPA-MT
Rua Santos Dumont, 111
78150 Varzea Grande, MT

De Carvalho, José Obereci
Ministério da Agricultura
Rua Cassilândia, 87
79100 Campo Grande, MS

De Lima, Alady Berlese
AM 010, Km 30
UEPAE/Manaus
69000 Manaus, AM

De Lucena, Francisco Pereira
Anexo do M. A., Ala Oeste, Sala 344
70043 Brasília, DF

De Moraes, Jaime Gonçalves
Rua Tiradentes, 976
79500 Paranaíba, MS

De Oliveira, João Osmar
Travessa Internacional, 18
78500 Rondonópolis, MT

De Queiroz, Haroldo Pires
Rua Nabuco de Araújo, 6512
Copamorena
79015 Campo Grande, MS

De Sousa, Júlio César
EMBRAPA/CNPQC
Caixa Postal, 154
79100 Campo Grande, MS

De Souza, Rubens Pinheiro
EMPAER
Av. Weimar Torres, 1405
79800 Dourados, MS

De Vasconcellos, Candido Nunes
Rua Djalma Ramos, 100, Apto. 802, Ed. Maison
Platine Graça
40000 Salvador, BA

Del Duca, Laudo Orestes Antunes
CNP - Ovinos
Caixa Postal, 242
96400 Bagé, RS

Do Amaral, José Luis
Av. Nações Unidas, 13797
Bloco 3, 20ª andar
São Paulo, SP

Do Nascimento, Gilberto Luiz
Rua 14 de Julho, 1944
Galeria São José, Sala 204
79100 Campo Grande, MS

Dos Santos, Manoel Ricardo Pinto
Probase - Ind. Alimentação Animal Ltda.
Av. da Saudade, 655
16600 Pirajui, SP

Duffloth, Jorge Homero
Rua João José Godinho, s/nº
Caixa Postal, 181
88550 Lages, SC

Faota, Luiz Ivo
EMATER-BA
Av. Lauro de Freitas, nº 226, Centro
45100 Vitória da Conquista, BA

Fernandes, Lauriston Bertelli
Rua Mayor Álvaro, 1537
14410 Patrocínio Paulista, Pos

Fichtner, Suzete Silveira
EMGOPA
Rua 09, nº 264, Apto. 902
Setor Oeste
74000 Goiânia, GO

Gaitan-Guzman, José Antonio
Caixa Posta, 34
79950 Naviraí, MS

Gomes, Ronaldo Frederico Corrêa
Rua Barão do Rio Branco, 2270
79100 Campo Grande, MS

Gonçalves, Eli Moraes
Rua Pedro Balduino da Silva, 428
79085 Campo Grande, MS

Gratão, Geraldo
Rua Coronel Bento, 582
Bairro Vilas Boas
79100 Campo Grande, MS

Guilhen, Celso Augusto
Av. das Bandeiras, 767
79100 Campo Grande, MS

Ishioka, Joanielson Toshio
Av. Costa e Silva, 182
79100 Campo Grande, MS

Isnard, João Baptista
Av. Pompéia, 961
05023 São Paulo, SP

Joba, Igor
Rua 15 de Novembro, 532
79100 Campo Grande, MS

Kadri, Adenam
Rua Coronel Nelson Felício dos Santos, 205
Caixa Postal, 103
79200 Aquidauana, MS

Knoop, Rainer Wilhelm
QUIMBRASIL S. A.
Av. Paulista, 1195, Apto. 106
01311 São Paulo, SP

Krüger, Eugenio
Av. Eloy Chaves, 521
79600 Três Lagoas, MS

Leitão, Maurício Humberto de Souza
PROPEC - Ind. Com. Produtos Agropecuários Ltda.
Rua Padre Camargo, 250
Caixa Postal, 727
80000 Curitiba, PR

Leite, Plínio Araujo
COOMIVALE
Rua Quatro, 513
78830 Tangará da Serra, MT

Lemos, Gilson Brígido
Agrocria Ltda.
Av. Castelo Branco, 8337
Bairro Campinas
74000 Goiânia, GO

Lemos, Paulo Sérgio Da Silva
Rua 11 de Setembro, 471
Copamorena
79100 Campo Grande, MS

Lopes, Henrique Otávio Da Silva
CPAC - EMBRAPA
Km 18 da BR 020
Caixa Postal, 70.0023
73300 Planaltina, DF

Lucas, Marcelo Juscelino
Tortuga
Av. Brigadeiro Faria Lima, 1409/14
01451 São Paulo, SP

Manzanares, Vagner
IAGRO
Passeio Colinas, nº 109
15378 Ilha Solteira, SP

Marino, Roberto Jorge
Cooperativa Central Laticínio do Estado de São Paulo
Rua Gomes Cardin, 532
Brás
03050 São Paulo, SP

Mendes, Arizoly
Rua Melvin Jones, s/nº
EMPAER - Escritório Regional
Nova Andradina, MS

Meyer, Ademar
Rodovia BR 463, Km 4
Caixa Postal, 381
79800 Dourados, MS

Monteiro, Luiz Antonio
Av. Anhanguera, 8380
Esplanada do Anicuns
Caixa Postal, 15080
74000 Goiânia, GO

Monteiro, Natal Henrique
IAGRO
Rua Marfim, 46
79025 Campo Grande, MS

Moraes, Sheila Da Silva
EMBRAPA/UAPNPSA
Antiga Rod. Rio/São Paulo, Km 47
23460 Seropédica, RJ

Nazário, Walter
Sec. Agr. Inst. Biológico/SP
Av. Conselheiro Rodrigues Alves, 1252
04014 São Paulo, SP

Nicodemo, Maria Luiza Franceschi
Rua João Samaha, 492/101
São João Batista
30000 Belo Horizonte, MG

Ochiro, Luis Antonio Norio
Fertilizantes Mitsui S.A.
Av. Paulista, 2073, 16º andar
Ed. Horsa II, Conjunto Nacional
01311 São Paulo, SP

Ongaratto, Neuza Salete Pasini
COMLEITE
Caixa Postal, 1331
79100 Campo Grande, MS

Renato Paganini
Rua Goiás, Bloco B-23, Apto. 31
79100 Campo Grande - MS

Passos, Dárcio de Almeida
Rua Jasmim, 1947
Esplanada Florestal
64000 Teresina, PI

Pedro, Orlando
Socil Pro-pecuária S.A.
Rua São Conrado, 78
79100 Campo Grande, MS

Pedro, Ricardo Albino
Rua Belizário Lima, 235
79100 Campo Grande, MS

Pinto, Fernando Augusto
Av. Costa e Silva, 182
79100 Campo Grande, MS

Pinto, Renato Leite
Caixa Postal, 544
COBRAC
16100 Araçatuba, SP

Pompeo, Mario Luiz
Rua Pedro Celestino, 62
79100 Campo Grande, MS

Pott, Edison Beno
Caixa Postal, 109
79300 Corumbá, MS

Ramos, Mauricio Vidal
Coop. Central Catarinense de Laticínios Ltda.
Estrada Geral de Espinheiros, s/nº
Caixa Postal, 316
88300 Itajaí, SC

Razzardgy, Miguel
Carboquímica
Av. Santa Marina, 381
05036 São Paulo, SP

Reis, Carlos Alberto Bastos
SAS - Edifício CEPLAC, 3º andar
Ministério da Agricultura
70000 Brasília, DF

Rezende, Acyilino Marcondes
Clínica Veterinária Matogrossul Ltda.
Rua Ceará, 1390
79040 Campo Grande, MS

Ribeiral, Luiz Antonio
DFA - DF
SQN 108, D 605
70744 Brasília, DF

Rodrigues, Avelino Guardado
Rua Brigadeiro Machado, 1120
79100 Campo Grande, MS

Rodrigues, Francisco De Assis Fonseca
Rua Goiás, 1566, Bloco A-8, Apto. 44
79100 Campo Grande, MS

Rosa, Ivan Valadao
EMBRAPA/CNPGC
Caixa postal 154
79100 Campo Grande, MS

Santana, Ruben Osvaldo Martínez
Rua 14 de Julho, 2156
79100 Campo Grande, MS

Schillings, Ernest
Rua São José, 778
Caixa Postal, 201
79750 Nova Andradina, MS

Setti, Júlio César de Albuquerque
Rua Bambu, 66, Bloco AB3, Apto. 08
Cophamorena
79100 Campo Grande, MS

Silva, Antonio Gomes
Av. Raja Gabaglia, 245
30000 Belo Horizonte, MG

Silva, Luiz Antonio Tavares
Universidade Federal do Piauí
Conj. Jupep
Stª Luzia, Bl. C - Ap. 22
64000 Teresina, PI

Silva, Renato Andreotti E
Rua João Pessoa, 632, Apto. 304
79100 Campo Grande, MS

Silva, Sebastião
Ministério da Agricultura
SQS 205, Bloco "H", Apto. 108
70235 Brasília, DF

Sousa, José Nunes
EMATER-AM
Av. André Araújo, 701
Aleixo
69000 Manaus, AM

Souza, Sinval Luz
EPABA - UEP/Paraguaçu
Caixa Postal, 023
46880 Itaberaba, BA

Sugohara, Atushi
FUEM-DZO
Av. Colombo, 3690
87100 Maringá, PR

Suñe, João F. V.
Rua Dr. Pena, 131
96400 Bagé, RS

Tokarnia, Carlos María Antonio Hubinger
EMBRAPA, Patologia Animal
Km 47 da antiga Rodovia Rio/São Paulo
23851 Seropédica, RJ

Tullio, Rymer Ramiz
UEPAE/São Carlos
Rodovia Washington Luiz, Km 234
Caixa Postal, 339
13560 São Carlos, SP

Tunes, Edson Higa
Rua Engenheiro Wendell, 192
19360 Santo Anastácio, SP

Vasconcelos, Cláudio Lemos De Melo
BSV Agropecuária Ltda.
Rua José Bonifácio, 751
16015 Araçatuba, SP

Vieira, José Gomes
SQS 404, Bloco A, Apto. 308
70238 Brasília, DF

CHILE

Siebold Schuerter, Enrique Teobaldo
INIA
Casilla 653
Osorno

Torres Hazard, Sergio Ricardo
INIA
Casilla 58 D
Temuco IX

PARAGUAY

Laneri, José Luis
PRONIEGA - MAG
Casilla de Correo 2885
Asunción

Molas Buscio, Oscar Antonio
PRONIEGA - MAG
Casilla de Correo 2885
Asunción

URUGUAY

Gastal, Edmundo
IICA/BID/PROCISUR
Andes 1365, Piso 8
Montevideo

Vizcarra Reyno, Jorge Antonio
EE La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

Guerrero Halty, Jorge
Pablo Galarza 3565, Apto. 1002
Montevideo

U.S.A.

Ammerman, C. B.
Institute of Food and Agricultural Sciences
Animal Science Department
University of Florida
Gainesville, Florida 32611

Nota del Editor

El Subprograma Bovinos desarrolló, durante la etapa de Consolidación del PROCISUR, una gran cantidad de actividades en diversas áreas temáticas, entre las que podemos destacar producción y manejo de pasturas, reproducción animal, conservación de forrajes, nutrición, manejo del ganado y suplementación mineral de bovinos, realizada en junio de 1987 en Campo Grande, MS, Brasil.

Junto a la situación de los países en lo referente a la nutrición mineral de los bovinos, se presentan otros valiosos aportes en cuanto a carencias y requerimientos minerales.

Hemos hecho un gran esfuerzo para poder brindar a nuestros lectores una adecuada presentación de los mapas, incluso ofreciendo dos excelentes originales en colores, para poder transmitir fielmente lo expresado por el autor.

Confiamos que esta nueva entrega sea de utilidad para todos los técnicos que trabajan en las áreas de nutrición y producción animal.

PROCISUR en su actual etapa de Institucionalización sigue trabajando en Bovinos, a través de dos Proyectos de Pasto a Carne y de Pasto a Leche por lo que este DIALOGO aportará informaciones que pueden ser utilizadas en las actividades que dichos Proyectos generen.

Dr. Juan P. Pulgnau
Especialista en Comunicación

Esta publicación constituye el número XXX de la Serie DIALOGO del PROCISUR, tiene un tiraje de 600 ejemplares y se terminó de imprimir en la ciudad de Montevideo, Uruguay, en el mes de enero de 1991.

Corrección: Dr. Ariel Aldrovandi

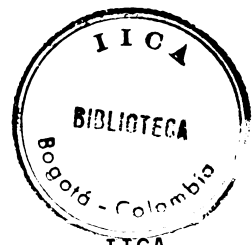
Diagramación, composición y armado: Sra. Cristina Díaz

Impresión, encuadernación y portadas: Impresora Maker SRL.

Comisión del Papel. Edición amparada al Artículo 79 de la Ley 13.349.

IICA
PROCISUR#33
DIALOGO

XXX



IICA
PROCISUR#33
DIALOGO XXX
1991

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
Andes 1365, P. 8 - Tel. 92 04 24 - Fax (598) 2 92 13 18 - Casilla de Correo 1217 - Telex IICA UY 22571