

## I. Los elementos minerales en la ganadería.

Las cenizas de los animales, y en nuestro caso particular de la ganadería, las cenizas de un bovino ó un ovino, constituyen la parte mineral de dicho animal.

Las plantas para crecer, producir y reproducirse, toman la Energía del sol y el Nitrógeno y el Carbono del aire; al suelo lo utilizan como sostén y para extraer de él las sustancias minerales que necesitan.

Los animales herbívoros, obtienen la energía necesaria para vivir de las plantas que comen y no siempre consiguen de ellas todos los minerales que necesitan. El ciclo vital se cierra cuando el animal o la planta mueren y retornan los minerales al suelo; pero cuando hay extracción de la producción, porque el hombre necesita de los alimentos, los minerales no retornan al mismo lugar y de una ú otra manera llegan al mar.

Las cenizas o minerales, son sales y óxidos de los diferentes elementos químicos. Es en base a esos elementos, que en el lenguaje de la Producción Animal, se nombra y se conoce a los minerales.

Actualmente se considera que por lo menos 25 elementos tienen acción en la vida de los animales; y de ellos hay 17 que afectan la producción de los vacunos y ovinos. Estos 17 elementos minerales se listan en el CUADRO 1.

La cantidad de cada elemento que contienen las cenizas totales de un vacuno, dan una idea de la proporción relativa en que deben ser suministrados, para mantener al ganado en buenas condiciones, y de las cantidades de minerales que salen del sistema cuando se vende un vacuno. Un novillo de 420 kg de peso vivo esta compuesto por unos 6.88 kg de Calcio; 3.4 kg de Fósforo; 230 g de Magnesio, 12 g de Zinc y unos 2 mg de Selenio, ocupando los restantes elementos minerales posiciones intermedias. La separación entre Macroelementos y Microelementos estaría en el Magnesio, siendo los Microelementos los que están por debajo del Mg.

Los Macroelementos se distribuyen en mayor proporción en los tejidos de sostén, como son los huesos. Los Microelementos, forman parte del sistema enzimático y hormonal, como por

ejemplo el Hierro es constituyente de la hemoglobina. El Calcio, Magnesio y Fósforo, forman los huesos, siendo estos la reserva ó el acumulador del Ca y P. Cuando la ingestión de alguno de ellos no es suficiente, el organismo los toma de esas reservas satisfaciendo momentáneamente los requerimientos. El Sodio y Cloro están diluidos como parte de los líquidos del animal y tienen como reserva al Rumen de las vacas y ovejas. El Potasio se encuentra en los líquidos internos de las células. El Cobre se deposita en el hígado. Hay otros elementos, como el Zinc y el Selenio, que no tienen un órgano de depósito definido ó de fácil acceso y cuando se produce una deficiencia, el organismo del animal tiene dificultades para compensar rápidamente los efectos de la carencia.

La clasificación en Macro y Micro elemento, sirve para ordenar el estudio de los mismos ya que todos los elementos son igualmente importantes, si falta uno cualquiera de ellos, la producción del animal se verá perjudicada.

**CUADRO 1** Estimación de la composición mineral de un novillo de 420 kg de peso vivo.

Símbolo	Elemento	Kg
Macroelementos		
Ca	Calcio	6.88
P	Fósforo	3.40
Na	Sodio	1.01
K	Potasio	0.88
Cl	Cloro	0.71
S	Azufre	0.63
Mg	Magnesio	0.23
Microelementos		
Fe	Hierro	0.025
Zn	Zinc	0.012
Cu	Cobre	0.0016
I	Yodo	0.00017
Mn	Manganeso	0.00013
Co	Cobalto	0.000084
Mo	Molibdeno	0.000020
Se	Selenio	0.000002
Cr	Cromo	?
Ni	Niquel	?
Fuente: N.R.C. (1996); A.R.C. (1980); Underwood (1982).		

## II. Cálculo de los requerimientos minerales del ganado.

El crecimiento, la gestación y las otras funciones vitales y productivas de los animales, necesitan de los minerales. En el ejercicio de estas funciones existe: una utilización, un deposi-

to y una excreción, de cada uno de los elementos que tienen que ser cubiertas por una adecuada ingestión o consumo de minerales, por parte del animal

### Vaca de cría

El cálculo de los requerimientos de cada nutriente se hace por el **método factorial**, determinando las cantidades del elemento que se tienen en: el ternero al nacer, en la leche que produce la vaca, en las pérdidas inevitables por heces y orina; y en las cantidades que se depositan cuando hay aumento de peso vivo del animal. A estas cantidades se las considera como pérdidas del elemento, en el balance entradas y salidas.

A manera de ejemplo y por ser uno de los elementos de mayor importancia económica se muestra en el CUADRO 2 como se estiman las necesidades diarias del elemento Fósforo, de una vaca de cría de 400 kg, según el NRC (1996).

**CUADRO 2.** Cálculo de las pérdidas diarias de Fósforo de una vaca de cría de 400 kg de peso vivo. Ternero al nacer = 30 kg. Leche = 5 litros/día. Aumento de peso vivo moderado (0.3 kg/día). Lactación durante 180 días.

Pérdida	Estimación	Fósforo
Ternero al nacer	7.6 g P/kg * 30 kg =	228 g
Leche	0.95 g P/litro * 5.0 l/día * 180 días =	855 g
Aumentos de peso vivo	4.76 g P/kg * 0.3kg /día * 180 días =	257 g
Pérdida en materia fecal y orina	0.016 g/kg * 400 kg * 180 días =	1152 g
<b>Pérdidas Totales de Fósforo</b>		<b>2492 g</b>

Las pérdidas de Fósforo serían de 2492 gramos en 180 días; ó de 13.84 g P/día. El elemento Fósforo, de acuerdo con los trabajos de distintos grupos de investigadores, tendría una absorción ó digestibilidad verdadera, del orden del 68 %; es decir que de los fosfatos que come un vacuno únicamente utilizaría el 68 %. Es por eso que para cubrir las pérdidas tendría que consumir:

$$13.84 / (68 / 100) = 20.35 \text{ g P/día.}$$

Si la vaca come una cantidad de forraje seco (MS) de un 2.5 % de su peso vivo, la ración sería de:

$$400 \text{ kg} * 2.5 / 100 = 10.0 \text{ kg MS/día.}$$

Al relacionar el consumo de Fósforo con el de MS de la ración, se tiene un 0.20 % de Fósforo en la MS de la ración, que es una medida de los requerimientos diarios de nuestra vaca de cría de 400 kg de peso vivo.

Las necesidades diarias de los otros elementos fueron estimadas, por distintos grupos de trabajo, en forma similar y con ellas se hicieron las tablas de requerimientos, de las cuales se hace una recopilación en el CUADRO 3, que se piensa resultará de utilidad.

A los requerimientos se le ha agregado los valores máximo tolerables para cada elemento, pensando más en la calidad sanitaria y comercial de los alimentos que se producen, que en la posibilidad de causar perjuicios a los animales por una falta de control en los suplementos que se utilizan.

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

Las tablas son aplicables teniendo en cuenta que los requerimientos de algunos tipos de animales, en mediciones bien controladas, fueron establecidos con anterioridad a la forma de calcularlos; y que éstas generalizan las necesidades diarias para diferentes categorías y situaciones.

Por lo general, los valores que se midieron en los ensayos controlados coincidieron, por lo menos en la tendencia, con los obtenidos por el cálculo factorial.

**CUADRO 3.** Requerimientos minerales (Normal y Rango) sugeridos y Máximos Tolerables para Bovinos para carne y Ovinos. Adaptado de: McDowell y otros (1984); NRC.(1996); Judson y McFarlane (1998). En g/100 g MS de la ración (%) y en miligramos/kg MS (ppm).

Elemento	Bovinos para carne			Ovinos		
	Normal	Rango	Máximo	Normal	Rango	Máximo
Calcio %	0.20	0.17 - 0.34	2	0.20	0.15-0.26	2
Fósforo %	0.17	0.16 - 0.23	1	0.20	0.13-0.25	1.0
Magnesio %	0.10	0.05 - 0.25	0.40	0.12	0.06-0.18	0.5
Potasio %	0.65	0.50 - 0.70	3	0.5	0.5-1.2	3.0
Sodio %	0.08	0.06 - 0.15	4	0.07	0.07-0.15	3.5
Cloro %	0.2	0.10-0.30	2.4 - 5.5	0.1	0.08-0.18	5.5
Azufre %	0.15	0.08 - 0.15	0.4	0.2	0.14-0.26	0.4
Cobalto ppm	0.10	0.07 - 0.11	5	0.11	-	10
Cobre ppm	8	4 - 10	115	5	8-25	25
Yodo ppm	0.5	0.2 - 2.0	50	0.5	0.1-0.8	50
Hierro ppm	50	50 - 100	1000	40	40-50	500
Manganeso ppm	40	20 - 50	1000	20	15 - 25	1000
Molibdeno ppm	0.1		5	0.1?	-	10
Selenio ppm	0.05	0.02 - 2.0	2	0.05	-	2
Zinc ppm	30	20 - 30	500		35 - 50	300
Níquel ppm	1	-	-	-	-	-
Cromo ppm	0.5	-	1000	-	-	-
Silicio ppm	1.7	-	-	-	-	-
Aluminio ppm	-		1000	-		1000
Arsénico ppm	-		50	-		50
Bromo ppm	-		200	-		200
Cadmio ppm	-		0.05	-		0.05
Flúor ppm	-		20 -100	-		20 -100
Plomo ppm	-		30	-		30
Mercurio ppm	-		2	-		2
Estroncio ppm	-		2000	-		2000

Máximo tolerable: .... aquel nivel en la dieta que, cuando es suministrado como alimento en un período limitado, no causa perjuicios en la producción del animal y no debe dejar residuos inseguros en los alimentos para el hombre, que se deriven de los animales .... (Ammerman, 1987); citando a NRC (1980). Mineral tolerance of domestic animals . N.A.S.- A.R.C.).

### Vacunos en recría y terminación

En los momentos actuales se está utilizando la técnica del destete precoz, para mantener altos índices de preñez en los rodeos de cría, lo que implica una especial atención en la recría de los terneros hasta que por lo menos lleguen a los 125 kg de peso vivo.

En el CUADRO 1 A del Apéndice, se muestran los requerimientos de Fósforo y Calcio por edad del ternero desde el nacimiento hasta los 320 días de edad, en condiciones de muy buena nutrición, que podrían conseguirse con los animales alimentados a corral hasta los 150 días y conti-

nuando luego en corrales ó en muy buenas y bien manejadas pasturas templadas. Los porcentajes de P y Ca son más altos que los mostrados en el CUADRO 3, y recién resultan comparables cuando se llegan a los 300 kg de peso vivo. Esto es debido a que los alimentos deben tener alta concentración de nutrientes, energéticos, proteicos y minerales. Los porcentajes de los otros minerales también son algo mayores que los dados en el rango mayor del CUADRO 3.

## III. Problemática de la alimentación mineral del ganado bovino para carne en pastoreo.

Las deficiencias minerales que más afectan la producción de los bovinos para carne en la Argentina, son las originadas por la falta de Fósforo, Sodio, Magnesio, Zinc y Selenio en las pasturas. La deficiencia de Cobre es inducida por los excesos de Molibdeno, Sulfatos ó Hierro. Los

minerales que pueden afectar a la ganadería por exceso son: el Flúor, proveniente de aguas de bebida y el Potasio en pasturas templadas que deprime la absorción del Calcio y Magnesio.

### F ó s f o r o

La deficiencia de Fósforo es la de mayor importancia económica, ya que es el elemento de mayor costo en las mezclas minerales que se formulan para corregirla.

El Fósforo es un elemento multifuncional: forma el tejido óseo constituyendo la hidroxiapatita, como fosfatos solubles actúa como buffer en el líquido ruminal, integra el sistema enzimático como ATP y ADP y mantiene el balance ácido-base y la presión osmótica. Los huesos son el depósito y la reserva de P de los animales. Cuando se produce una deficiencia de P del alimento, el P faltante es provisto por los huesos, es por eso que durante un tiempo la deficiencia no se manifiesta.

La mitad o más del P requerido por los bovinos y ovinos, se recicla por saliva. Los fosfatos de la saliva actúan como reguladores del pH ó la acidez ruminal, lo que determina el funcionamiento de los microorganismos del rumen. La absorción de P ocurre en el intestino delgado en condicio-

nes ácidas; siendo las pérdidas fecales altas, con lo que la digestibilidad verdadera de P es del orden del 60-70%. La absorción es favorecida por el sodio y perjudicada por altos niveles de hierro y aluminio por la formación de fosfatos insolubles.

En los sistemas de producción los bajos niveles en suelos condicionan tanto a la producción de forraje como a la producción animal.

En nuestro País, la región Mesopotámica se caracteriza por tener suelos muy pobres en Fósforo (menos de 5 ppm P, Bray -Kurtz) y eso se refleja en el bajo contenido del elemento en los pastizales naturales, especialmente en la Provincia de Corrientes y Norte de Entre Ríos.

En Formosa y el Domo Oriental de Santa Fe, también se han encontrado pastizales pobres en Fósforo, como se muestra en la FIGURA 2 A del Apéndice y en los promedios de los CUADROS 4 A y 5 A.

En Corrientes , en los campos donde no se suministra P, aparecen casos de vacas “chichaca”, que tienen una extrema carencia de Fósforo (ver FIGURA 1 A del Apéndice), los casos son reversibles si se desteta el ternero.

En los últimos años trabajos realizados por los laboratorios de suelos de la Región Pampeana, han señalado un aumento en el área de suelos con bajo Fósforo disponible (FIGURA 3 A). En un informe sobre la composición mineral de 325 muestras de gramíneas y leguminosas, (Vidart, 1996) utilizadas como forraje en esta Región, el 30 % de las muestras tenía menos de 0.2 % de P, como se muestra en el CUADRO 2 A . Los dos informes estarían indicando la posibilidad de que en esa zona puede manifestarse una deficiencia subclínica de P que disminuiría la producción del ganado bovino para carne.

- La deficiencia de Fósforo causa en el ganado bovino:
- Disminución del apetito.
- Bajos porcentajes de preñez. En los rodeos deficientes en Fósforo las vacas
- Con cría no vuelven a preñarse, tienen un ternero cada dos años, con lo que
- Los porcentajes de preñez y destete son de un 45 – 48%.
- Reducción de la velocidad de crecimiento en la recría.

- Pérdida de peso y condición corporal durante la lactancia y disminución
- De la producción láctea.
- Apetito depravado ó pica, caracterizado por masticación de huesos de campo
- Y no de otros objetos extraños.
- Fósforo inorgánico en sangre: inferior a 2.8 mg P/dl (en promedio del rodeo).
- Botulismo (por ingestión la toxina, debida a la pica).

El Fósforo inorgánico en sangre ó plasma es un buen indicador del estado fosfórico del vacuno, sin embargo en vacas de cría tiene valor real de diagnóstico cuando los muestreos de sangre se hacen de 3 a 4 semanas posteriores al destete. El coeficiente de variabilidad del parámetro es de 25 a 30%, siendo necesario muestrear al azar no menos de 15 animales por rodeo para tener un promedio representativo.

La deficiencia de P se corrige mediante la suplementación mineral del ganado con mezclas con un mínimo del 6% de Fósforo.

Los portadores de Fósforo que se comercializan en la actualidad son:

Fosfato bicálcico, Fosfato mono-bicálcico y Cenizas de huesos ( que es la única fuente de Fósforo que se produce en Argentina).

## Magnesio

El Mg forma parte de la molécula de clorofila, por lo que resulta esencial para la vida de las plantas y para la producción de pastos y forrajes.

La falta de Mg en la dieta de los bovinos para carne y especialmente en vacas al comienzo de la lactancia, produce tetania hipomagnésica, con pérdidas de producción debida a la mortalidad de animales. En las regiones tropicales y subtropicales este trastorno no se presenta, siendo propio de las zonas templadas. Lo que se debería a que las gramíneas tropicales contienen el doble de magnesio (0.36 % Mg en MS) que las

templadas (0.18% Mg), lo que estaría asociado a las mayores temperaturas de crecimiento (Minson y Norton, 1982).

En los muestreos de minerales en pastizales hechos en la Región NEA , el número de muestras con menos de 0.1 g Mg/100 g MS fue inferior al 2%, como se muestra en el CUADRO 5 A; en tanto que en alguno de los tipos pasturas templadas (CUADRO 2 A) esa proporción sería del 37%. En el NEA la hipomagnesemia no afecta a los vacunos, lo que corrobora de alguna manera lo señalado anteriormente.

Los síntomas han sido descriptos por Underwood (1981) y comienzan con un temor nervioso con orejas erguidas, cabeza elevada y ojos que miran al vacío. La secuencia de la tetania sería: pérdida del apetito, aprehensión nerviosa, orejas hacia atrás, mirada fija, marcha con dificultades (ataxia), hipersensibilidad al tacto y al ruido, temblor muscular y convulsiones, caída de costado, pedaleo y muerte del animal. Las vacas de mayor edad son más propensas a sufrir esta enfermedad metabólica. Un tratamiento recomendado ante este cuadro, es la inyección subcutánea de 400 ml de una solución de Sulfato de Magnesio al 25%, que revierte los síntomas rápidamente; pero estos retornan si el animal permanece en las mismas condiciones (McDowell y otros, 1993).

El Mg es absorbido principalmente en el rumen. La absorción es deprimida por el Potasio y favorecida por el Sodio. Las reservas corporales de Mg son pocas y de difícil acceso y es por eso que los aumentos de la demanda por lactancia de la vaca ó por crecimiento de los vacunos jóvenes, deben ser cubiertos directamente por el Mg del forraje y si este no es suficiente puede aparecer la tetania.

La hipomagnesemia en la Cuenca del Salado (SE de la provincia de Buenos Aires.) es la primera causa de muerte en vacas de cría, con un 4% de mortandad en los rodeos afectados; siendo mayor la incidencia en los establecimientos agrícolas – ganaderos, con recursos forrajeros como: agropiro, raygrass, festuca, falaris y pasto ovilla ó verdeos como avena y trigo (Cseh, 1994). La enfermedad es una importante causa de mortandad en vacas de cría en la región semiárida (caldenal) de La Pampa (Pechín, 1994) y en el SE de Córdoba (Kloster y otros, 1997).

En pasturas y verdeos es importante tener en cuenta la concentración de Mg y la relación  $K/(Ca+Mg)$  en miliequivalente, que en verdeos de avena y otros cereales forrajeros en la Región Pampeana puede variar entre 2.0 y 4.1 (Hernández y otros, 1978).

La hipomagnesemia pueden ocurrir cuando el Mg del pasto es inferior a 0.2 % de la MS, en primavera, pero en otoño un valor más realista sería el de 0.25 %. Cuando la relación  $K/(Ca+Mg)$  es menor de 2.2, los casos de tetania serían inferiores a 0.7%, cuando la relación es mayor de 3.0, los casos serían del orden del 15% (Minson, 1990). Esta relación también sería aplicable para el análisis de los cationes del extracto de suelos, valores superiores a 0.07-0.08, estarían asociados con alto riesgo de tetania en el ganado vacuno, (Lewis y Sparrow, 1991). La relación para algunos suelos en nuestro país, parecería indicar que las posibilidades de tetania serían producidas por el alto contenido en K como se puede inferir del CUADRO 7 A, tomado de un estudio sobre el Potasio en suelos (Conti y otros, 1991).

Los niveles normales de Mg en plasma son de 1.8 a 2.0 mg/dl. Valores por debajo de 1.0 a 1.2 mg/dl indican deficiencia de Mg.

La deficiencia de Mg se corrige con suplementos minerales con el 1 al 3% de Mg, siendo los portadores comerciales disponibles: Carbonato de magnesio, óxido de magnesio y sulfato de magnesio. La dolomita contiene Mg, pero no está realmente disponible para el animal.

Como prácticas de suplementación directa se han usado bolos de Mg en vacas lecheras, en un solo año, no se encontraron diferencias en el Mg sérico entre testigos y tratadas, pero tampoco hubo casos de tetania (Contreras y otros, 1990). En la Región Pampeana, se utiliza también Mg inyectable de liberación lenta.

La absorción de Mg ha sido mejorada suministrando en la dieta de los vacunos carbohidratos solubles y también ionóforos carboxílicos (NRC, 1996).

Las medidas preventivas para evitar la tetania que se pueden tomar en vacas de crías, en la época con mayor posibilidad de ocurrencia: último tercio de la preñez y lactancia, es suministrar suplementos minerales, piedras para lamer o preparados con melaza y también fardos, rollos y rastrojos de maíz (Cseh, 1994).

## Sodio y Cloro

El Sodio y Cloro constituyen el cloruro de sodio ó sal común.

Los elementos Sodio y Cloro son esenciales para la vida de los animales; por lo general se los considera en conjunto, debido a algunas semejanzas en las funciones que cumplen en el organismo y a que se complementan al ejercerlas.

El uso de la sal como alimento beneficioso para el ganado es conocido desde la antigüedad; los herbívoros tienen un apetito preferencial por esta sustancia, lo que tal vez haya contribuido a la domesticación de alguna de las especies. La necesidad del suministro de sal al ganado de la Región NEA fue indicada por Felix de Azara (1802), y luego su utilización en la ganadería argentina por José Hernández (1882).

Las funciones que cumple el Na en los tejidos animales son varias y entre ellas: mantener la presión osmótica, regular el equilibrio ácido-base y controlar el metabolismo del agua en los tejidos; lo que hace en combinación con el Potasio (K) y el Cloro (Cl). En tanto que el Cl forma el ácido clorhídrico gástrico (NRC, 1996).

En los bovinos y ovinos la reserva podría ser considerada como el contenido de Sodio de rumen, que actúa como acumulador cubriendo rápidamente las deficiencias de corto tiempo.

La deficiencia de Sodio en bovinos se manifiesta más en vacas en lactación por el drenaje que se produce con la leche (unos 0.6 g Na/litro) y a veces en vacunos en crecimiento acelerado, ya que no tienen reservas debido a que el Na es retenido primero en los tejidos en formación (Underwood, 1981).

Si el Sodio en la ración es insuficiente, el organismo retiene fuertemente la cantidad de que dispone, y la eliminación por orina es menor, este mecanismo hormonal es activado por la aldosterona.

Si la falta continúa se producen síntomas: aparece un apetito inusual por la sal y el animal come objetos extraños, tierra, pedazos de hierro ó madera lo que y huesos (la diferencia con el apetito depravado de la deficiencia de Fósforo es que come cualquier objeto); pero la salud no se altera en general durante

varios meses; por último se muestra el quebranto del organismo: inapetencia, ojos sin brillo, pelaje áspero, rápida pérdida de peso vivo y disminución de la producción de leche; al proporcionarles sal los animales se recuperan prontamente (Underwood, 1981).

La ingestión de cuerpos extraños por los animales puede provocar mortandad, ya sea porque estos son tóxicos de por sí, o por transportar gérmenes de enfermedades como botulismo ó carbunco.

El Na en plasma y leche no se altera por efectos de la deficiencia, pero ésta puede ser detectada por el análisis de Na y K en la saliva de la parótida. En animales normales este tipo de saliva contiene: 145 meq Na/litro y 7 meq K/litro y la relación Sodio/Potasio es de 20 a 1 (20:1). En vacunos con deficiencia, cuando ya casi no queda Sodio retenible, la relación Na:K es menor que 10:1; siendo una indicación de que puede haber una respuesta positiva al suministro de sal (Murphy y Plasto, 1972), (Underwood, 1981).

La determinación de Sodio en saliva es una técnica sencilla, de utilidad para el diagnóstico diferencial de carencias minerales.

Según Minson (1990), las plantas pueden clasificarse como acumuladoras y no acumuladoras de Na. Los forrajes no acumuladores, siempre tienen menos de 0.2 g Na/ 100 g MS, y entre ellos se encuentran: alfalfa, maíz, sorgo, Paspalum dilatatum, Paspalum notatum y entre los acumuladores: ryegrass, festuca, pangola, setaria.

En los muestreos de pastizales del NEA, el 69% de las muestras fue deficiente en Na; con un 80-90% en las pasturas naturales de Corrientes, como se muestra en el CUADRO 5 A. En las muestras de pasturas templadas el 48% sería deficiente en Na para el ganado vacuno (CUADRO 2 A).

En la Región Pampeana, tanto el Na como el Cl están provistos por las aguadas, que generalmente son de perforaciones, con buena provisión de sal. En Corrientes la mayor parte de las aguadas son naturales, de origen pluvial, tajamares y arroyos, que normalmente no tienen sal, siendo necesario suministrarla (lo que se hace dando mezclas minerales).

La posible deficiencia de Sodio y también la de Cloro, se corrigen suministrando Sal al ganado. La sal puede darse granulada, sola ó como mezcla mineral, mediante bateas ó bloques compactos.

La sal proveniente de curtiembres no debe usarse, ya que puede transmitir enfermedades, como por ejemplo carbunco, según sea el origen de los cueros tratados.

## Calcio

La deficiencia directa de Calcio es improbable que ocurra en las condiciones extensivas de producción del ganado bovino para carne en la República Argentina.

En cambio en sistemas intensivos, con utilización de granos, que tienen bajos porcentajes de Ca, ó con pasturas maduras con composición mineral como las que se muestran en los CUADROS 2 A y 3 A del APENDICE, puede producirse una deficiencia. Los síntomas serían: disminución del ritmo de crecimiento en la recría y engorde; reducción de la producción de leche.

Los huesos constituyen la reserva de Ca de los animales, desde donde el elemento es permanentemente movilizado. El Ca normal en suero es de 10 á 12 mg Ca/ dl, que es regulado por un complejo sistema hormonal. Al bajar el Ca en sangre aumenta la secreción de hormona Paratiroidea (PTH). En el riñón la PTH causa la producción de 1,25 –dehidroxi- colecalciferol, la forma activa de la vitamina D. La Vitamina D causa un incremento de la unión calcio-proteína en la

mucosa intestinal, lo cual aumenta la absorción del Calcio. La PTH causa la reabsorción de Ca en el riñón y la movilización desde el hueso; con lo que la concentración de Ca en la sangre aumenta a 10 mg Ca/ dl; por lo que el parámetro sanguíneo es un indicador tardío de la deficiencia. (NRC, 1996).

Los requerimientos de Ca se calculan en forma similar a los mostrados para el P (NRC; 1996). Lo que se señala es que el coeficiente de digestibilidad que se utilizó fue del 50%, para todas las fuentes del elemento. Esto de alguna manera tiene en cuenta a las especies forrajeras con alto contenido en ácido oxálico, (como las Setarias en el área subtropical) ya que el oxalato de calcio que puede formarse es insoluble y por lo tanto no se asimila.

Las posibles deficiencias de Ca se pueden corregir mediante el suministro de suplementos minerales con un 12% de Ca, siendo portadores usuales: carbonato de calcio, piedra caliza, dolomita, fosfatos de cálcico y cenizas de hueso.

## Potasio

Los pastos en general tienen suficiente Potasio como para satisfacer los requerimientos del ganado vacuno para carne, siendo improbable que se produzca una deficiencia en condiciones normales de producción.

El ganado vacuno alimentado a corral, requiere un 0.6 % de Potasio en la MS de la ración. El K es necesario para equilibrar el balance ácido-base en las células; integridad celular y contrac-

ción muscular. Los desórdenes relacionados con una deficiencia serían: disminución del apetito; pérdida de peso; debilidad muscular; irritabilidad y parálisis (NRC, 1996). Los niveles que se recomiendan son: al comienzo en feedlot (dietas de recepción) 1-1.2 %K en base seca; terminación de feedlot 0.5-0.6 % K y en vacas preñadas 0.5 – 0.7 % K en la MS de la ración.

La fuente más utilizada de K es el Cl K (Cloruro de Potasio).

## Respuesta a la suplementación con Fósforo y Sal

La suplementación con Fósforo solo o con fosfatos, es posible hacerla en situaciones de alimentación a corral, pero en las condiciones de ganadería extensiva la forma de suplementar con Fósforo es mediante mezclas minerales que se hacen con sal común.

Es por esa razón que la respuesta en producción es a la mezcla mineral y no a cualquiera de sus componentes individuales.

El consumo de mezcla mineral es voluntario, con suministro permanente, en casi todas las situaciones en que se ha medido. El animal consume la mezcla mineral a voluntad, de acuerdo a sus necesidades ó a su costumbre, lo que está relacionado al apetito de los rumiantes por la sal.

Hasta el año 1995 el portador de Fósforo utilizado en las mezclas minerales era la harina de huesos digestados, es decir que la mayoría de los resultados que se informan fueron obtenidos con ese producto mezclado con sal.

Los aumentos de producción debidos a la suplementación con la mezcla mineral, en varios ensayos de pastoreo en campo natural, con vaquillonas y novillos en recría y terminación en las Estaciones Experimentales Corrientes, Mercedes y Reconquista, se muestran en el CUADRO 4.

La Eficiencia para producir carne de la mezcla se obtuvo dividiendo el aumento producido en la ganancia anual de los animales por la cantidad de mezcla mineral suministrada.

La eficiencia estuvo relacionada con el aumento de peso vivo de los vacunos testigos siendo:

$$\text{Eficiencia} = 3.04 - 0.0146 X ; \text{ para } 38 \leq X \leq 128 \text{ kg/animal/año (r}^2=0.43; 8 \text{ g.l.)}$$

Es decir que cuando mayor es la calidad ó el potencial de producción de la pastura, menor sería la eficiencia en condiciones de consumo voluntario de la mezcla.

**CUADRO 4.** Aumento de peso vivo en kg/año de novillos y vaquillonas en recría en Estaciones Experimentales de la Región NEA. Suministro de mezcla Mineral y eficiencia de la mezcla.

LUGAR Referencia	Pastura	Categ.	Carga an./ha	TESTIGO kg/año	SUPLEM. kg/año	Eficiencia kg/kg	Mezcla kg/año
<b>Corrientes</b> Arias y otros, 1985.	Cn	Nov.	0,50	72,6	109,9	2,01	18,5
		Vaq.	0,50	38,0	61,0	1,88	12,3
			0,50	79,9	97,8	1,09	16,4
<b>Mercedes</b> Ocampo y otros, 1993.	Cn	Nov.	0,66	108,8	154,0	1,27	35,6
			0,80	66,4	138,7	2,82	25,6
			1,06	64,2	123,7	2,34	25,4
	Cnf	Nov.	1,06	105,9	145,6	1,66	24,0
			1,20	124,1	142,7	1,33	14,0
			1,33	79,9	115,7	2,46	14,5
<b>Reconquista</b> Boggiatto, 1985.	Cn	Nov.	0,50	127,4	154,8	0,87	31,5
Promedio				86,7	124,4	1,77	21,3
ds				28,8	29,5	0,64	7,1
Pastura: Cn: Campo Natural. Cnf: Campo natural con fertilizante fosfórico residual. Categ.: Categoría: Novillos, Vaquillonas. SUPLEM.:Suplementados							

En un campo natural que produce una ganancia de peso vivo de 70 kg/año/animal en la recría, la eficiencia sería de 2.02 kg carne/kg mezcla. A los

precios actuales la práctica es altamente redituable.

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

La suplementación con P y Sal en la Región NEA, produce un aumento de un 43% en la velocidad de crecimiento de la recría, por lo que sería una práctica muy necesaria para mantener el rendimiento de los rodeos de cría, ya que permite adelantar en un año el primer servicio de las vacas, reducir el número de vaquillonas en recría y aumentar proporcionalmente la cantidad de vientres del establecimiento.

Los efectos de la suplementación con P y Sal se han medido también los índices de producción de los rodeos de cría. Una vaca con cría, que no recibe ningún tipo de suplemento mineral en la provincia de Corrientes, no quedará preñada. Esa vaca tiene un ternero cada dos años y es la causa de que la parición del rodeo no supere el 50%.

En el CUADRO 5 se muestran los índices de producción de vacas de cría en varios lugares de

la provincia de Corrientes, suplementadas con mezcla mineral convencional y con bloques fosfóricos (importados de Sudáfrica). Se incluyen los resultados de un ensayo en Concepción del Uruguay, donde el porcentaje de destete parecería ser más afectado por otras causas que por la deficiencia de Fósforo.

En el informe de Wilken (1985) se publicaron los índices productivos de los rodeos de cría de 6 establecimientos, registrados desde 1977 á 1982, en donde la producción de los vientres en kg de ternero por vaca, estaría relacionada con el consumo de mezcla mineral:

$$Y = 95.9 + 1.42 X; (r^2=0.55);$$

para  $20 \leq X \leq 28$  kg mezcla/vaca/año.

La eficiencia de la mezcla sería : 1.42 kg de ternero/kg de mezcla.

**CUADRO 5.** Efecto del suministro de Fósforo y sal en la producción de rodeos de cría en la provincia de Corrientes y en C. Del Uruguay (E. Ríos).

Lugar y Referencia	Carga Vaca/ha	% Destete	kg Destete	Kg/vaca	Mezcla kg/año
<b>Concepción</b> Moffat, 1967.	0.50	77.0	--	--	0
	0.50	89.0	--	--	11.0
<b>Mercedes</b> Mufarregé, 1990.	0,685	36.0	181	65,2	0
	0,685	71,6	208	148,9	20.0
<b>Mercedes</b> Sampedro y otros, 1998.	0,50	78.0	186	145,0	29,2
	0,50	93.0	238	221,3	335.0**
M. Caseros Fernández, H., 1998.*	0,485	95,8	228	218,4	164.0**
<b>C. del Uruguay</b> Hofer y otros, 1985.	1,20	57.0	167	95,2	0
	1,20	61.0	170	103,7	16.0
	0,90	56.0	191	106,9	16.0
<b>Corrientes</b> Arias Mañotti, 1991.	0,50	55,5	195,2	108,3	0
	0,50	62.0	207,9	128,9	***
	0,50	66,8	201,5	134,6	12,5
<b>Mercedes</b> Wilken, 1985.	0,498	86,5	147,9	127,9	22,48

\* Informe CREA, no publicado. \*\* Bloques fosfóricos semiduros con melaza; 9% de P y 10% de sal.  
\*\*\* Suministro de sal sola: 11 kg/anima/año.

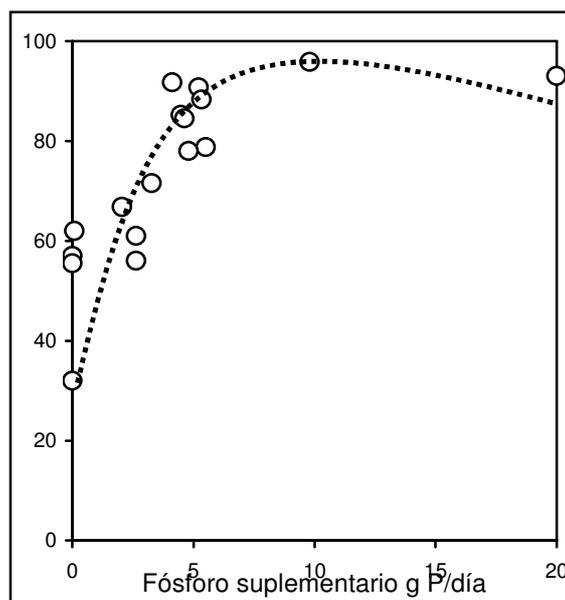
Esta relación sería válida hasta el un suministro de mezcla mineral equivalente a unos 6 á 8 g P/día suplementarios, ya que la respuesta a los incrementos de Fósforo parecería ser de tipo

curvilínea, como se muestra en la FIGURA 1, con los porcentajes de destete tomados del CUADRO 5.

El consumo de Fósforo suplementario, en las condiciones reales de pastoreo, en vacas de cría de la zona de influencia de la EEA de Mercedes, es en promedio de unos 5 g P/día/vaca, suplementar una cantidad menor de Fósforo no es recomendable.

La suplementación con una mezcla mineral con 6% de Fósforo total; 12% de Calcio y 50% de sal, es adecuada para la mayoría de las situaciones de establecimientos con sistemas extensivos de producción de carne. La respuesta que se puede esperar en la recría de vaquillonas y novillitos es de 105 á 120 kg/animal/año y en el rodeo de cría es una marcación del 75 al 85%.

La práctica de la suplementación mineral de los rodeos, está ampliamente difundida. En una encuesta realizada en 96 establecimientos con ganadería mixta de 500 ó más hectáreas, en los departamentos Mercedes y Curuzú Cuatiá de la provincia de Corrientes, el conocimiento de la práctica resultó del 95.8% (92/96 casos) y el grado de adopción del 76% (se suministra mezcla mineral a la mayor parte de la hacienda, la mayor parte del año) (Volpato, 1991), que podría hacerse extensivo a otras zona ganaderas del país. En las provincias de Buenos Aires, San Luis, La Pampa y Entre Ríos y en el resto de la Región NEA, se recomienda la suplementación mineral del ganado vacuno para carne con mezclas minerales ó bloques, pero no se tienen informes con resultados comparativos.



**Figura 1.** Relación entre el Fósforo suplementario y el porcentaje de destete en Rodeos de cría de la provincia de Ctes.

En los ovinos hay pocas mediciones, pero existen evidencias registradas en la EEA de Mercedes, de que la eficiencia es por lo menos de 2.0 kg carne/kg de mezcla, tomando como 3.0 el equivalente de lana en carne.

## Respuesta a la fertilización de pasturas con Fósforo

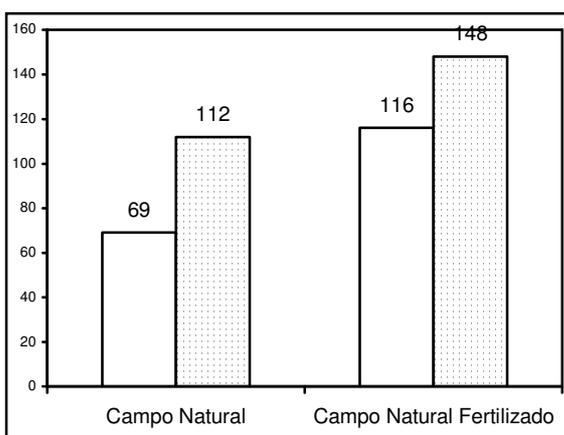
La fertilización con Fósforo de pasturas naturales y cultivadas, produce un cambio positivo en la composición química, la composición botánica y la producción de MS, por lo que los efectos en producción animal no son debidos solamente al aumento del porcentaje de P en los pastos.

En el S de la provincia de Buenos Aires hay informes sobre los efectos de la fertilización fosfórica de pasturas desde 1974 (Josifovich y otros, 1997). En tanto que en la zona norte se han hecho ensayos de engorde de novillitos en pasturas fertilizadas con Fósforo y sin fertilización en la EEA de Pergamino y en campo de productores en 9 de Julio y Pergamino.

Los ensayos se hicieron durante tres años en cada lugar, con aplicaciones de 100 kg/ha/año de superfosfato triple. La carga animal promedio aumentó de 2.90 a 3.08 animal/ha, un 6.1 % . y

la producción de 392 a 481 kg carne/ha, un 22.6% debidos al fertilizante. También se comprobó un aumento en el contenido de P en suelos. Las mejores ganancias invernales y el fósforo residual a la terminación del ciclo ganadero hacen que la práctica sea considerada como una herramienta positiva para aumentar la producción, tanto en el ciclo ganadero como el siguiente agrícola (Josifovich y otros, 1997).

Los ensayos de fertilización fosfórica de campo natural en el Centro-Sur de Corrientes, se han realizado desde la década del 60, con un efecto positivo en la producción de pasto y en la presencia de leguminosas nativas. El porcentaje de P del pasto aumenta de 0.1 % hasta 0.14 á 0.16%. El aumento en producción animal medido en varios ensayos del orden del 30%, tanto en cría como en recría.



**Figura 2.** Efecto de la suplementación con harina de huesos y sal en el aumento de peso vivo de novillos en campo natural con y sin fertilización fosfórica. Promedios de 2 años 1988 a 1990.

El efecto conjunto de la suplementación con mezcla mineral y de la fertilización fosfórica residual fue cuantificado durante dos años, en un ensayo de pastoreo con novillos en cría con tres niveles de carga, dos de fertilización (con y sin) y tres repeticiones. El tratamiento sin suplementación se aplicó al azar a una de las repeticiones. El fertilizante se había aplicado durante cuatro años (1972 a 1976) hasta 270 kg  $P_2O_5$ /ha. El efecto del suplemento se midió desde 1988 a 1992. Los resultados en los dos pri-

meros años mostraron una diferencia en la ganancia de peso vivo, debida al P fertilizante y al suplemento mineral (Pizzio y otros, 1990).

Para el Campo Natural se tuvo un aumento en kg/novillo/año de:

$$Y = 60.67 + 2.73 X, \text{ por kg mezcla/año, } (r^2 = 0.81, 4gl).$$

Para el Campo Natural Fertilizado el aumento en kg/novillo/año fue:

$$Y = 111.64 + 1.93 X, \text{ por kg mezcla/año, } (r^2 = 0.78, 10 gl).$$

El consumo de mezcla mineral estuvo entre 12 y 28 kg/novillo/año; con un promedio de 20.5 en campo natural y 18.9 kg/novillo/año en los potreros fertilizados. Las cargas de los potreros testigos fueron 0.80; 1.06 y 1.33 novillo/ha y las de los fertilizados 1.06; 1.20 y 1.33 novillo/ha.

Los promedios para los tratamientos principales se muestran en la FIGURA 2. En campo natural la suplementación produjo un aumento del 62% en la ganancia y en el fertilizado del 27%; el efecto combinado de suplementación y fertilización fue del 114%, lo que implica una importante forma de aumentar la producción en toda la región Centro-Sur de Corrientes.

## El balance de cationes y aniones

El panorama de nutrición mineral quedaría incompleto sin dar algunos conceptos sobre el balance electrolítico en las dietas. El tema ha sido revisado por Corbellini (1996), que lo considera de importancia para aumentar la eficiencia productiva del animal y reducir los riesgos de presentación de algunas enfermedades de la producción: hipocalcemia puerperal, retención de placenta, edema de ubre, y otros desordenes.

El balance ó la diferencia catiónica/aniónica de la dieta (DCAD) puede ser definida como la diferencia  $((Na + K + Ca + Mg) - (Cl + S + P))$  en miliequivalentes (meq/kg MS) de la ración, pero existen diferentes criterios para elegir los elementos.

El efecto principal de la DCAD es el de modular el balance ácido-básico del animal. Cuando la DCAD es negativa, se produce una ligera acidosis metabólica, mientras que una dieta con valor positivo de DCAD resulta en una ligera alcalosis metabólica.

En un estudio realizado en alimentación de novillos en feedlot (Ross y otros, 1994) se ha usado  $DCAD = (K + Na - Cl)$ ; por las diferencias en la función y absorción de los iones divalentes. Los novillos de 337 kg de PV inicial, fueron alimentados durante 84 días, con una ración con un 90% de maíz molido, 5% de cáscara de semilla de algodón, torta de soja y urea. La DCAB fue de 0, 150, 300 y 450 meq/kg MS, agregando Cloruro de Amonio (1%) para bajar el balance y Bicarbonato de Sodio (1.25 y 2.35%) para aumentarlo. El consumo de MS aumentó en forma cuadrática y la máxima ganancia de peso (1.19 kg/día) se consiguió con 150 meq/kg MS, un 15% mayor que la obtenida con 0 meq/kg MS, con un consumo máximo de 8.32 kg MS/día. En el estudio se hicieron análisis de aniones y cationes en, sangre, líquido ruminal y orina y en hígado y riñón, pero el aumento del consumo no fue claramente explicado.

En vacas lecheras, (Corbellini, 1996) se ha utilizado:

$$DCAD = [(\%Na/0.023) + (\%K/0.039)] - [(\%Cl/0.0355) + (\%S/0.016)]$$

por ejemplo para la avena verde (CUADRO 2 A) sería:

$$\begin{aligned} DCAD &= (0.11/0.023 + 3.67/0.039) - (0.30/0.0355 + 0.23/0.016) \\ &= 4.78 \quad +94.10 \quad -8.57 \quad -14.37 \\ &= 75.9 \text{ (positiva).} \end{aligned}$$

La DCAD positiva es característica de las pasturas templadas de alta producción debido al alto contenido de K. Las vacas mantenidas en este tipo de pasturas ó verdes, tienden a un estado de ligera alcalosis metabólica, que puede ser detectado por el pH relativamente alto de la orina.

En las vacas lecheras se produce la fiebre de leche, porque en el momento del parto hay una gran demanda de Ca. El estado de hipocalcemia ocurre cuando el Ca no es repuesto adecuadamente desde los huesos y desde el tracto digestivo (Judson y McFarlane, 1998).

Actualmente se busca en vacas lecheras, que la DCAD en la dieta preparto sea negativa (-100 a -200 meq/kg MS), y que sea ligeramente positiva en el postparto (+50 a +75 meq/kg MS).

La acidosis estimularía a la glándula paratiroides que liberaría hormona Paratiroidea (PTH) a la corriente sanguínea, lo que activaría el sistema hormonal que moviliza al Ca. De esta manera, se reduce la prevalencia de hipocalcemia puerperal (y otros trastornos metabólicos asociados) y aumenta la producción de leche en el orden del 5 al 8%.

Para acidificar dietas donde no se pueda reducir el ingreso de Na y, K y Ca, se usan generalmente las sales "aniónicas": Sulfatos de amonio, Magnesio ó Calcio y Cloruros de Calcio y Magnesio. Las dietas ácidas han demostrado su efectividad; pero se han verificado incrementos en la excreción urinaria de Na, lo que puede ser riesgoso en ambientes calurosos, especialmente en animales de alta producción de leche (Corbellini, 1996).

El tipo de mezcla aniónica a usar, depende de los costos y la palatabilidad, (Horst y Golf, 1994).

## Cobre y su relación con el Azufre, Molibdeno y Hierro

Las funciones del Cobre en el organismo animal están relacionadas con las enzimas que constituye: ceruloplasmina oxidasa, glisil oxidasa, tirosinasa, glutatiónperoxidasa y muchas otras más, que lo clasifican como un elemento esencial para los animales.

La deficiencia de Cu en vacunos, se caracteriza por los siguientes trastornos, en el animal y en los rodeos: despigmentación con la formación de anteojeras blancas en animales de pelo oscuro, lento crecimiento, reducción de la fertilidad provocada por la demora o supresión del estro, quebraduras espontáneas en animales jóvenes, diarreas y anemia. En relación con el sistema inmunológico, la deficiencia de Cu afecta a las células T y B, los neutrófilos y los macrófagos y por lo tanto la producción de anticuerpos. La despigmentación es generalmente un signo temprano de la deficiencia (NRC, 1996).

El órgano de depósito principal del Cobre es el hígado. El nivel de Cobre en sangre normal es de 0.6 a 1.0 mg/ litro y el de Cobre en hígado mas

de 20 ppm en MS, pero puede llegar hasta 200 ppm y el Cu plasmático queda entre 0.8 y 1.5 mg Cu/litro.

Los requerimientos de Cu de los vacunos pueden variar entre 4 a 16 ppm de la MS de la ración, dependiendo mucho de la concentración de Molibdeno, Sulfatos Inorgánicos y Hierro del alimento. Otros antagonistas son: Cd, Zn y Ag. Los niveles máximos tolerables en la dieta son de 100 ppm de Cu (NRC, 1996).

El Mo y S disminuyen la absorción verdadera del Cu, los molibdatos y sulfuros reaccionan en el rumen formando tiomolibdatos y estos reaccionan con el Cu formando compuestos totalmente insolubles, desde donde no se puede absorber el elemento. En ganado vacuno en pastoreo, concentraciones de Mo de 3 a 20 ppm, volvieron inadecuadas concentraciones de Cu de 7 a 14 ppm (NRC, 1996). Una buena revisión sobre la interacción Cu X Mo, ha sido hecha por Viejo (1996).

## 15

Los efectos del Mo y S sobre la absorción verdadera del Cu, han sido resumidos por Minson (1990), en un gráfico que se reproduce en la FIGURA 4 A. Allí se han marcado los promedios de S y Mo para las pasturas templadas del CUADRO 1 A, ( $S = 0.18\%$ ) resultando la absorción cercana a 0.01. Para el caso de Pasturas Graminosas y Pasturas Leguminosas, sería 0.005 ó menor, como esta marcado en la misma figura.

El otro criterio usado para evaluar el contenido de Cu de pasturas es el de la relación Cu:Mo. Los signos de hipocuprosis serían evidentes, cuando la Cu:Mo es menor que 2.8 (Bingley y Carrillo, 1966). Sin embargo McDowell y otros (1993), dan como referencia, que una relación Cu:Mo de 4:1 resulta adecuada para satisfacer los requerimientos de Cobre de vacunos en pastoreo. En el CUADRO 1 A, la relación Cu:Mo de los promedios resulta 1.5, pero en 93 muestras de Pasturas Graminosas 0.7, lo que advierte sobre la necesidad de suplementar con Cu a los vacunos que utilizan estos forrajes.

La otra fuente de Azufre que se debe considerar son los Sulfatos de las aguas de bebida. Con niveles de unos 0.5 g/L de sulfatos en el agua, se producen interferencias con la absorción de Cobre; para animales adaptados, el valor máximo tolerable de sulfatos es de 4 g/l (Sager, 1997).

El Hierro es un potente antagonista del Cu en terneros y sus efectos probablemente independientes del S. Según Bremmer y otros (1987), la acción depresiva del Fe y del Mo serían aditivas y el nivel de inducción sería de más de 250 ppm de Fe. Al aumentar la ingestión de Fe, disminuyeron las reservas pero no se presentaron síntomas de deficiencia de Cu. El efecto del Fe sobre la absorción del Cu no está bien estudiado, Gengelbach y otros (1994) suponen que se forma SFe en el rumen y en el abomaso se disuelve y forma SCu insoluble con el Cu. En el trabajo citado los niveles de inducción de deficiencia de Cu serían de 250 a 800 ppm de Fe. En las muestras de la Región Templada, (CUADRO 1 A) los verdeos de avena y raygrass tienen más de 600 ppm de Hierro, pero también el Cu es alto, por lo que la deficiencia de Cu debería ser diagnosticada en cada caso en particular.

En la Provincia de Buenos Aires en el Valle del Río Colorado se encontraron un 56% de muestras de pastos con más de 1000 ppm de Fe en

MS (Iglesias y otros, 1998), y en los Partidos de Puán y Saavedra muestras con más de 4000 ppm de Fe (Cseh, 1998), los muestreos de sangre de los vacunos en esos lugares dieron menos de 0.5 mg Cu/litro, lo que indicaba deficiencia. Los datos de 4750 muestras de sangre de vacunos obtenidas entre 1993 y 1996 en el partido de Magdalena y en los de Cnel. Brandsen y, Chascomus, Gral. Paz y Pilar de la cuenca del río Salado, (Titarelli y otros, 1997) mostraron que más del 50 % de la población bovina tenía menos de 0.6 mg Cu/litro, mientras que alrededor del 10 % presentaba hipocupremia severa con menos de 0.3 mg Cu/litro, siendo de mayor gravedad en los terneros; la deficiencia de Cu aumenta durante la primavera, y existen variaciones en el porcentaje de animales afectados entre diferentes años. La causa de la deficiencia de Cu en esta región se atribuyó a niveles altos de Fe en pastos (más de 250 ppm, MS) y a excesos de S (más de 0,3 %, MS) durante el otoño. La hipocuprosis bovina en la cuenca del río Salado podría estar relacionada a los excesos hídricos, ya que debido a las características de impermeabilidad de los suelos la acumulación de agua produce, sobre todo en el período invernal, una movilización excesiva del Fe que se acumula en los pastos.

En el NW de Buenos Aires, en 18 establecimientos pertenecientes a los partidos de General Villegas, Ameghino y Rivadavia, se efectuaron en otoño, fines de invierno y verano muestreos de pastos y de sangre, hígado y pelo en bovinos de similar procedencia y edad (Minatel y otros, 1997). Los valores de Ca, P y Mg, tanto en plasma como en forraje, estuvieron dentro de los rangos normales. Las muestras de forraje presentaron altos niveles de hierro, en promedio de 48 muestras  $1336 \pm 1003$  ppm Fe de y  $11 \pm 6$  ppm Cu; los niveles de cobre en plasma a lo largo de los tres muestreos fueron menores de 0.5 mg Cu/litro. El 16% de las muestras de hígado tomadas en otoño y el 57% en verano tuvieron menos de 25 ppm Cu en MS, tomado como valor crítico; mientras que el 3,3% y el 41,4% de las muestras de pelo tuvieron valores inferiores a 5 ppm de MS, tomado como nivel crítico; concluyendo que existe en la región una deficiencia de cobre de tipo subclínica, dada la ausencia de sintomatología en los animales que sería debida a los altos niveles de Fe en el forraje, que podrían estar influyendo en el desarrollo de esta deficiencia.

En los mismos establecimientos del NW, se analizó el Cu en suelos, en 54 muestras tomadas a 0-20 cm de profundidad. El Cu extractado con HCL varió entre 0.1 y 2.9 ppm, con 60% de las muestras con nivel inferior al crítico; pero no se detectó deficiencia en el Cu extractado con EDTA, que varió entre 1.1 y 5.1 ppm (Díaz-Zorita y otros, 1997). Lo que confirmaría de alguna forma la deficiencia de Cu debida al Fe.

En la provincia de La Pampa, en la zona de invernada ha sido descripta la deficiencia de Cobre, por altos niveles de Mo en pastos y por Sulfatos en agua de bebida; en el resto de la provincia también se encuentra deficiencia de Cu en vacunos y caprinos (Pechín, 1994). El contenido de Cu extractado con EDTA y HCl, en 105 horizontes A de perfiles modales de suelos de La Pampa, fue menor que el valor crítico en prácticamente todos los suelos, lo que permitió inferir posibles deficiencias del elemento, (González y Buschiazzi 1997),.

La técnica de exploración geoquímica para diagnosticar deficiencia de Cu fue aplicada por GIULIODORI y otros (1998), en 43 muestras de sedimentos del río Samborombón en la provincia de Buenos Aires, límite del partido de Magdalena, la concentración de Cu fue de  $15,1 \pm 0,71$

16 ppm, encontrándose el 58 % de las muestras por debajo de 15 ppm, que es considerado el límite diagnóstico.

La deficiencia de Cu en vacunos en el Este de la provincias del Chaco y Formosa, fue señalada y diagnosticada por Balbuena y otros (1989), en base a los síntomas clínicos y los análisis de Cu, Mo y S en pastos y Cu en sangre.

Los pastizales de Chaco, Formosa y Misiones (CUADRO 3 A), tienen un contenido de Hierro mayor de 600 ppm, siendo el Este de Formosa el lugar del NEA con mayor posibilidades de una hipocuprosis en vacunos, ya que el contenido de Cu promedio en pastos es menor de 4 ppm en MS.

La deficiencia de Cobre se ha detectado en Chaco, Formosa, Bajos Submeridionales de Santa Fe, Sur de Entre Ríos, Córdoba, La Pampa y Buenos Aires. La práctica más difundida para corregir esta deficiencia es la suplementación parenteral con soluciones inyectables de compuestos orgánicos de Cobre, glisinato, edeato, lactatos ó por suplementación con 0.2 a 0.4% de Sulfato de Cobre en mezcla minerales suministradas en bateas, con un consumo de 80 a 100 g mezcla/día/vacuno.

## Respuesta a la suplementación mineral con Cobre

El Cobre es uno de los nutrientes minerales que más ha llamado la atención a los grupos de trabajo en nutrición del ganado en Argentina, lo que se deduce por los numerosos informes técnicos publicados sobre el elemento.

La práctica que se más utiliza para suplementar Cobre, es por medio de soluciones inyectables de compuestos orgánicos de Cu, lo que se hace en forma subcutánea. La suplementación en bateas se utiliza poco, a pesar de que ha sido recomendada como una forma eficiente de suministrar Cobre, lo que ha sido comprobado por Pechín y otros (1998).

La suplementación con Cobre a vacunos en crecimiento con signos de hipocuprosis, no siempre da una respuesta positiva en aumento de peso vivo, a pesar de que el tratamiento es efectivo para restablecer el valor normal en de los niveles

de Cu en sangre y hígado (Ferrer y otros, 1989); (Minatel y otros, 1998).

Los resultados de 18 ensayos de suplementación con Cu, hechos en las provincias de Formosa, Chaco, Entre Ríos, Buenos Aires, La Pampa y Santa Fe, fueron revisados y se encontró que la respuesta, en porcentaje de aumento, decrece en forma logarítmica cuando la ganancia diaria de peso vivo de los vacunos testigos va creciendo ( $R^2 = 0.73$ ), como se muestra en la FIGURA 5 A del Apéndice. La respuesta parecería caer del 12 al 5% cuando la ganancia de peso vivo del testigo sin suplementación con Cu estaría entre 0.550 y 0.850 kg/día; las pasturas estarían manifestando su potencial de producción y la deficiencia de Cu estaría en la primera etapa (despigmentación) donde no afectaría el crecimiento. Sin embargo el tratamiento es recomendable ya que por lo menos mejoraría el aspecto de los vacunos en crecimiento.

La suplementación parenteral con Cu previo al servicio, en un rodeo de vacas Aberdeen Angus, tubo un efecto negativo en la preñez, que disminuyó del 90% al 83% (Alberio y otros, 1984); por lo que en rodeos de alta eficiencia reproductiva, este tratamiento debería aplicarse con precaución.

En vaquillonas de primer servicio, en los Bajos Submeridionales, con una preñez del 76%, el tratamiento con Cu inyectable aumentó el índice al 91% y el Cu suministrado en bateas al 82% (Correa Luna y Lagos, 1985). La preñez en vaquillonas de primer servicio Hereford, en el S de Entre Ríos, aumentó del 67% en las testigos, al 83% en las tratadas con Cu inyectable, y no se preñaron las que tuvieron menos de 0.4 mg Cu/litro en sangre (Ricciardino y otros, 1998). El

17 efecto en la preñez al primer servicio, sería efectivo cuando se consigue una mejora en el crecimiento de las vaquillonas.

La deficiencia secundaria de Cobre, por excesos de sulfatos en agua y Mo y Fe en las pasturas, se produce en gran parte de las regiones dedicadas a la ganadería de bovinos para carne en la Argentina, con diferentes grados de intensidad. El diagnóstico puede hacerse por análisis de pastos y de agua y confirmarse por determinaciones de Cu en sangre. La deficiencia puede corregirse con inyectables de Cobre vía parenteral, cuando el ganado no está acostumbrado a la suplementación mineral en bateas. Otras formas de suplementación como depósito de agujas de Ocu en rumen deberían ser evaluadas en las condiciones locales.

## Zinc

El Zinc es un elemento mineral esencial para la vida ya que forma parte de numerosos sistemas enzimáticos, con acción principal en los tejidos de alta velocidad de formación de células, de allí que su deficiencia perjudique el crecimiento de los terneros, disminuya la espermatogénesis en los toros y favorezca las enfermedades de la piel (Underwood, 1981); (Lemieux y Herb, 1982).

La deficiencia de Zinc produce en el ganado vacuno (y en todas las especies animales): una severa inapetencia, falta de crecimiento y perjuicios en la función reproductiva, especialmente en la del macho (NRC, 1996). En la ovejas una deficiencia en los últimos meses de gestación implica pérdida del feto, y en casos que no haya diagnóstico que explique las fallas en las pariciones, hay que atribuir las a la esa deficiencia (Apgar y Fitzgerald, 1985). El Zinc se elimina principalmente por heces, y en las regiones tropicales los vacunos y ovinos, pierden cantidades considerables por el sudor (McDowell y otros, 1983); lo que puede provocar síntomas de deficiencia aguda.

Según Underwood (1981), el Zinc no tiene en el organismo un tejido de reserva de fácil acceso y es por eso que si se produce escasez en el pastoreo, los mecanismos de homeostasis no funcionan, como con otros elementos, y la deficiencia de Zn comienza a suceder. Esta acción diferencial del Zn a sido confirmada en ovinos por Grace y Lee (1990), con análisis de macro y microelementos en los tejidos corporales, de anima-

les con y sin suplementación de elementos minerales.

En el crecimiento de las plantas existiría una interacción del Zinc con el Fósforo, ya que altos tenores de P pueden producir deficiencia de Zn, como lo citan Laflamme y otros (1985), en la introducción de su informe sobre el estudio de la interacción en terneros. Estos autores encontraron que el Zn es bien utilizado por los terneros en crecimiento, con niveles de P entre 0.08 y 0.32%, no encontrando ninguna relación que resulte de interés en condiciones prácticas de producción de carne.

El rango normal de Zn en plasma ó suero de los vacunos es de 0.8 a 1.2 mg Zn/l (Underwood, 1981), los síntomas en el ganado joven comienzan a aparecer por debajo de 0.4 mg/l. El nivel de Zn en sangre no sería un criterio único para diagnosticar una deficiencia ya que estaría afectado por el lugar donde permanece el ganado (Underwood, 1981), lo que indicaría diferencias en la ingestión del elemento cuando los niveles entre lugares son diferentes. Los análisis de Zn en sangre tienen el inconveniente de la fácil contaminación en el manipuleo, por lo que debería utilizarse una técnica analítica que emplea todo el material de laboratorio de plástico descartable; con una sola dilución del suero con una solución detergente y con valoración por espectrometría de absorción, que reduce a un mínimo las contaminaciones y hace confiables a los resultados

(Perry; 1990).

Los requerimientos de Zn del ganado vacuno para carne, no están definidos con precisión (NRC, 1996), se recomienda entre 20 y 40 ppm de Zn en la MS de la ración y McDowelly otros (1983) recomiendan incorporar 0.5% de Zn a las mezcla minerales especialmente en regiones tropicales y subtropicales, considerando esta cantidad como suficiente como para corregir cualquier probable deficiencia marginal.

En los muestreos de pastizales de la Región NEA, los lugares con alrededor del 50% de las muestras con menos de 20 ppm de Zn, se encontraron en el E de Corrientes, N de Entre Ríos, NE de Santa Fe y E de Formosa (CUADRO 5 A). Los promedios de las muestras de pasturas y forrajeras templadas no indican deficiencia, aunque un 27% de las muestras tendría un contenido de Zn menor que el requerimiento de un vacuno (CUADRO 2 A). En 18 establecimientos del NW de la provincia de Buenos Aires, Minatel y otros (1998) encontraron que un 56% de las muestras de pastos tomadas en un muestreo en otoño eran deficientes en Zinc ( $19.3 \pm 7.0$  ppm Zn), y que en la misma época los análisis de Zn en hígado y suero mostraron los niveles más bajo, lo que les hizo suponer una posible deficiencia otoñal del elemento en el ganado vacuno en esa región.

La utilización del Zn de las pasturas no es total, y para el caso de especies nativas como el *Paspalum notatum*, la liberación en el rumen sería de orden del 70% (EMANUELE y STAPLES; 1990), aumentando las probabilidades de que en las regiones señaladas haya pasturas deficientes en Zn.

18

Las forma de suplementar Zn son varias, como por ejemplo incorporar en la ración ó en las mezclas minerales, algunas de las sales, como Oxido de Cinc (OZn), Sulfato, Cloruro ó Carbonatos ó una substancia orgánica: Metionina-Zinc; no habiéndose medido diferencias en el grado de absorción del Zn de estos compuestos, con una dieta semipurificada suministrada a bovinos y ovinos, aunque la utilización posterior sería mejor en la forma orgánica (SPEAR; 1989). También se usan balas de Cinc y Hierro de alta densidad, que se suministran con lanzabolos y quedan en el rumen por varios meses liberando lentamente al elemento (UNDERWOOD; 1981). Para las condiciones de la Mesopotamia se puede utilizar OZn en las mezclas minerales, ya que tiene la ventaja de ser insoluble y no se perdería de las bateas sin protección para las lluvias. En el mercado existen varias soluciones inyectables, que actualmente están siendo evaluadas.

Las sales de Zn, como el sulfato, se utilizan para disminuir la degradabilidad de las proteínas solubles, como por ejemplo las de la Harina de Soja, para que sean utilizadas en el intestino delgado, y favorecer el consumo de forrajes de baja calidad por una mejora en el metabolismo general. Este efecto medido con dietas para alta producción y con 1000 a 1300 ppm de Zn, esta relacionado con la formación de compuestos de Zn con las proteínas del alimento y no con la proteína de los microbios del rumen; (Bernard y otros, 1989) y (Froetschel y otros, 1990). La incorporación de Zn a los suplementos energéticos y proteicos, podría mejorar la eficiencia de utilización de los mismos y hacerlos más rentables.

## Respuesta a la suplementación mineral con Zinc

La suplementación con Zinc del ganado vacuno para carne en condiciones de pastoreo es una práctica que actualmente se está desarrollando en la Argentina y no hay mucha información publicada al respecto.

La suplementación con mezclas minerales en bateas con 1% de Oxido de Zinc (OZn al 1%), a vacunos en recría ha sido probada en 10 lugares del SE de la provincia de Corrientes, en 20 ensayos de pastoreos realizados desde 1992 a 1998. El agregado de Zn a la mezcla mineral, aumentó la ganancia individual de peso vivo en

un 15% en promedio, (0.280 a 0.323 kg/día/animal), pero la respuesta dependió del lugar siendo mayor en los campos naturales con abundante Paja Colorada (*Andropogon lateralis*) y sin respuesta en los lugares con baja o nula presencia de esta especie. El nivel de Zn en suero varió entre 0.7 y 1.0 mg Zn/litro, dependiendo más del lugar que del tratamiento (Mufarrege, 1998). La incorporación de 0.5% OZn en las mezcla minerales es recomendable en forma preventiva de posibles deficiencias en la recría de vacunos y también en la alimentación de

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

toros. A las vacas de cría no sería necesario

suplementarlas con Zinc en esa región.

Las afecciones podales (Pododermatitis plantar proliferativa) en novillos en engorde en la provincia de San Luis fueron tratadas una solución inyectable de un complejo mineral con Zinc. El tratamiento se aplicó dos veces al comenzar y a los 30 días a novillos enfermos y sanos. En 90 días de pastoreo en alfalfa, los enfermos no tratados perdieron  $-0.108$  kg/día y los enfermos tratados aumentaron  $0.222$  kg/día, en tanto que no hubo diferencias entre los sanos tratados y no tratados que aumentaron  $0.610$  kg/día. El tratamiento mejoró las afecciones podales de los novillos enfermos y los animales pudieron movilizarse mejor y obtener más pasto del potrero (Sager y Bustillo, 1995).

En el NW de Buenos Aires, a vaquillonas Aberdeen Angus de 240 kg, en pasturas con un promedio de 52 ppm de Zn, se les hizo un tratamiento parenteral con una solución mineral comercial con 0.667% de Zn, aplicada mensualmente de diciembre a marzo y no se tuvieron diferencias con el grupo testigo, sin tratamiento, en ninguna de las variables medidas: aumento de peso vivo:  $0.468$  kg/día/vaq.; Zn en plasma:  $1.3 \pm 0.25$  ppm; Zn en pelo:  $165 \pm 19$  ppm; Zn en piel:  $19 \pm 7$  ppm ó animales con patologías podales (menos del 1.4%), posiblemente a que las pasturas utilizadas en la época estival suministraron el Zn necesario para los animales (Buffarini y otros, 1998).

La suplementación con diferentes fuentes de Zn en vacas de cría no ha sido experimentada, pero

19

si en vacas lecheras. El agregado de Metionina-Zn y el OZn en mezclas con la ración, fueron probados en vacas Holando Argentina de primera parición, en un tambo de la provincia de Buenos Aires con niveles de 25 a 30 ppm de Zn en las pasturas y con alta incidencia de patología podal. A un grupo se le suministró en el preparto y durante la lactancia 3 g /día/vaca de OZn, a otro 2 g/día de Met-Zn y quedó un tercero como testigo sin Zn suplementario. No hubo diferencias en la producción de leche entre el grupo testigo y OZn, pero la del grupo Met-Zn ( $19.9$  litros/día), fué 5.4% mayor que la del testigo. La prevalencia de afecciones podales fue del 31.4% en las testigos, y 13.5% en Met-Zn (las afecciones del grupo OZn no fueron diferentes a las del testigo) (Corbellini y otros, 1998). La falta de respuesta al OZn podría ser debida a una mejor utilización de la forma orgánica de Zn (SPEAR; 1989).

El Zinc parecerían ser un elemento limitante de la producción del ganado vacuno para carne, en relativamente pocos lugares en el país, donde el contenido de Zn en la MS de los pastos es inferior a 20 ppm. El agregado de 0.5% de OZn ó de 1.5% de Sulfato de Zinc a los suplementos minerales es una medida preventiva de cualquier posible deficiencia del elemento. Las afecciones podales en vacunos que pueden presentarse, han respondido favorablemente al tratamiento con Zn inyectable y a la Metionina-Zn agregada en la ración.

## Selenio

El Selenio actúa en diversas funciones corporales, como el crecimiento, reproducción, la prevención de enfermedades y la integridad de los tejidos. Las funciones del Se en el metabolismo están fuertemente relacionadas con la vitamina E ya que ambos protegen las membranas celulares contra la degeneración y muerte de los tejidos, actuando como antioxidantes (McDowell y otros; 1993).

Los requerimientos de Se para el ganado de carne dependen de la cantidad de vitamina E en la dieta; el nivel de Selenio sugerido para el ganado de carne en general es de  $0.1$  mg Se/kg MS; siendo  $2$  mg Se /kg MS de la ración el límite máximo tolerable (NRC, 1996).

La deficiencia de Se produce la enfermedad del "músculo blanco" en los terneros, caracterizada por debilidad, rigidez y deterioro de los músculos de tal manera que los animales afectados tienen dificultades para mantenerse en pié (Underwood; 1981). La enfermedad del "músculo blanco" ha sido diagnosticada en terneros en los Bajos Submeridionales de la provincia de Santa Fe, y respondió al tratamiento con Se (Bruna Ruksan, 1994). La deficiencia afecta la reproducción incluyendo la retención placenta, que responde muy bien a la suplementación con Selenio (Underwood; 1981).

La intoxicación por Se caracteriza por la pérdida de apetito, pérdida de pelo en la región de la cola, desprendimiento de pezuñas y eventualmente muerte. La muerte resulta por inanición, sed y falla respiratoria. Hay dos tipos de envenenamiento por Selenio: la "ceguera tambaleante" y "enfermedad alcalina", que se producen cuando hay consumo de plantas seleníferas (McDowell y otros; 1993); en la Argentina no hay informes sobre pasturas con esas características.

La deficiencia de Selenio en el ganado vacuno ha sido diagnosticada por el análisis de muestras de sangre tomadas en distintas partes del país en las que se determinó la actividad de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px). Se pudo establecer que la deficiencia subclínica de Se afectaría a los bovinos de las grandes áreas ganaderas, desde Chaco hasta la Cuenca del Salado, y que en la mayoría de los casos se presentaría junto a la deficiencia de Cobre (Bruna Ruksan, 1994). Este mismo tipo de deficiencia combinada ha sido detectada en Australia por medio de análisis de hígados de frigoríficos (Judson y McFarlane; 1998). En teoría y por tener propiedades químicas similares el Se y el S serían antagónicos, lo que hace suponer que en zonas con exceso de Azufre en los forrajes, es posible que haya falta de Selenio; de acuerdo con los comentarios de Judson y McFarlane; (1998) sobre la interacción entre los dos elementos minerales.

La suplementación con Selenio puede hacerse agregándolo en mezcla minerales en la ración de los vacunos en forma de un núcleo mineral, ya que las cantidades diarias a suministrar por animal son muy pequeñas, unos 1.5 mg de Selenito de Sodio. También existen soluciones inyectables con selenito de sodio ó de bario y cápsulas ó bolos para suministrar con lanzabolos.

Los informes publicados sobre suplementación con selenio al ganado de carne son pocos, en los Bajos Submeridionales se obtuvo respuesta en terneros con distrofia muscular y en la preñez de vacas de primer servicio (Ruksan, 1994); (Correa Luna y Lagos, 1985).

En el S de Entre Ríos, se suministró Selenio a vaquillonas Hereford por vía subcutánea, en una mezcla con Cobre, Fosfatos y Vitaminas E y D, a razón de 150 mg de Se por dosis, en tres oportunidades, durante 55 días previos al servicio y en pastoreo en campo natural. El tratamiento tubo

20

efecto en el aumento de peso vivo y en la preñez de las vaquillonas; pero únicamente se observó una diferencia significativa la actividad de la GSH-Px que resultó de 33 en las testigos y de 41 U/g Hb en las tratadas, en los animales con menos de 240 kg de peso vivo. En las de mayor peso la actividad fué 39 y 35 U/g Hb en promedio de vaquillonas testigos y tratadas (Ricciardino y Piccinali; 1998). Lo que podría estar indicando que la dosis no fue suficiente en los animales más pesados.

En vaquillonas Holando de 270 kg de peso vivo inicial, pastoreando alfalfa en el NW de la provincia de Buenos Aires, se probaron capsulas de Monensina y Monensina-Selenio con un testigo sin tratamiento. En cuatro meses la actividad de la GSH-Px aumentó de 15 a 85 U/g Hb en las tratadas con Se y de 15 a 45 U/g Hb en las no tratadas. El aumento de peso vivo fué de 64.3 kg/animal en las testigos y 74.7 y 72.7 en las tratadas con Monensina y Monensina-Se. El primer servicio resultó con un promedio de 10% de rechazo en las no tratadas con Se y sin rechazo en las tratadas con Se. El tratamiento con Se de las vaquillonas sería efectivo y promisorio (Ruksan y otros, 1998).

También en vacas lecheras en un tambo ubicado en Luque (Pcia. de Córdoba), en condiciones de pastoreo con verdeos de invierno y verano, se hizo un estudio sobre el del efecto del Se y Cu con un diseño factorial 2X2, inyectando durante 3 años consecutivos, 125 mg de cobre (etilendinitri-lotetraacetato de Ca y Cu) cada 4 meses, y 400 mg de Selenio (selenito de bario) cada 10 meses, a vacas clínicamente sanas y en buen estado. El intervalo entre partos fue en el testigo sin tratamiento de 414 ±36 días; Cu: 354 ±20; Se: 364 ± 18 y CuSe:353 ±24. Se concluyó que los grupos tratados mejoraron los índices reproductivos y por ende su producción láctea en más del 10 %. El costo/beneficio resultó ser de 1:3, lo cual justifica plenamente el uso de minerales en los programas sanitarios y nutricionales de los rodeos con ésta problemáticas (Fader y Marro, 1997).

La suplementación de los bovinos para carne con Selenio, parecería ser una técnica que tiene buenas perspectivas, sin embargo y de acuerdo con Ruksan y otros (1998), es necesario continuar con las investigaciones, para confirmar los resultados de las experiencias revisadas y hacerlos extensivos a otras razas y áreas del país.

## Yodo

### 21

La función principal del Yodo es participar en la síntesis de las hormonas de la tiroides, que son la tiroxina y la triyodotironina. Estas hormonas tienen un papel activo en la termoregulación, metabolismo intermedio, reproducción, el crecimiento y desarrollo, la circulación y la función muscular. Por intermedio de estas hormonas el yodo controla la tasa de oxidación en todas las células.

El yodo es absorbido primariamente en el rumen. Los signos de deficiencia de yodo son el bocio, caída de pelo en animales jóvenes y retardo de crecimiento.

La deficiencia de yodo en humanos en el norte del país es bien conocida, lo que hace suponer que es extensiva al ganado en general. En Tucumán se conoce "a ciencia cierta la carencia de yodo" en el ganado vacuno que se manifiesta en una enfermedad llamada "Coto", que responde a la sal yodada (AAPA, 1985). En Santiago del Estero es evidente el bocio en el ganado caprino (Trezeguet, 1985). En Formosa se detectó carencia de yodo en vacas y terneros y respondió al tratamiento yodado (Coppo, 1985). En el oeste de La Pampa existe deficiencia de yodo, con presentación de casos clínicos en caprinos (Pechín, 1994). En el Noreste y Centroeste de San Luis, la deficiencia de yodo se manifiesta en los caprinos (Sager, 1994).

El suministro de sal yodada o inyecciones yodofosforadas corrige la deficiencia del microelemento. Lo que se debe tener en cuenta es que

en la Argentina no está legislado el agregado de yodo a la sal para alimentación del ganado. El agregado de yodo es obligatorio para la sal de uso humano.

La deficiencia de yodo también se produce por acción de sustancias bociogénicas, de las cuales hay dos clases principales: las del tipo tiocianato como las encontradas en el *Trifolium repens*, *Panicum coloratum* y *Paspalum dilatatum* y las del tipo glucosinolatos que se encuentran en algunas *Brassicas* y en las semillas de soja y algodón. Los efectos depresores de estas sustancias pueden ser corregidos aumentando las cantidades de Yodo de la dieta en 2 a 4 veces los requerimientos, lo que es recomendable para engorde de vacunos a corral. Algunas variedades de *Lecucaena leucocephala* generan un sustancia (DHP) a partir de la mimosina, que generan bocio y que no se puede prevenir mediante el tratamiento con yodo (Minson, 1990).

Los requerimientos de yodo del ganado vacuno son de 0.5 mg/kg MS de la ración. Las fuentes más conocidas y económicas son el Yoduro de Potasio y el Yodato de Potasio, que se descomponen a la intemperie, también se puede utilizar Yodato de Calcio y un compuesto orgánico como etilendiamino dihidroioduro, que son más estables (NRC, 1996).

La respuesta a la suplementación con yodo del ganado con bocio es inmediata, por lo que se supone que habrá un aumento en la producción cuando en caso necesario se la implemente.

## Flúor

El Flúor es un elemento que forma parte de los huesos y del esmalte de los dientes. La falta de Flúor en la dieta favorece la aparición de caries dentales en humanos, pero esto no ocurre cuando la concentración en el agua de bebida es de 1.0 - 1.5 ppm. En el ganado vacuno y lanar no ocurren deficiencias de F, pero los excesos en agua, en suplementos minerales ó en pastos en zonas contaminadas por la fabricación de fertilizantes, se producen efectos tóxicos con distintos grados de gravedad.

La descripción de una intoxicación con flúor, que hace Underwood (1981), es la siguiente: "Los signos clínicos de la fluorosis pueden no aparecer por varias semanas ó meses, en animales

que están ingiriendo cantidades de Flúor que se consideren tóxicas, a menos que las cantidades sean tan grandes que se produzca intoxicación aguda. El largo del período de latencia varía con la cantidad y composición química del fluoruro, la edad y especie del animal y la naturaleza de la dieta basal. Durante el período de latencia el animal se protege con dos mecanismos fisiológicos: F excreción en orina y F deposición en los huesos. La saturación del hueso se produce cuando llega a 15000 - 20000 ppm de F (1.5 a 2.0%), 30 a 40 veces el F que contiene el hueso normal; después de esto se produce una inundación de F de los tejidos blandos, se provoca un desorden metabólico y luego mortandad. Una severa anorexia acompaña a las últimas etapas

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

de la fluorosis y los efectos del hambre se super-

ponen a los tóxicos del flúor.

## 22

Durante el período de latencia no necesariamente se produce pérdida del apetito ó disminución láctea. En animales jóvenes expuestos a excesos de F antes de la erupción de los dientes permanentes, los dientes se ven modificados en tamaño, forma, color, orientación y estructura.”

En la Argentina las aguas subterráneas de bebida con excesos de Flúor para el ganado vacuno, se encuentran en una gran zona ganadera que comprende el centro, NW y W de la provincia de Buenos Aires, E y N de La Pampa, S de Córdoba, E de San Luis y S de Santa Fe, de acuerdo con los informes de López (1994), Pechín (1994) y Sager (1994).

Los niveles para clasificar el agua por su concentración en Flúor son: Normal menos de 1.5 ppm; Dudoso : entre 1.5 y 2.5 ppm y Excesivo: más de 2.5 ppm (López; 1995).

Los excesos de Flúor en agua son la causa del desgaste dental prematuro en terneros en la provincia de Buenos Aires, esto hace que el crecimiento de las vaquillonas se retrase y que se descarten por diente antes del primer servicio, por lo que es necesario una reposición del 25%-30%, que es el doble del normal. En un muestreo realizado en el Partido de Benito Juárez (B. A.), en 234 muestras de agua de 79 establecimientos ganaderos, se encontró un 43% de muestras normales, 37.6% dudosas y 19.2% de excesivas, con un valor máximo de 6 ppm F. En los establecimientos con niveles excesivos de F estaban afectados por el desgaste dental prematuro (López; 1995). La comprobación experimental se hizo intercambiando terneras entre un establecimiento normal y otro afectado por el Flúor.

La solución del problema de los excesos de Flúor en agua no es sencillo, ya que hay que evaluar los costos, teniendo en cuenta las necesidades de agua de los animales. Las aguas problemas

se pueden mezclar con aguas de lluvia, hasta llegar a un nivel seguro, lo que exige tener reservas. Se puede hacer un tratamiento de desfluorinado de aguas, pasándolas por columnas, con cenizas de huesos activadas que retienen el F, pero esto es más usado para el consumo de la estancia que para el ganado.

Los fosfatos de roca naturales fosforitas y apatitas, tienen de 0.9 a 4.5% de Flúor y en promedio 3%, con una relación Fósforo a Flúor de 4 (P: F = 4), por lo que es riesgoso utilizarlos como suplementos minerales ya que pueden producir una intoxicación con Flúor.

La relación P: F = 100 es la mínima que se recomienda para utilizar los fosfatos como alimento para el ganado y está indicando que el producto tuvo un proceso de desfluorinado (Mc Dowell; 1993). Las cenizas de huesos tienen menos del 0.03% de F y una P:F=600 o mayor. Los fosfatos desfluorinados con 18 a 21% de Fósforo, deberían contener un máximo de 0.18 a 0.21% de Flúor.

Los suplementos minerales no deberían contener más del 0.2% de Flúor, de acuerdo con la el Departamento de Agricultura del Canadá (Crampton, 1961). El máximo tolerable para los bovinos de carne es de 20-100 ppm de F en la MS de la dieta, como se muestra en el CUADRO 3, dependiendo de la edad del animal y el tiempo que el mismo permanecerá en el establecimiento, un novillo en engorde a corral puede consumir el máximo, porque irá a frigorífico mucho antes de que se manifieste una fluorosis.

La problemática del Flúor en suplementos minerales está relacionada con la importación de fosfatos para alimentación animal, ya que en la Argentina no hay por ahora explotación de minas de fosforita, ni se fabrican fosfatos a partir de esa materia prima.

## Azufre

El azufre es un componente normal de las proteínas, ya que los aminoácidos que las forman, como la metionina, cistina y cisteína tienen azufre. En general la proteína de los alimentos con-

tiene 16% de Nitrógeno y 2% de Azufre, es decir que si el forraje tiene un 9% de proteína, el S será de 0.18%.

## 23

Las bacterias del rumen sintetizan proteínas a partir del S ó sulfatos del alimento y es por eso que se necesita agregarlo cuando los vacunos se alimentan con urea. También cuando se utilizan proteínas pasantes, que no dejan S en el rumen, sería necesario agregarlo en la ración. El aumento de S en la dieta tiende a reducir la producción de ácido láctico, lo que aumenta la eficiencia de utilización del alimento. La falta de S en la dieta aumenta la producción de ácido láctico en sangre, lo que puede usarse como diagnóstico de una deficiencia (NRC; 1996).

Los requerimientos de S del ganado vacuno no están bien establecidos, pero como se muestra en el CUADRO 3 se recomiendan entre 0.08 y 0.15% en la MS de la dieta.

Los verdeos de sorgos pueden causar una deficiencia condicionada de Azufre en vacunos, debida al contenido de ácido cianhídrico de esta forrajera. En el proceso de eliminación del HCN, se forman tiocianatos en hígado y rumen que se excretan por orina, para lo cual se consume S en forma proporcional, lo que genera el estado de deficiencia.

La suplementación con Azufre de vacunos en pastoreos de sorgo forrajero durante el verano, se hizo en tres años no consecutivos en la EEA Concepción del Uruguay. A novillos de unos 270 kg de peso vivo., se les suministró unos 15 g S /día, en una mezcla con sal al 20% de S. La ganancia de peso vivo de los tratados fue: 0.348, 1.015, 0.572 kg/día, un 13; 22 y 69% mayores

que los testigos sin S. Las partes verdes del sorgo tenían entre 0.125 y 0.10 % S en la MS y entre 25 y 144 ppm de HCN, niveles que se consideraron como tolerables. Los efectos positivos del tratamiento se atribuyeron a que el azufre agregado compensó al consumido para contrarrestar la formación del HCN en el rumen (Pozzollo y otro; 1985). En la EEA Las Breñas se hizo, en un solo año, pastoreo de sorgo, con 48 ppm de HCN, con novillos cruzas de 278 kg de peso vivo, con tres tratamientos, testigo sin suplemento mineral, suplemento mineral (mezcla de 50% harina de huesos más 50% sal con microelementos) y suplemento mineral con S en proporción 3:1 (25% S). En 80 días de pastoreo el consumo fue de 30 g mezcla/día y de 42 g mezcla con S/día, con un consumo promedio de 10 g S/día y con las ganancias diarias de 0.696; 0.714 y 0.676 kg/día/novillo para cada tratamiento respectivamente. No hubo efecto de la mezcla mineral ni del S en el aumento de peso vivo (Berti; 1990).

La deficiencia directa de Azufre en bovinos para carne en el país es poco probable, y si ocurre está relacionada con una mala alimentación proteica del ganado. La suplementación preventiva de los verdeos estivales de sorgo con una mezcla mineral hecha con 20 % de Azufre en rama y 80% de sal, puede mejorar la producción de carne de los vacunos en pastoreo en esta forrajera, especialmente en la región templada del país.

## Hierro

El hierro es un elemento esencial que compone la hemoglobina y la mioglobina, por lo tanto está involucrado en el transporte del oxígeno celular y respiración celular.

Los requerimientos de Fe de los vacunos no están totalmente establecidos, se recomiendan 50 ppm en la MS de la ración. En condiciones de pastoreo los requerimientos de hierro estarían cubiertos en la mayoría de las pasturas, como puede verse en los CUADROS 2 A á 5 A.

La deficiencia podría ocurrir en terneros alimentados con leche (que tiene 3.6 ppm Fe en MS). Los requerimientos de Fe para terneros son alrededor de 100 ppm y para animales adultos 50 ppm, el nivel máximo tolerable por animal es de 1000 ppm (NRC; 1996). Aplicaciones de hierro-dextrán inyectable a terneros al pie de la madre, en el S de Corrientes, desde el nacimiento al destete, no tuvieron ningún efecto ni en la ganancia de peso vivo, ni en parámetros sanguíneos (Coppo y otros; 1990). Sin embargo no hay que descartar una deficiencia temporaria de Fe en terneros de destete precoz.

## Manganeso

El manganeso cumple funciones esenciales en la formación de los huesos, el crecimiento y en la reproducción; es uno de los minerales con menor efecto tóxico. Los niveles de Mn recomendados para el ganado vacuno para carne están entre 20 a 40 ppm. El límite máximo tolerable es de 1000 ppm (NRC; 1996).

En pastizales de la Región NEA es improbable que ocurran deficiencias; pero en la Región Pampeana, habría un 38% de muestras de forrajeras deficientes en Mn, como se muestra en los

CUADROS 2 A á 5 A. El contenido de Mn es mucho menor en suelos con buena aptitud agrícola.

En rodeos con índices reproductivos no satisfactorios, una vez descartadas las causas sanitarias y de manejo, se podría probar si existe una deficiencia de Mn, comparando la preñez entre lotes de vacas con y sin suplemento del elemento, lo que ha sido recomendado por McDowell y otros (1993). El elemento puede suministrarse como Sulfato de Manganeso en mezclas minerales.

## Cobalto

El Cobalto integra la molécula de la Vitamina B12 (cianocobalamina) y como elemento mineral es utilizado por los microorganismos del rumen para sintetizarla. No hay evidencias de que exista síntesis de Vitamina B12 en los tejidos corporales de los rumiantes.

La nutrición de Vitamina B12 del ganado vacuno y del lanar, depende del suministro de Co y de la capacidad del rumen para sintetizarla, estando en condiciones de hacerlo a unas 6 a 8 semanas de edad. La B12 está involucrada en el metabolismo energético y proteico, de allí que una deficiencia de Co en la dieta es similar a la de una mala nutrición en general ó a una parasitosis interna, especialmente en vacunos en crecimiento (McDowell, 1993). El Cobalto es requerido por los *rhizobium* para la fijación de nitrógeno en las leguminosas. La concentración de Co de las leguminosas es mayor que el de las gramíneas cuando crecen en un mismo tipo de suelo, el ejemplo dado por Underwood (1981) muestra un rango de 0.07 a 1.5 ppm de Co en MS en Trebol Rojo y 0.03 a 1.0 ppm en el Rygrass en 15 pasturas de Escocia.

Los requerimientos de los bovinos para carne quedan satisfechos con 0.10 ppm de Co en la materia seca de la dieta, como se indica en el CUADRO 3.

La deficiencia de Co en el ganado vacuno en pastoreo es común en las regiones tropicales y de igual importancia que la de Na, P y Cu (McDowell, 1993). En algunas pasturas de la Región Pampeana se han detectado bajos niveles de Co (Ruksan; 1990). En la provincia de Buenos Aires, mediante técnicas de exploración

geoquímica en sedimentos de drenaje, se determinó que es posible que existan lugares con deficiencia de Co en la cuenca del río Samborombon, desde el partido de Magdalena hasta 40 km curso abajo, aunque no hay informes de vacunos con problemas en esa zona (Giuliodori y otros; 1998).

En caso de que se sospeche de una deficiencia de Co en vacunos en crecimiento, la mejor forma de salir de dudas es haciendo ensayos con animales suplementados, en potreros diferentes, ya que el Co se excreta por orina y eleva rápidamente el nivel del microelemento en las pasturas.

La deficiencia en vacunos puede ser detectada por análisis de Co ó de Vitamina B12 en suero ó hígado, siendo recomendable la determinación de B12 en hígado (Judson y McFarlane; 1998).

La suplementación con Co puede hacerse mediante suplementos minerales con Sulfato ó Carbonato de Cobalto. También pueden usarse balas ó bolos de Co, que se hacen tragar con lanzabolos y que por su alto peso específico quedan retenidos en el rumen por varios meses, tienen el inconveniente de que se cubren con una capa de fosfato de calcio que tiende a formarse en el líquido ruminal, lo que es evitado atando al bolo de cobalto un tornillo de hierro, sin embargo este método a sido prohibido en algunos países ya que los tornillos pueden causar inconvenientes en la maquinaria de los frigoríficos (Minson, 1990). Las inyecciones de vitamina B12 pueden usarse, pero se aplican semanalmente y resulta un tratamiento caro (McDowell y otros; 1993). Las balas de Co fueron muy utilizadas en todo el país en la década del 60, los efectos no fueron medidos adecuadamente y la práctica fue abandonada.

## Molibdeno<sup>25</sup>

Los requerimientos de Molibdeno de los animales son muy bajos, en el ganado vacuno no han sido totalmente establecidos, pero se recomienda 0.1 ppm en la MS de la ración (NRC; 1996).

El Mo forma parte enzimas relacionadas con la oxidación de las purinas y su reducción a citocromo C. En pollos se han producido deficiencias de Mo suministrando grandes cantidades de Tungsteno (W) que es su antagonista, con reducción del crecimiento y niveles de Mo en tejidos y de la enzima xantina oxidasa (Underwood; 1981). En las condiciones de pastoreo de los vacunos en nuestro país, es improbable que ocurra una deficiencia de Molibdeno.

El Mo tiene efectos tóxicos de por sí, siendo el ganado vacuno el menos tolerante. Las posibilidades de que ocurra una intoxicación dependerán de la cantidad de Cu disponible ya que éste actúa como protector de la toxicidad del Molibdeno. La importancia de la alimentación con Molibdeno esta en su interacción con el Cobre siendo 5 a 6 ppm de Mo en la MS el máximo nivel compatible con el almacenamiento del Cu (NRC; 1996).

Los niveles de Mo en Pasturas de la Región Templada se muestran en el CUADRO 2 A, siendo el mayor promedio de 12 ppm de Mo en Pasturas Graminosas, que deberían suplementarse con Cu para contrarrestar un posible efecto tóxico del microelemento. Los análisis de alguna muestras de Melilotus, en el departamento Plaza en la provincia del Chaco dieron entre 20 y 49 ppm de Mo en MS, en esas pasturas los novillos presentaban fuertes diarreas (comunicación del Dr. O. Balbuena, EEA Colonia Benítez; 1992).

Los altos niveles de Mo parecen ser frecuentes en pasturas cultivadas en varias zonas del país, en lugares donde han ocurrido problemas se puede suplementar con Cu inyectable ó en bateas. La fertilización con sulfato de cobre a razón de 5 a 7 kg/ha, es una práctica utilizada en Australia, pero cuando hay excesos de Mo, las aplicaciones se deben hacer cada dos años (Judson y McFarlane; 1998). Esta práctica debería ser implementada en la Argentina, en zonas donde la deficiencia de Cu esté comprobada.

## Cromo

El Cromo tiene funciones como componente del factor de tolerancia a la glucosa, que sirve para potenciar la acción de la insulina y actuar en el metabolismo energético. La información actual no es suficiente para determinar los requerimientos de Cr del ganado. Los compuestos orgánicos de Cromo tienen un valor biológico mucho mayor que las sales inorgánicas, según lo muestran estudios hechos en humanos y animales de laboratorio. La adición de 0.05 ppm de Cr como picolinato de Cromo ó polinicotinato de Cr a la dieta de terneros en crecimiento, aumentó la tasa de desaparición de glucosa. Agregando Cr a la ración (0.2 a 1.0 ppm de Cr), se aumentó la ganancia de peso vivo y la respuesta inmune en

terneros afectados por el transporte (NRC, 1996). El suministro de picolinato de Cr a corderos hizo decrecer la deposición de grasa y alterar las características de la carcaza (Kitcharlong y otros, 1995). Estos estudios indican que en algunas situaciones puede ser necesaria la suplementación con Cr de los bovinos para carne.

La máxima concentración de Cr tolerable en el ganado para carne es de 1000 ppm, en la forma trivalente como CrCl<sub>3</sub>. Las sales hexavalentes de Cr son mucho más tóxicas que las trivalentes por lo que no son recomendables para usar (NRC, 1996).

## Silicio 26

El elemento Silicio compone con el Oxígeno la Sílice:  $\text{SiO}_2$ . El Si es el segundo elemento más abundante de la tierra, después del oxígeno y no se lo encuentra en estado libre en la naturaleza. La Sílice contiene 46.74% de Si y su forma más común es la arena. La  $\text{SiO}_2$  está presente en gran cantidad de plantas y por lo tanto forma parte de la dieta de los vacunos. Los huesos contienen algo de Silicio en forma de silicatos. Los problemas en los animales son debidos más a los exceso de Si, que a la deficiencia. Algunos tipos de cálculos urinarios están asociados con altos consumos de Si, especialmente en toros y carneros.

La digestibilidad de la MS de las forrajeras sería afectado por el porcentaje de Sílice, según Van Soest y Jones (1968), cuando  $\text{SiO}_2$  es mayor del 2%, la MS disminuye 3 unidades de digestibilidad por unidad de Sílice. Sin embargo Minson (1971) no encontró ningún efecto de la Sílice en la digestibilidad de la materia orgánica del *Panicum coloratum*, atribuyendo los efectos encontrados por Van Soest a una disminución de la disponibilidad de los microelementos los producida por la Sílice (adsorción) que afectaría las bacterias ruminales.

El porcentaje de Sílice de 297 muestras de pastos de la Región NEA fue  $6.20 \pm 2.98\%$  en la MS; con un promedio máximo de 8.3% en los Altos forestales del Chaco y un mínimo de 3.96% en las Lomadas Arenosas del W de Corrientes. Los promedios por Región Natural se muestran en el CUADRO 6 A. La  $\text{SiO}_2$  de un raygrass en rebote fue: 2.9%; de una alfalfa común: 1.2% y del *Paspalum notatum* cortado verde en otoño: 5.0%. En

la EEA de Mercedes tampoco se encontró un efecto de la Sílice en la digestibilidad en Rumen de diversas forrajeras de la zona (Mufarrege y otros, 1998).

El efecto más importante de la Sílice en pastos el ganado vacuno de la Región sería el desgaste por erosión que produciría en los dientes, lo que obliga a refugar las vacas a los 5 ó 6 años de edad, ya que no pueden alimentarse como para criar un ternero.

Los efectos del Si en producción animal han sido evaluados recientemente. El agregado de Si (como  $\text{SiO}_3\text{Na}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) a la ración en dosis crecientes de 20 ppm mostró una respuesta máxima de 1110 g/ía en la ganancia de peso vivo de terneros a la dosis de 190 ppm, un 10.2 % mayor que la dosis de 170 ppm y 4.1% mayor que la de 210 ppm de Si (Kokorev y otros, 1991). Algunas investigaciones sobre el efecto del Si en ovinos, mostraron que suministrando a corderos 5.82% de Si en la MS, el aumento de peso vivo fue del 11% y el de lana 5.2%, respecto de los testigos sin agregado de Si y hubo una mejora en la media res, carne y calidad de lana (Kokorev y otros, 1990).

Los estudios sobre los efectos del Si en el crecimiento y producción de rumiantes son complicados debido a que es difícil conseguir alimentos y también instalaciones no contaminadas con el elemento. Los aspectos a tener en cuenta sobre los efectos del Silicio en la producción de los bovinos para carne en el país serían: la disminución de la calidad del pasto y el desgaste de los dientes por erosión.

## Níquel

La deficiencia de Níquel ha sido producida experimentalmente en varias clases de animales. Sin embargo la función del Ni en el metabolismo de los mamíferos es desconocida. El Níquel es un componente esencial de la ureasa en las bacterias ureolíticas y el agregado en la dieta de rumiantes a incrementado la actividad la ureasa ruminal en varios estudios (NRC, 1996).

La concentración de Ni de gramíneas y leguminosas no parece ser diferente cuando crecen en

un mismo suelo, para un Trébol Rojo fue 1.98 ppm y para un Ryegrass 1.95 ppm (Underwood, 1981).

La información disponible no es suficiente como para establecer los requerimientos de Ni para el ganado vacuno para carne. La concentración máxima tolerable ha sido estimada en 50 ppm de la dieta (NRC, 1996). Hasta el presente el Ni parecería no tener importancia práctica en la alimentación del ganado (Underwood, 1981),

debido a que la disponibilidad del elemento en pastos y otros alimentos sería suficiente.

### Arsénico y otros elementos minerales

El Arsénico es un elemento mineral conocido como veneno y que ha sido usado para combatir plagas, como por ejemplo en baños contra la garrapata y la sarna y como herbicida. Los compuestos orgánicos como sales de ácidos arsénicos, han sido utilizados en el engorde de novillos como si fuesen antibióticos reguladores de la microfauna del rumen; pero debido a su toxicidad y a la aparición de nuevas drogas, han dejado de ser usados.

El Arsénico es un componente natural de las aguas subterráneas siendo los niveles de tolerancia de 0.05 ppm para el consumo humano y 0.2 ppm para consumo animal (Sager, 1997). Las perforaciones con aguas con niveles de As mayores que 0.3 ppm, tomado como nivel de seguridad para el ganado vacuno, se encuentran en varias zonas del país como son: E del Chaco (Machagay) y S E de Córdoba (AAPA, 1985); en el NW de San Luis (Sager, 1994); en las cuencas de abasto N y S (Maldonado May, 1998) y en el partido de Rivadavia en la provincia de Buenos Aires (Duarte y otros, 1998); en la Región SE de La Pampa (Pechín, 1994) y en tambos medianos de la cuenca lechera de La Pampa (Lagger y otros, 1998).

Si bien hay informes de aguas arsenicales en el país, no se informan casos de mortandad de vacunos por intoxicación crónica con Arsénico. Según Garner (1970) los síntomas de una intoxicación crónica con As serían poco claros: indigestión, sed, consunción y aspecto de agotamiento general, con un pelo seco y las mucosas con coloración rojo ladrillo; el pulso

con coloración rojo ladrillo; el pulso sería débil y la temperatura sería normal.

El As se acumula en casi todos los tejidos y especialmente en hígado; en los vacunos puede llegar a niveles que excedan el tolerable para consumo humano y es allí donde estarían los mayores perjuicios en la producción.

Los otros microelementos que han mostrado ser esenciales son Boro, Cadmio, Litio, Plomo, Estaño y Vanadio; pero la deficiencia de ellos no ha sido verificada en muchas especies de animales domésticos, por lo que la suplementación no se considera necesaria en el presente (McDowell y otros, 1993).

El Cadmio y el Plomo pueden ser contaminantes de los Fosfatos de Calcio ó del Oxido y Sulfato de Zinc, que se utilizan en mezclas minerales. Estos elementos se acumulan también en la carne y en las vísceras de los vacunos pudiendo llegar a niveles perjudiciales para las personas que las consuman como alimentos. Los niveles ó cantidades máximas tolerables en los Fosfatos de Calcio para alimentación del ganado establecidos en Sudáfrica son: Arsénico: 10 ppm; Cadmio: 10 ppm y Plomo : 30 ppm (Basson, 1998) que no difieren mucho de los fijados en los EEUU y CEE. En tanto que para los compuestos de Zn, habría que tener en cuenta los máximos tolerables de la ración dados en el CUADRO 3 y evaluar el análisis del producto que se va a utilizar como suplemento en relación con su consumo probable.

## IV. Mezclas minerales para el ganado

La tecnología de la suplementación mineral en sistemas extensivos de producción de carne, se basa en que el consumo de las mezclas minerales debe ser voluntario necesariamente. Los vacunos no van a las bateas si las mezclas no son palatables ó si no tienen el hábito de hacerlo, aunque las mezclas tengan un buen consumo. Es por eso que una buena práctica es acostumbrar por lo menos a las terneras, a consumir alimentos en bateas desde que están al pie de la

madre, lo que puede hacerse por "creep feeding" ó cuando son destetadas.

El concepto de que los animales consumen los minerales que necesitan está equivocado. Los vacunos reconocen y buscan para comer: la Sal; la materia orgánica vegetal como son forrajes, melaza, tortas oleaginosas; y los huesos de campo (y harina de huesos digestados) cuando están deficientes en Fósforo.

Los ensayos de campo para probar la palatabilidad de dos ó más mezclas minerales tienen que hacerse en potreros separados, es decir una mezcla por grupo de animales y por batea. Las comparaciones se harán midiendo el consumo voluntario diario por vacuno de cada mezcla.

**28** Algunos microelementos, como el Cobre, se suplementan como inyectables. En caso de que se suministre alguna ración, con concentrados energéticos ó proteicos, los minerales deben incorporarse a estos alimentos: la vaca debe ir a una sola batea y allí comer todo lo que necesita.

## Calidad de una mezcla mineral para el ganado

*El sistema extensivo de producción determina la primera condición de calidad de una mezcla mineral:*

1.- El consumo voluntario debe ser alto y cuanto mayor sea, mayores posibilidades de control de la suplementación se tienen. Esta condición depende de mecanismos fisiológicos del animal, exige ensayos y experiencia en alimentación de los animales.

*La segunda condición de calidad de una mezcla mineral debe ser:*

2.- No contener gérmenes que transmitan enfermedades, es decir que se debe garantizar la esterilidad; y no contener elementos tóxicos, ni para los animales ni para el hombre, como fue señalado en el CUADRO 3. Esta segunda condición es limitante pero perfectamente controlable. La esterilización se consigue mediante tratamientos térmicos.

Las harinas de huesos digestados no pueden utilizarse en mezclas minerales, de acuerdo con la Resolución No. 252, del 12 de mayo de 1995, del Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA): "debido a la imperiosa necesidad de mantener libre al país de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (BSE); prohíbese en todo el territorio nacional la utilización de harinas de carne y hueso, de origen bovino y/o ovino para la alimentación de rumiantes".

La Resolución SENASA No. 611, del 2 de octubre de 1996; modificó la resolución anterior: "Prohíbese la administración con fines alimenticios y suplementarios, de proteínas cuyo origen sea de animales rumiantes (harinas de hueso, harinas de carne, harinas de órgano y cualquier otro producto que las contenga) a los animales rumiantes, ya sea como único ingrediente o mezclada con otros productos. Se exceptúan las proteínas lácteas. Se autoriza para suplemento de la

alimentación de rumiantes, como aporte de minerales (fósforo y calcio) de origen animal, a la ceniza de hueso proveniente de animales rumiantes. Ceniza de hueso obtenida a 600 °C durante 1 hora por lo menos. Se deroga la Resolución 252 del 12/05/95".

Las harinas de huesos digestados y la sal de curtiembre no debe utilizarse en mezclas minerales ni en otros alimentos para el ganado. Las cenizas de huesos pueden utilizarse si están autorizadas por SENASA.

*La tercera condición de calidad de una mezcla mineral puede ser:*

3.- El porcentaje de los elementos minerales en la mezcla debe permitir cubrir las necesidades de los animales y los portadores deben tener una disponibilidad biológica adecuada con ese porcentaje. Como los requerimientos son también satisfechos con los minerales que el animal consume de la pastura, esta condición tiene que ser comprobada con ensayos de pastoreo en lugares representativos.

La disponibilidad biológica de un elemento mineral en una sustancia portadora, se obtiene en ensayos de alimentación con animales, que pueden ser rumiantes ó no, en los cuales se miden los efectos de los diferentes portadores en algún parámetro productivo y luego se comparan tomando a uno de ellos como de disponibilidad 100.

Como por ejemplo al comparar la Harina de Carne con un Fosfato Bicálcico, como fuente de Fósforo en la alimentación de pollos, el peso de las Cenizas en de la Tibia a los 20 días de edad fue 7.8 % mayor en el Fosfato. Si se toma como 100 la disponibilidad del P en la Harina de Carne, en el Fosfato será 107.8, una disponibilidad algo mayor (Suárez y otros, 1995).

## Los componentes y sus proporciones en las mezclas minerales.

**CUADRO 6.** Consumo voluntario de mezclas con Fosfato Bicálcico, Sal y afrechillo de arroz. Terneras de 175 kg peso vivo. EEA-INTA Mercedes. (1996).

FOSFATO BICALCICO	AFRECHILLO DE ARROZ	SAL	CONSUMO TERNERAS	CONSUMO VACAS
33%	17%	50%	55.0 g/día	90 g/día
33%	33%	33%	71.2 g/día	141 g/día
33%	50%	17%	166.4 g/día	280 g/día

Las mezclas minerales que se utiliza en la mayoría de los países donde se aplica esta tecnología tienen: 6% de Fósforo Total y 12% de Calcio. En tanto que la Sal (Cloruro de Sodio) varía entre el 20 y el 50%, los agregados de microelementos se hacen cuando la necesidad de estos ha sido investigada adecuadamente.

La relación Fósforo:Calcio más conveniente para los vacunos es 1:2. Esta proporción entre los dos elementos es la que tiene el hueso de los animales y debe ser considerada como una relación de seguridad. En el Fosfato bicálcico la relación P:Ca es 1:1.3, que en la mayoría de las situaciones nos necesario modificar, con el agregado de Carbonato de Calcio. La confusión sobre este tema se origina posiblemente porque para la alimentación de monogástricos se utilizan otras proporciones P:Ca, que varían de acuerdo a la edad y condiciones de producción, como por ejemplo en los porcinos que puede llegar a 1:8.

Las mezclas minerales totalmente inorgánicas pueden tener inconvenientes, como por ejemplo un bajo consumo que no alcance a suministrar los 5 g P/animal/día recomendados, ó que se endurezcan en las bateas después de una lluvia

y los animales dejen de consumirla. En la EEA de Mercedes (Ctes.), se hicieron ensayos de consumo voluntario de diferentes mezclas hechas con Fosfato bicálcico, sal y afrechillo de arroz, con terneras de unos 175 kg de peso vivo. Las proporciones utilizadas se muestran en el CUADRO 6, las mezclas tenían igual porcentaje de Fósforo (6 %).

El consumo voluntario de las mezclas aumentó en forma cuadrática con el agregado de afrechillo de arroz, mientras que la cantidad de sal consumida se mantuvo en  $26.3 \pm 2.6$  g sal/ternera/día. El consumo probable por vacas, que se da en el CUADRO 6, se estimó con el supuesto de que la ingestión de sal es proporcional al peso metabólico del vacuno, lo que debería ser verificado (Mufarrege y Aguilar, 1996). La mezcla con 33% de cada componente parece ser la más adecuada y ha sido probada y adoptada en diferentes establecimientos de la región, con buenos resultados.

El afrechillo de arroz puede ser reemplazado por afrechillo de trigo, sorgo molido ó tortas de oleaginosas y de cítricos, siempre que resulten atractivos para los animales.

**CUADRO 7.** Porcentajes de Fósforo, Calcio y Flúor en portadores comerciales que se pueden conseguir en la Argentina. (1998 – 1999).

PRODUCTO	% P	% Ca	% F	mg F/g P
Cenizas de huesos	18	33	0.03	1.6
Fosfato bicálcico	18	22	0.12	1.2 – 9.1
Fosfato mono-bicálcico	21	18	0.15	7.2
Fosfato de roca	15	51	4	151 – 256
Superfosfato triple	20.7	15	3	114 - 155
Fosfato monoamónico (MAP)	21.8	0	3	98 – 143
Idem desfluorinado	23	0	0.20	11
Fosfato diamónico (DAP)	20.2	0	2.40	109 – 124

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

Fosfato monosódico	25.3	0	s.d.	s.d.
Acido fosfórico	46	0	s.d.	s.d.
<b>MAP:</b> 10% Nitrógeno; <b>DAP:</b> 21% Nitrógeno. No suministrar a caballos ó monogástricos.				

Las fuentes de Fósforo disponibles en el país para utilizar en la preparación de mezclas minerales se muestran en el CUADRO 7. El Fosfato de Sodio y el ácido fosfórico se usan más en otros tipos de preparados. La disponibilidad biológica del P en el fosfato de roca es considerada como intermedia, en tanto que en los restantes productos es alta (McDowell y otros, 1993). Los fosfatos de amonio no se deben suministrar a los caballos y otros monogástricos, ya que pueden intoxicarse por la formación de amoníaco.

Al tratar el elemento Flúor, se señalaron los límites tolerables en los fosfatos. El porcentaje de

30

Flúor no debe ser mayor del 0.3% de F en el portador de Fósforo y no mayor del 0.2% de F en la mezcla mineral (Canadá). Otra relación a tener en cuenta, de acuerdo con recomendaciones para la nutrición de P en el ganado en Australia, es que los mg F/ g P deben ser menor de 40, (McCosker y Winks, 1994).

Los Fosfatos son desfluorinados cuando la relación P/F en porcentaje es mayor de 100; pero también tiene que considerarse la cantidad de Flúor que pueda ingerir el animal, antes de elegir el portador de Fósforo. Por periodos cortos y en animales adultos con destino a frigorífico, puede usarse cualquiera de los fosfatos considerados.

**CUADRO 8.** Porcentaje de macro y microelementos en sustancias (portador) que se comercializan como alimentos y disponibilidad biológica del elemento.

ELEMENTO	PORTADOR	% Elemento	Disponibilidad
Ca	Carbonato de Calcio	40	Intermedia
P	Fosfato Bicalcico	18	Alta
Mg	Oxido de Magnesio	60,34	Alta
Mg	Carbonato de Magnesio	28,84	Alta
K	Cloruro de Potasio	52,44	Alta
Na	Cloruro de Sodio	39,34	Alta
Cl	Cloruro de Sodio	60,66	Alta
S	Azufre en rama	100.00	Baja
S	Sulfato de Calcio	14,17	Baja
Co	Sulfato de Cobalto	20,97	Efectivo
Cu	Sulfato de Cobre	25,44	Alta
I	Ioduro de Potasio	76,44	Alta
Fe	Oxido de Hierro	67,68	No disponible
Mn	Sulfato de Manganeso	32,5	Alta
Se	Selenito de Sodio	30,03	Alta
Zn	Sulfato de Zinc	22,74	Intermedia
Zn	Oxido de Zinc	80,32	Alta
Mo	Molibdato de amonio	57,71	Sin referencia
La disponibilidad biológica se ha tomado del manual de McDowell y otros, 1993.			

El porcentaje de macro y microelementos en sustancias que pueden ser usadas en mezclas minerales y que normalmente se consiguen en las droguerías especializadas, se dan en el CUADRO 8. La disponibilidad biológica de cada elemento en el portador comercial se ha tomado de Mc Dowell y otros (1993), pero no están dadas en porcentajes porque existen diferencias en las evaluaciones de un mismo elemento por dife-

rentes grupos de investigación; aunque la tendencia general es la que se indica.

La mejor forma de incorporar los microelementos es mediante núcleos comerciales preparados por empresas especializadas, que pueden ser hechos a pedido, según las necesidades de cada establecimiento ganadero y que deben comprar-

se con el análisis claramente indicado para cada elemento.

Los microelementos más importantes, de acuerdo a la revisión efectuada son: Cobre, Zinc, Cobalto, Yodo y Selenio, con los cuales deberían hacerse básicamente los núcleos mencionados.

### 31

#### Datos prácticos sobre la suplementación mineral del ganado

El consumo voluntario de mezcla de harina de huesos y sal, medido en vacas y ovejas en la Estación Experimental Agropecuaria de Mercedes y el aporte promedio diario de Fósforo suplementario, se muestran en el CUADRO 9.

Los datos de consumo pueden ser utilizados para calcular la carga de las bateas, conociendo la categoría y número de animales del potrero y tratando de hacer el reparto de la mezcla en períodos no mayores de diez días.

La mezclas hechas con afrechillo y sal tienen un consumo voluntario algo mayor, por lo que las bateas pueden quedar vacías antes del tiempo calculado. Una diferencia de dos o tres días es compensada por el tiempo en que los fosfatos quedan suspendidos en el rumen y no habría que hacer correcciones; pero si la diferencia es mayor, habría que aumentar el porcentaje de sal y bajar el de afrechillo, hasta que el consumo resulte satisfactorio.

**CUADRO 9.** Cantidad de Fósforo suplementario y Consumo de mezcla mineral con 6% P y 50% Sal en Campos Naturales al Este del Río Corrientes.

Categoría del Animal	g P/día	Consumo de la mezcla	
		g /día	kg /año
Vacas con cría	5.0	80	30
Vaquillonas	4.0	60	20
Toros	6.0	100	40
Ovejas con cría	0.5	8	3
Borregas	0.4	4.4	2
Caballos	6.0	100	40

El número de bateas por potrero puede estimarse en una cada 50 vacas y una carga práctica es de una bolsa de 50 kg por batea.

Las bateas deben ubicarse en lugares de paso obligado de los animales, de tal manera que las encuentren y no que salgan a buscarlas; como por ejemplo las bateas pueden colocarse cerca de las aguadas o en los dormideros.

## APENDICE

### V. Requerimientos de minerales de vacunos en crecimiento

Los requerimientos de Fósforo y Calcio de un ternero creciendo eficientemente se muestran en el CUADRO 1 A. Los requerimientos en g/día aumentan a medida que el ternero va creciendo, pero la concentración de P y Ca en la MS de la ración disminuye, porque la calidad del alimento va disminuyendo. Durante los primeros 60 días el ternero se alimenta de la leche de la vaca con 100% de TND en la MS, a los 100 días de edad, la ración puede contener 80% y después de los 150 días es suficiente un 70% de TND, para mantener un ritmo de crecimiento de 1.0 kg/día. En tanto que el porcentaje de proteína de la ración necesario es 23%; 16% y 14% para la edades señaladas.

Las cantidades de los otros minerales siguen la misma tendencia y se estiman en base a la ración diaria y los requerimientos de cada elemento dados en el CUADRO 3.

Por ejemplo el requerimiento de Cobre a los 150 días se estima en:

$$1.25 \text{ kg MS/día} \times 8 \text{ mg Cu/kg MS} = 10 \text{ mg Cu/día}$$

La cantidad de Cu a suplementar depende del contenido en Cu del pasto ó del concentrado que se esté suministrando.

El engorde terneros ( "bolita") hasta unos 240 kg de peso vivo es un sistema de producción de

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

carne de calidad, lo que exige un crecimiento de unos 1.6 kg/día/animal. La alimentación se puede hacer con una ración de grano entero de maíz

mezclado con un concentrado proteico a razón de unos 2.66 kg MS/ 100 kg peso vivo.

**CUADRO 1 A.** Edad, peso vivo del ternero y necesidades diarias de alimentos, para un crecimiento eficiente. Requerimientos de Fósforo y Calcio. (según J. Fontenot, 1994).

EDAD Días	Peso vivo kg	Ganancia kg/día	Ración kgMS/día	P		Ca	
				g/día	%	g/día	%
0	40	0.20	0.45	4	0.89	7	1.56
50	50	0.40	0.57	5	0.88	9	1.58
75	60	0.54	0.80	8	1.00	13	1.63
100	75	0.90	1.36	9	0.66	16	1.18
130	100	1.25	2.00	11	0.55	20	1.00
150	125	1.25	2.38	13	0.55	22	0.92
170	150	1.00	3.99	14	0.35	32	0.80
220	200	1.00	4.89	15	0.31	31	0.63
270	250	1.00	5.80	16	0.28	29	0.50
320	300	1.00	6.73	16	0.24	29	0.43

El porcentaje promedio de proteína de la ración sería de un 14-15% en la MS y los minerales que habría que suplementar, también en promedio, serían:

Macroelementos:

Ca: 0.6% ; P: 0.2% ; Na:0.4%; y K: 0.14% en la MS de la ración.

Microelementos:

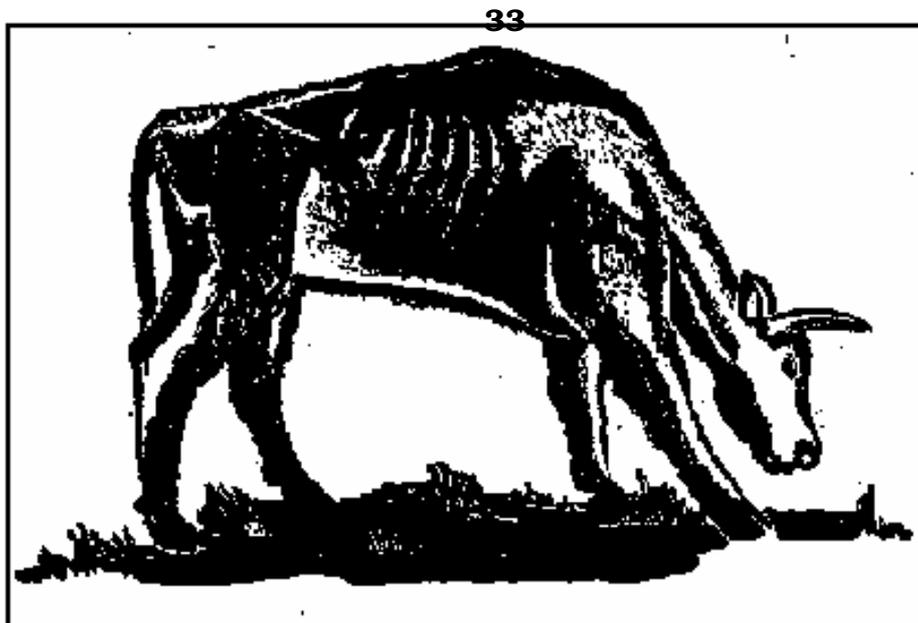
Co: 0.16; Cu: 17.0; I: 0.33; Mn: 33.8; Se: 0.08 y Zn: 50 en ppm de la MS de la ración (datos tomados de Noon y otros, 1998).

Por lo general estos minerales están incluidos en los núcleos comerciales que se utilizan, pero si no es así habría que tener en cuenta el listado de minerales y suministrarlo a los animales mezclados con los concentrados.

## VI. Chichaca ó Mal de Paletas

Esta enfermedad se presenta, sin distinción de raza, en vacunos. En establecimientos de la provincia de Corrientes donde no se suplementa con mezclas minerales se observa hasta un 3% de casos de mortandad. En general afecta a vacas en lactancia y en épocas de poco pasto ó pasto seco. El animal afectado se presenta como muy flaco, con síntomas de dolor en las articulaciones de los miembros anteriores y posteriores, con poco apetito, pica, mostrando a veces fracturas de paleta y costillas. El animal se recupera si se le quita el ternero (pudiendo llegar a morir si no se lo hace) y cambia de potrero, aunque puede volver a enfermarse en la siguiente lactancia.

En autopsias practicadas en cuatro vacas con chichaca se observó: hipotofia de hígado y bazo debida a deficiencias nutricionales, callosidades en costillas y articulaciones a causa de fracturas, desosificación de la articulación fémoro- tibio-rotuliana, cartílago de las superficies articulares fino y arrugado; en tanto que el estudio histológico de los huesos reveló poca formación ósea y mucha porosidad, todo lo cual indica una afosforosis aguda (¿ó crónica?) y deficiencias energéticas y proteicas.



**Figura 1 A.** Vaca de cría con deficiencia extrema de Fósforo ( Barnes; J.E. ; 1960).  
(En la provincia de Corrientes: Vaca Chichaca).

El análisis de sangre de las cuatro vacas dio los rangos: Fósforo inorgánico de 2.0 á 5.0 mg P/dl ; Hemoglobina: 10 á 12.8 y Volumen Globular: 30.6 á 39%. La vaca con mayor nivel de Fósforo estaba en estado agónico.

El promedio de Fósforo inorgánico en sangre para 8 vacas chichacas en la zona de Paso de los Libres fue:  $2.3 \pm 0.62$  mg P/dl, con 3 animales por debajo de 2.0 y 6 animales por debajo de 2.5 mg/dl. Lo que confirmaría como afosforosis al estado de los animales (Kraemer y Mufarrege, 1965).

## VII. Composición mineral de recursos forrajeros de la Región Templada.

La composición mineral de diferentes tipos de pasturas y recursos forrajeros de la Región Templada, fue determinada en muestras tomadas en establecimientos ubicados en las provincias de Buenos Aires, Centro y S de Santa Fe, E y N de La Pampa, S de Córdoba y S y Centro de Entre Ríos, por técnicos del Estudio Ledesma Arocena y Asociados. Los análisis se realizaron en el laboratorio de la Northeast Dairy Herd Improvement Association de Itahaca, N.Y., EEUU. Las muestras fueron calcinadas a 500 °C. Las cenizas

se trataron con HCl y luego con ácidos nítricos y clorhídrico. Los elementos se determinaron por espectrometría, utilizando un ICP (Inductively Coupled Plasma Spectrometer) (Vidart, 1996).

El porcentaje de muestras deficientes, fue determinado con la función Distribución Normal, tomando, el promedio, desvío standard y los requerimientos del elemento de un novillo de 250 kg ganado 0.5 a 0.6 kg/día, como valor de referencia.

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

## 34

**CUADRO 2 A.** Composición mineral de forrajes en la región Pampeana de la República Argentina.

Fuente: Vidart (1996).

Concentración en MS	%						ppm					NUM
Elemento	Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Zn	Cu	Mn	Mo	
<i>Requerimiento Novillo</i>	0.3	0.2	0.1	0.6	0.06	0.12	50	20	6	50	0.1	
AVENA VERDE	0.3	0.3	0.16	3.67	0.11	0.23	715	23	8	112	2.6	10
	0.09	0.08	0.031	1.1	0.162	0.06	669	7	3	75	0.9	
RYE GRASS TAMA	0.32	0.26	0.166	3.88	0.152	0.28	652	23	9	69	2.3	9
	0.06	0.1	0.018	0.99	0.21	0.06	898	5	3	26	1.2	
SORGO FORRAJERO	0.32	0.29	0.215	3.65	0.017	0.1	171	39	11	43	1.7	4
	0.06	0.06	0.009	0.8	0.004	0.01	88	5	3	5	0.5	
MAIZ EN PLANTA	0.15	0.22	0.138	0.97	0.031	0.14	109	25	7	22	2.0	25
	0.09	0.1	0.025	0.57	0.13	0.01	84	19	3	17	1.0	
PASTURAS GRAMINOSAS	0.56	0.23	0.185	2.48	0.086	0.21	355	38	8	86	12.0	93
	0.2	0.08	0.039	1.09	0.104	0.07	361	27	3	51	5.0	
PASTURAS LEGUMINOSAS	1.16	0.3	0.251	3.49	0.069	0.24	232	28	10	60	4.6	82
	0.26	0.06	0.048	0.57	0.065	0.07	135	8	2	14	2.3	
HENO DE PASTURAS LEGUMINOSAS	0.94	0.26	0.202	3.15	0.103	0.22	232	21	10	57	2.2	5
	0.11	0.01	0.032	0.25	0.063	0.04	66	3	0	16	1.0	
HENO DE PASTURAS GRAMINOSAS	0.41	0.18	0.163	2.24	0.039	0.13	179	24	8	48	1.7	10
	0.13	0.04	0.048	0.57	0.044	0.03	101	7	4	15	0.8	
SILAJE DE SORGO	0.24	0.16	0.117	1.47	0.009		217	26	7	31	1.6	3
	0.05	0.08	0.063	0.64	0.003		94	14	3	12	0.2	
SILAJE MAIZ	0.22	0.19	0.157	1.38	0.019	0.1	258	30	8	37	2.5	63
	0.08	0.05	0.039	0.33	0.026	0.02	165	8	4	15	0.7	
SILAJE PAST GRAMINOSAS	0.57	0.24	0.176	2.82	0.092	0.16	402	24	7	69	2.4	10
	0.17	0.06	0.042	0.55	0.071	0.05	153	7	2	13	0.8	
SILAJE PAST LEGUMINOSAS	1.01	0.23	0.201	3.06	0.096	0.2	591	26	10	67	2.7	11
	0.22	0.02	0.022	0.36	0.118	0.04	408	5	2	20	1.5	
Todas las muestras	0.61	0.24	0.19	2.52	0.07	0.18	304	30	8.6	61	5.6	325
	0.41	0.08	0.055	1.17	0.095	0.08	322	17.1	3.17	39.4	5.00	
%muestras deficientes.	22	30	5	5	48	21	21	27	21	38	13	325

En el CUADRO 3 A se presentan los datos de análisis de pasturas, henos y silajes de casos particulares, que se incluyen como ejemplos y como la información de interés general.

35

Las observaciones más importantes hechas por Vidart (1996) para cada elemento en particular fueron:

Calcio: se confirma el buen aporte de las leguminosas y sus reservas; en algunos verdeos puede ser deficiente.

**CUADRO 3 A.** Composición de pasturas y forrajeras de la región Pampeana. Fuente: Vidart (1996).

Concentración en MS	%						Ppm				
	Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Zn	Cu	Mn	Mo
Requerimiento Novillo	0.3	0.2	0.1	0.6	0.06	0.12	50	20	6	50	0.1
Pastoreos varios											
GRAMA RHODES	0.48	0.25	0.11	1.9	0.288		200	26	11	157	1.3
AVENA	0.25	0.22	0.13	1.99	0.217		147	25	5	74	1.0
Henos varios											
MELILOTUS	0.45	0.16	0.11	2.45	0.009		59	8	5	17	1.8
MOHA	0.23	0.19	0.19	2.54	0.053		258	43	10	46	1.5
RYE GRASS	0.47	0.16	0.17	2.77	0.006		121	18	5	103	2.1
COLA DE SOJA	0.91	0.09	0.36	0.84	0.015		194	10	7	37	1.0
COLA DE TRIGO	0.18	0.07	0.07	0.77	0.014		177	13	4	31	1.0
Silajes varios											
AVENA	0.33	0.27	0.18	3.8	0.042		256	19	8	122	1.6
RYEGRASS	0.71	0.26	0.24	3.33	0.037		168	28	6	48	1.4
SOJA PASTOREO	1.05	0.18	0.3	1.65	0.017		1710	29	13	125	3.2

**Fósforo:** Los valores bajos, menores de 0.18% están asociados a un estado fenológico avanzado, especialmente en henos de pasturas que se cortan muy "pasados", silajes de maíz y henos de rastrojos.

**Magnesio:** Las leguminosas tienen un contenido mayor que las gramíneas. En el sorgo se ven los porcentajes más altos. Son muchas las determinaciones que dan menos de 0.2% de Mg en MS, que se puede considerar el límite para una deficiencia primaria de Mg.

**Potasio:** los niveles por lo general son altos. Existe mucha variabilidad. En verdeos y pasturas tiernas se llegan a encontrar valores excesivos del orden del 5% ó más. Estos resultados plantean la necesidad de tener más datos de investigación sobre el grado de interferencia de estos niveles de K con la absorción del Mg y la movilización del Ca en la vaca lechera alrededor del parto. El silaje de maíz presenta el menor porcentaje de K y es un recurso útil para alimentar

vacas lecheras en el parto. La mayoría de los planteos pastoriles en la zona de invernada utilizan verdeos durante el invierno, la composición química hace pensar en problemas de hipomagnesemia, que sin embargo no se presentan por que los recursos se destinan a animales de corta edad.

**Sodio:** la variabilidad es amplia con valores muy deficientes hasta suficientes.

**Azufre:** en general se encuentran valores satisfactorios. Los valores más bajos se encontraron en maíz en planta, sorgo forrajero, silajes de maíz y henos de rastrojos.

**Hierro:** todas las muestras tienen un contenido suficiente.

**Zinc:** son muchos los análisis que indican deficiencia, lo que concuerda con la respuesta positiva encontrada a la suplementación en vacas lecheras. Las pasturas gramíneas tienen un

LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

promedio mayor que las pasturas leguminosas, lo que en teoría debería ser a la inversa. El promedio de Zn para las pasturas gramíneas puede estar aumentado por 8 muestras provenientes de

la zona de Gualeguaychú en Entre Ríos, que tuvieron un contenido superior a las 90 ppm de Zn en MS.

**Cobre:** se tienen niveles normales a marginales, los valores mínimos pueden marcar una deficiencia primaria del elemento.

secundaria de Cobre, cuando los valores de Cu son normales ó marginales.

**Manganeso:** No habría mayores problemas con el Mn.

Los promedios marcan tendencias, pero existe mucha variabilidad en el rango de valores encontrados para muchos minerales y pueden existir extremos para los cuales el promedio no es representativo. Por lo tanto es importante trabajar con datos de análisis propios.

**Molibdeno:** Los niveles son muy variables, hay valores que pueden condicionar una deficiencia

## VIII. Minerales en pastizales de la Región NEA.

La Estación Experimental Agropecuaria de Mercedes (Ctes.), ha hecho análisis de Fósforo en pastos desde 1964 y en numerosos análisis y situaciones, se ha establecido que el porcentaje promedio en los pastizales de la Región Oriental de la Provincia de Corrientes es de: 0.1 g/100 g MS, o sea 0.1% de Fósforo en la Materia Seca.

pastizales de la Región NEA, se amplió a partir de 1990, cuando comenzaron a efectuarse en la E.E.A. de Mercedes análisis de Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre y Potasio, complementando los de rutina.

Con este porcentaje de Fósforo el crecimiento de los novillos y vaquillas en recría, no supera los 60 á 70 kg/animal/año; y las vacas de cría destetan un ternero cada dos años que, lo que significa una preñez del 50%.

Las muestras, de las partes verdes de las plantas que se veían comidas por los animales, se tomaron en 91 lugares, con la participación de los Grupos Trabajos en Producción Animal y Pastizales y Agencias de Extensión del INTA, en Chaco, Formosa, Norte de Santa Fe, Sur de Misiones y Corrientes; y del CREA Concordia-Mandisoví en el N. de Entre Ríos.

Los porcentajes de Sodio fueron determinados a partir de 1976 y el promedio general en esa región de Corrientes es de 0.03% en la MS. Como las aguadas son de origen pluvial, la deficiencia de Na se agudiza. La falta de Sodio hace que los vacunos coman cuerpos extraños, como tierra y cadáveres de animales, que provocan botulismo y otras enfermedades.

Los análisis de pastizales del NEA pudieron ser comparados con datos obtenidos por investigadores en Nutrición Mineral del Ganado en el Estado Río Grande del Sur del Brasil, obteniéndose un panorama de la problemática de los minerales en una gran parte de la Región Subtropical de Campos, donde la ganadería es una de las principales actividades económicas.

El conocimiento de la composición mineral de los

## 37

**CUADRO 4 A.** Composición mineral y proteína de pastizales de la Región NEA. Promedio y desvío standard. (Mufarregge, 1996).

Concentración en MS.	%						ppm				
LUGAR	P	PRO	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	NUM
Chaco	0.23	8.5	1.73	0.11	0.29	0.21	865	310	7.2	40	509
SD	0.08	3.6	1.18	0.14	0.10	0.13	1162	271	4.1	34	
NE-Santa Fe	0.17	8.1	1.32	0.05	0.33	0.17	125	204	6.2	29	138
SD	0.06	2.9	0.70	0.04	0.28	0.07	87	142	1.7	25	
S-Misiones	0.14	7.1	1.17	0.04	0.34	0.26	695	467	7.2	34	20
SD	0.05	2.8	0.82	0.03	0.13	0.07	1060	176	2.4	27	
E-Formosa	0.11	6.9	0.95	0.08	0.23	0.19	751	330	3.9	39	263
SD	0.07	3.9	0.87	0.11	0.15	0.08	1354	197	2.4	34	
Corrientes-W	0.11	7.7	1.17	0.02	0.28	0.22	192	451	6.8	26	103
SD	0.03	2.7	1.08	0.02	0.06	0.07	114	147	2.0	10	
N-Entre Ríos	0.10	8.4	1.05	0.05	0.41	0.15	490	289	6.1	22	48
SD	0.06	3.4	0.59	0.07	0.13	0.04	519	181	1.6	11	
Corrientes-E	0.08	7.5	0.84	0.04	0.36	0.21	370	427	5.9	21	475
SD	0.03	2.4	0.64	0.03	0.10	0.08	413	210	1.7	11	
TOTAL	0.15	7.8	1.22	0.07	0.31	0.20	571	351	6.1	32	1556
SD	0.08	3.2	0.99	0.10	0.14	0.10	948	232	3.0	28	

Los promedios y desvíos estándares, de muestras de pasto tomadas en todas las épocas del año, se presentan en el CUADRO 4 A. Frecuencia Relativa en Porcentaje, de las muestras con menor contenido en la MS, que el requerimiento de una vaca de cría en lactación, para

cada elemento se dan en el CUADRO 5 A. La Frecuencia Relativa puede ser interpretada como la probabilidad de que una muestra de pasto, tomada en la misma forma, resulte deficiente en el elemento mineral que se considera.

**CUADRO 5 A.** Frecuencia relativa (probabilidad) de muestras con concentraciones de minerales, menores que los requerimientos de una vaca de cría en la Región NEA (Mufarregge, 1996).

Concentración en MS	%						ppm				NUM
LUGAR	P	PRO	K	NA	CA	MG	FE	MN	CU	ZN	
Requerimiento	0.15	7.0	0.60	0.06	0.20	0.06	50	50	6.0	20	
CHACO	15	36	7	50	15	0	0	4	35	7	509
NE_SANTA FE	37	41	7	76	17	2	15	0	56	46	138
S_MISIONES	60	60	20	80	5	0	0	0	45	25	20
E_FORMOSA	70	58	28	62	49	0	18	2	81	40	263
CORRIENTES_W	89	41	17	95	8	0	0	0	38	14	103

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

N ENTRE RIOS	92	29	25	83	0	0	0	2	52	46	48
CORRIENTES_E	96	45	30	83	4	0	3	0	52	57	475
TOTAL	59	43	19	69	16	0	5	2	51	33	1556

## 38

Las deficiencias más importantes, con más del 50% de muestras deficientes, son las de Fósforo, Sodio, Zinc y Cobre. Las dos primeras han sido comprobadas en ensayos con animales en Corrientes y también en Brasil, en tanto que la de Zinc debe ser verificadas, con buenos ensayos de pastoreo en toda la Región y especialmente en el SE de Corrientes.

En la zona OESTE, la deficiencia de Sodio fue más evidente en las muestras de lugares cercanos al río Paraná y Bermejo y la de Zinc en el N. de Santa Fe; en tanto que la de Fósforo se manifestó en muestras de Formosa. En Chaco, Formosa y Norte de Santa Fe existe manifestación clínica de la deficiencia de Cobre, que se debe más que a la falta del elemento en las pasturas, a la interacción con el Molibdeno, que es muy alto en las pasturas de Melilotus y con el Sulfato de las aguas de bebida en el Este de Chaco y Formosa.

En los Bajos Meridionales en Santa Fe, se ha tenido respuesta a la suplementación con Selenio, mejorando la preñez de vacas de primer servicio, lo que señala que el elemento puede ser suministrado en mezclas ó inyectables.

También se incluyen datos de proteína bruta que

al asociarlos con los de Azufre sugieren que este elemento podría faltar en algunos lugares ó épocas del año, afectando más a los ovinos, si se tienen en cuenta los porcentajes dados en el CUADRO 3, lo que debe comprobarse con los correspondientes análisis y pruebas con animales.

El análisis químico de las pasturas, para el diagnóstico de deficiencias minerales parece ser una técnica adecuada; pero deben ser complementarios de observaciones clínicas y productivas de los animales en pastoreo y de los rodeos. Las deficiencias minerales son reales, cuando al suplementar el elemento que falta, se obtiene una respuesta animal clara y verificable. En caso de que se utilicen los análisis deben efectuarse en forma secuencial: un sólo análisis de pasto, en un sólo lugar y en un sólo día: no sirve para diagnóstico de deficiencias minerales.

La ubicación de grandes regiones con deficiencias minerales, tiene como propósito orientar al productor y a los asesores técnicos que conocen la problemática de cada región.

El diagnóstico y las recomendaciones deberían hacerse para cada caso y cada lugar en particular.

## IX. Sílice en pastos de la Región NEA.

A una parte de las muestras de pastizales de la Región NEA, cuya composición mineral más detallada da en el CUADRO 4 A, se les hizo análisis de Cenizas y de las fracciones Cenizas Fibra Detergente Neutro (CZN) y Sílice (SIL) por la técnica de Van Soest. La diferencia entre SIL y CZN, podría estar expresando la Sílice estructural (SILE), que sería soluble en detergente neutro por su estado amorfo; en tanto que CZN sería la Sílice contaminante, en su mayoría cuarzo. La SIL de las especies rastreras sería mayor debido a las contaminaciones del SiO<sub>2</sub> del suelo.

Los promedios del CUADRO 6 A se presentan por Subregión Natural del NEA, tomando los datos de la EEA Mercedes (Sub.11) como referencia.

Los porcentaje de SIL y CZN estuvieron correlacionados solamente con los de Ceniza y el de SILE con SIL y CZN únicamente, por lo que se puede suponer que los otros elemento minerales no integrarían las fracciones con Silicio. Los valores negativos de la SILE pueden ser debidos al bajo número de muestras en la Sub.12 y al bajo valor de SIL en la Sub.07.

## 39

**CUADRO 6 A.** Composición mineral de pastizales de la Región NEA por Subregiones Naturales. Porcentajes de Cenizas (CEN); Sílice; Cenizas DN (CZN); Sílice estructural (SILE); Proteína y algunos elementos minerales. (Mufarrije, 1996)

Concentración SUBREGION	Porcentaje (g/ 100 g MS)							ppm (mg/kg MS)		NUM	
	CEN	SIL	CZN	SILE	P	PRO	Ca	Mg	Fe		Mn
01 Chaco selva	13,4	7,9	6,7	1,1	0,25	9,4	0,28	0,24	1266	354	40
02 Chaco alto	14,5	8,3	7,2	1,0	0,25	9,0	0,32	0,21	1715	577	41
03 Formosa alto	7,3	3,5	1,8	1,6	0,14	5,8	0,20	0,25	172	263	4
04 Formosa selva	8,9	4,8	3,5	1,3	0,15	7,8	0,24	0,21	506	319	33
05 N Domo S.F.	12,7	5,6	3,2	2,3	0,17	7,7	0,36	0,16	120	151	22
06 N Cuña S.F.	10,7	5,2	3,3	1,9	0,23	11,2	0,29	0,15	177	312	13
07 Lomadas ar	9,9	3,9	4,1	-0,2	0,15	10,1	0,30	0,27	227	529	27
08 Meseta Mer	9,7	5,7	4,7	1,0	0,10	9,0	0,38	0,20	737	476	8
09 Monte Ñand	10,7	6,6	5,1	1,5	0,09	7,8	0,41	0,19	416	397	29
10 Malezales	5,3	7,9	6,1	1,7	0,08	6,2	0,27	0,16	365	852	14
11 Mercedes	8,7	4,6	4,3	0,2	0,12	9,6	0,44	0,23	299	398	33
12 Terrazas R.U.	9,0	4,9	7,9	-3,0	0,09	8,1	0,38	0,24	430	448	3
13 Tierras C	9,1	4,7	3,3	1,4	0,12	8,4	0,34	0,25	411	538	13
14 N E RIOS	13,2	7,8	5,9	1,8	0,10	8,5	0,45	0,15	749	341	17
Promedio	10,2	6,2	5,0	1,1	0,16	8,7	0,33	0,21	679	423	297
S.D.	13,8	2,9	3,1	2,2	0,09	3,6	0,11	0,07	953	301	297

El Silicio que sería utilizado por los rumiantes sería el de la fracción SILE, constituida por Sílice en estado amorfo, con una gran superficie de contacto como para ser disuelta por el HCl del tracto digestivo.

## X. Distribución geográfica del porcentaje de Fósforo en pastos en la Región NEA.

Los promedios del porcentaje de Fósforo en pastos de los 91 lugares de la Región NEA se analizaron por técnicas geoestadísticas. La longitud y latitud de cada lugar se tomó con una aproximación de 5 km. Los promedios corresponden a todas las observaciones hechas en cada lugar. Las isóneas resultantes se muestran en la FIGURA 2 A .

La Región NEA se podría subdividir en tres subregiones de acuerdo a las cantidades de Fósforo a suministrar al ganado vacuno:  
Menos de 0.14% de P donde todo el ganado debe suplementarse con Fósforo.

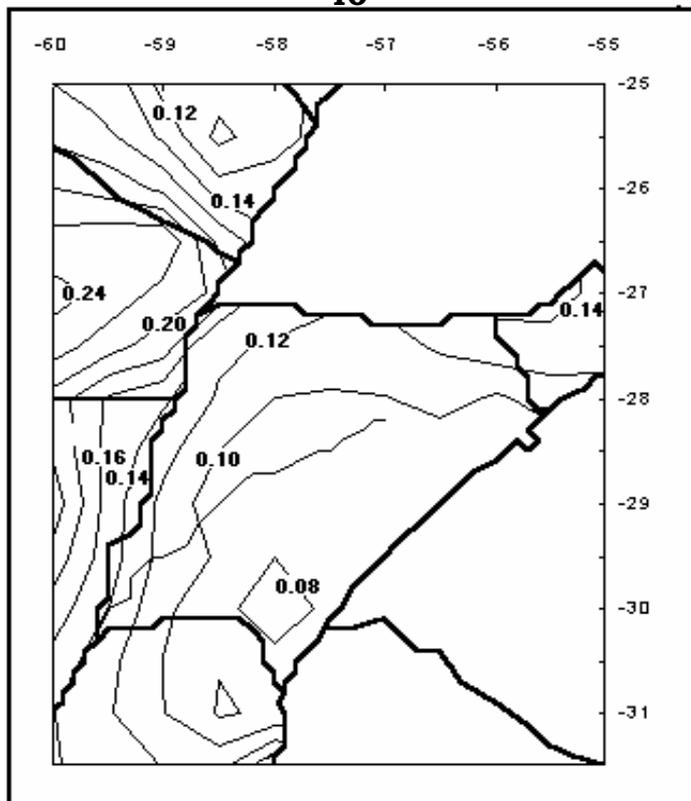
Entre 0.14 y 0.16% donde debe suplementarse con Fósforo a las vacas con cría.

LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

Más de 0.16% donde el Fósforo no sería el principal limitante de la producción de los rodeos;

pero sí sería necesario suplementar con sal y Cobre.

40



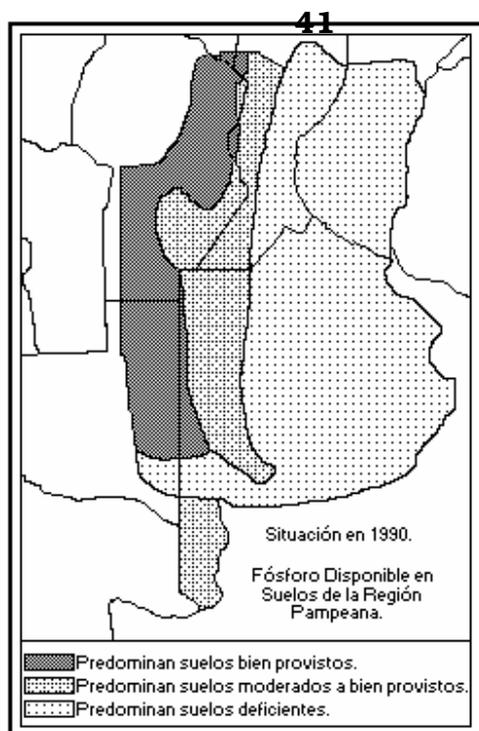
**Figura 2 A.** Isolíneas del porcentaje de Fósforo en pastos en la Región NEA. Muestreo de las partes verdes de las plantas. E.E.A. de Mercedes 1992-1995.-

## XI. Fósforo en suelos de la Región Pampeana.

La fertilidad de los suelos de la Región Pampeana a sido clasificada, en una escala internacional entre alta y muy alta, sin embargo la gradual reducción en sus reservas de nutrientes, ha modificado esta situación. Estudios recientes destacan la mayor frecuencia de aparición de suelos deficientes en N y P, fenómeno atribuido a la expansión del área agrícola, a la disminución en la proporción de suelos con pasturas perennes en rotación con cultivos anuales y al crecimiento en los niveles de producción (Díaz-Zorita, 1998).

La frecuencia de suelos con potenciales deficiencias de Fósforo en la región Este de la Provincia

de la Pampa y en toda la Región Pampeana se ha incrementado en comparación con la extensión detectada en 1980. Evaluaciones recientes, según encuestas a laboratorios de suelos y otros estudios, muestran la presencia de suelos potencialmente deficientes en este nutriente en la región subhúmeda bonaerense, en áreas reportadas tradicionalmente como moderadas a bien provistas en Fósforo disponible. Según estos estudios, la frontera entre suelos deficitarios y bien provistos en este elemento se está desplazando hacia el oeste de la Región Pampeana (Díaz-Zorita, 1998), mostrándose los límites en la FIGURA 3 A.



**Figura 3 A.** Disponibilidad de Fósforo (Bray – Kurtz 1) en suelos de la Región Pampeana. (Adaptado de: Díaz-Zorita, 1998.).

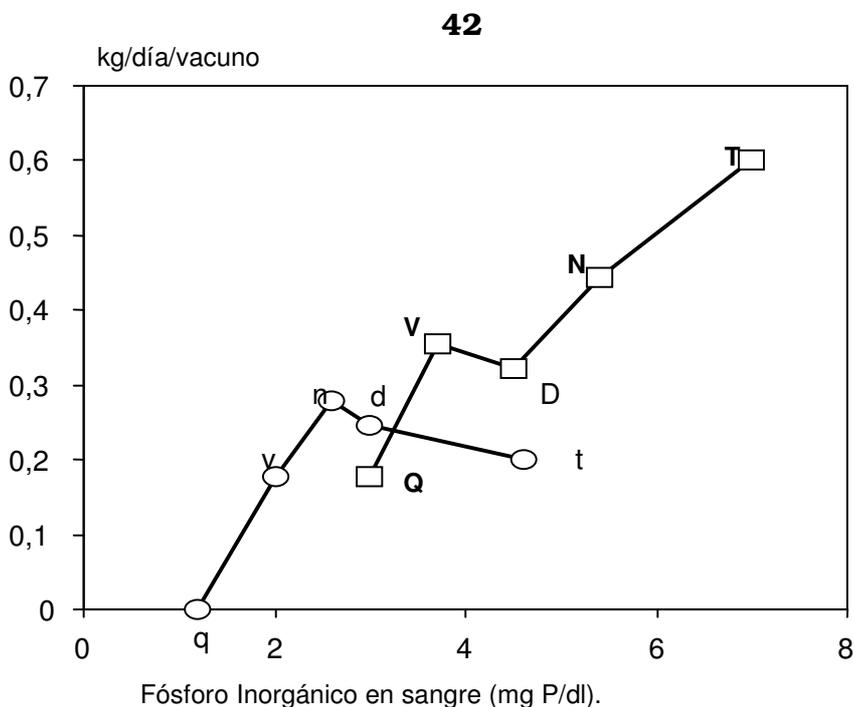
## XII. Algo de teoría sobre el Estado Fosfórico.

El estado fosfórico de un vacuno se podría definir como las reservas de Fósforo que tendría el animal en relación con su función productiva.

El Fósforo inorgánico en sangre es un parámetro que ha sido discutido como indicador de la deficiencia, ya que un valor alto no indica necesariamente que el animal este consumiendo una cantidad suficiente del elemento; como se mostró en los casos de vacas con “chichaca”. La ventaja que tiene el Fósforo en sangre es que el muestreo es más eficiente y el proceso en el laboratorio más sencillo, que el de la determinación de P en huesos, que debe hacerse por intermedio de biopsia de costillas.

En la EEA de Mercedes, se han hecho ensayos de pastoreo con diferentes categorías de vacunos y con diferentes cantidades de Fósforo en el suplemento ó en las pasturas y en los cuales se hicieron determinaciones de la producción por animal y análisis de Fósforo inorgánico en sangre al finalizar el ensayo, por lo general al comienzo del otoño. En la FIGURA 4 A se muestran los promedios de las variables medidas. La relación entre el P en sangre y la ganancia diaria es creciente.

Para 1.2 mg P/dl no hubo ganancia de peso vivo, la producción fue cero; para 7.2 mg P/dl la ganancia fue de 0.600 kg/día/ vaquillona. Cuando mayor fue el Fósforo en sangre, mayor fue la producción.



<b>Referencias:</b>	
Recría de vaquillonas en campo natural	D: con fertilización fosfórica; d: testigo.
Vacas de Segundo servicio en C. Natural	Q: con fertilización fosfórica; q: testigo.
Vacas con cría en C. Natural	V: con suplementación con P; v: sin suplementación.
Recría de novillos en campo natural	N: con fertilización fosfórica; n: testigo.
Recría invernal de vaquillonas	T: con 17 g P/día más proteínas; t: 6 g P/día.

**Figura 4 A.** Relación entre el Fósforo inorgánico en sangre y la producción individual de diferentes categorías de vacunos en cinco ensayos de pastoreo en la EEA de Mercedes (Ctes.).

Esto estaría señalando que el parámetro sanguíneo podría ser un buen indicador del estado fosfórico de los vacunos y que serviría para diagnóstico en casos de fallas en la producción en regiones con deficiencia del elemento.

### XIII. El Potasio y el Magnesio en suelos.

El análisis de los nutrientes minerales en suelos resulta de utilidad para el diagnóstico de deficiencia minerales. Los casos de tetania por deficiencia de magnesio en vacunos para carne pueden ser previstos con la relación entre el Potasio y la suma del Calcio más Magnesio en equivalentes. El equivalente se obtiene dividiendo el contenido del elemento por el peso molecular, lo

que da el número de moles y luego por la valencia correspondiente.

En el CUADRO 6 A los cationes están expresados en cmol/kg. En el caso de Mercedes, los equivalentes de son: K= 0.11; Ca= 3,625 y Mg= 0.21; y la relación  $K/(Ca+Mg) = 0.11/3.835$ .

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

Según Lewis y Sparrow (1991), los valores del relación superiores a 0.07-0.08, estarían asociados con alto riesgo de tetania en el ganado vacuno. El muestreo de suelos hecho por Conti y

otros (1991), se realizó para estudiar la respuesta al agregado de Potasio y resulta adecuado como ejemplo para la relación K/(Ca+Mg).

**CUADRO 7 A.** Datos Analíticos de Suelos Agrícolas Argentinos . Cationes en cmol/kg Relación K/(Ca+Mg) en meq. (Marta E. Conti y otros, 1991).

Provincia	Serie de suelos	Textura	pH	%MO	%N	P ppm	K	Ca	Mg	Na	K/(Ca+Mg)
Corrientes	Mercedes	F.arenoso	5.3	2.46	0.1	14.3	0.11	7.25	0.42	0.76	0.028
Rio IV	Spernanzoni	F.arenoso	6.1	1.32	0.07	20.3	1.21	4.25	0.32	0.55	0.53
Buenos Aires	Carlos Casares	F.arenoso	6.4	1.8	0.09	18.4	2.04	8.25	0.67	0.7	0.46
Córdoba	Marcos Juárez	F.limoso	5.7	2.65	0.14	45.5	2.35	9.5	0.83	0.43	0.45
Buenos Aires	Rojas	F.limoso	5.7	3.3	0.17	58.2	1.56	8.75	0.42	0.65	0.34
Córdoba	Ordoñez (vir.)	F.limoso	6	2.63	0.12	63.0	3.53	8	0.67	0.22	0.81
Córdoba	Ordoñez	F.limoso	5.9	2.4	0.09	82	2.78	7.95	0.63	0.21	0.65

Las posibilidades de tetania serían producidas por el alto contenido en K, ya que el contenido en Mg de los suelos parecería ser adecuado, si se tiene en cuenta que los análisis de pastos dan por lo general un porcentaje de Mg suficiente para los animales.

La relación es una buena indicadora, que debería ser evaluada en las condiciones locales en nuestro país, ya que en estos análisis, donde las

muestras fueron tomadas al azar y con otros objetivos, el único suelo sin riesgo de hipomagnesemia es el de Mercedes.

Los resultados dan la impresión de que los suelos de Córdoba y Buenos Aires del CUADRO 6 A son todos de alto riesgo, lo que sería una sobre estimación de la deficiencia. Es por eso que el índice debería ajustarse con un número mayor de mediciones.

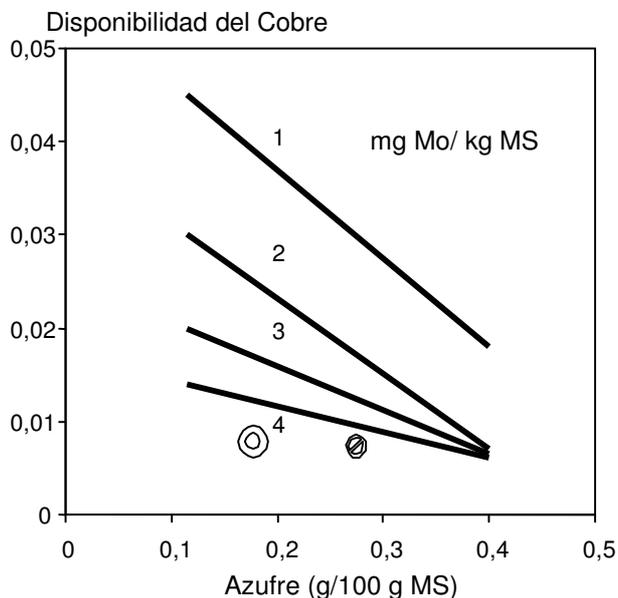
## XIV. Datos adicionales sobre disponibilidad y respuesta al Cobre.

### Disponibilidad del Cu.

La disponibilidad de cobre para los rumiantes depende del contenido de Azufre y Molibdeno del forraje con los que se están alimentando. Los efectos del Mo y S sobre la absorción verdadera del Cu, han sido estudiados en ensayos con ovinos. Los resultados de los trabajos fueron resumidos por Minson (1990), en un gráfico que se reproduce en la FIGURA 5 A; donde cada línea corresponde a un nivel de Mo.

En la figura se han marcado los promedios de S y Mo para las Pasturas Templadas del CUADRO 1 A, donde S= 0.18% y Mo= 5 ppm; resultando la absorción cercana a 0.01. Para el caso de Pasturas Graminosas y Pasturas Leguminosas, sería 0.005 ó menor como esta marcado en la misma figura.

## 44



**Figura 5 A.** Coeficiente de disponibilidad del Cu. En ovejas alimentadas con diferentes niveles de Molibdeno y Azufre. (Minson, 1990).

Las necesidades de Cu de diferentes categorías de vacunos y lanares dados en las tablas de requerimientos se calculan en base varían de 6 á 13 ppm en la MS y se calcularon suponiendo una disponibilidad de 0.04 (Minson, 1990). Si se conocen la concentración de S y Mo en el forraje, se puede corregir el requerimiento de Cu de la tabla. Los requerimientos mínimos de Cobre en el CUADRO 3 son de 5 ppm; si la se tiene una Pastura Templada con Cu= 8.6 ppm, como la del ejemplo, la cantidad necesaria de Cu suplementario para corregir el efecto del Mo y S sería:  $(5 \times 0.04/0.01) - 8.6 = 11.4$  ppm en la ración diaria. Este valor corresponde a unos 45 mg de Sulfato de Cobre por kg MS. Para un vacuno que está consumiendo 8 kg MS/día de la pastura, habría que suplementar con 0.36 g de Sulfato de Cobre por día.

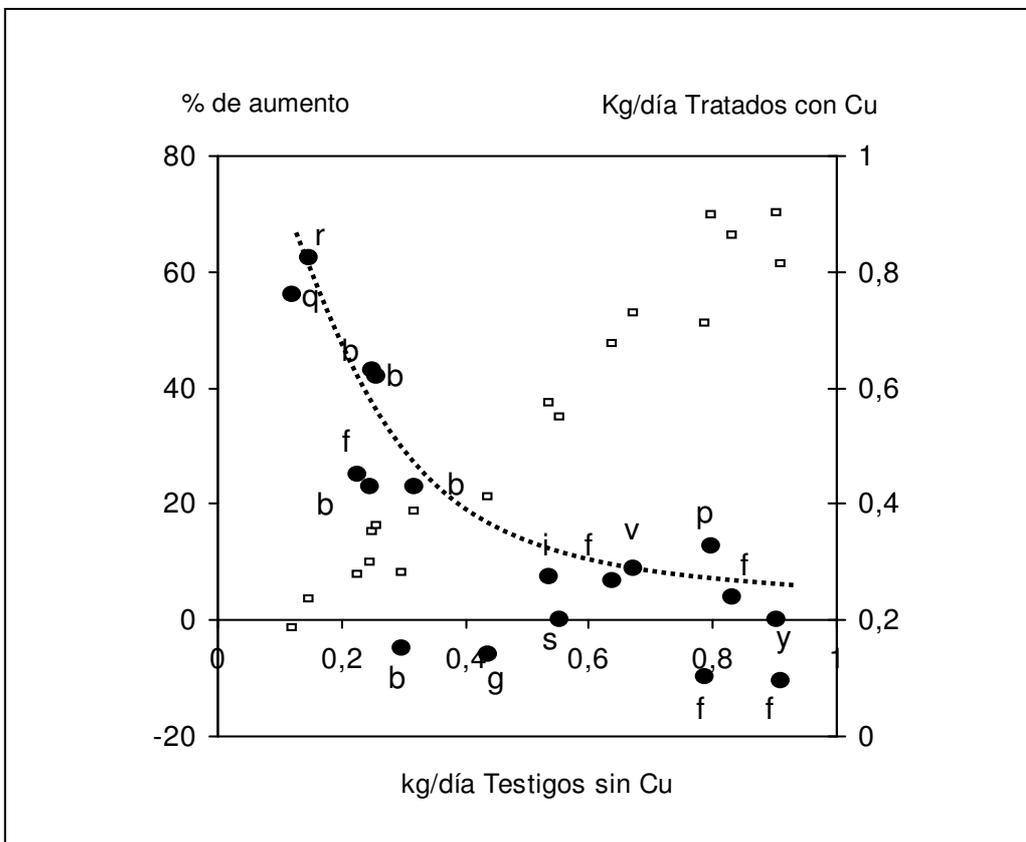
### Respuesta a la suplementación con Cu.

La respuesta en producción animal a la suplementación con Cobre en varios lugares del país se muestra en la FIGURA 6 A. Se han tomado los resultados de 18 ensayos en 10 referencias bibliográficas, lo que muestra el gran interés técnico sobre este microelemento. Los ensayos se hicieron con vacunos jóvenes en crecimiento, probando diferentes tipos de compuestos inyectables y en un solo caso (Pechín y otros, 1998) con un suplemento en bateas. La ganancia diaria de peso vivo de los vacunos testigos fue de

0.494 kg/día y la de los tratados con Cu de 0.529, el efecto promedio del Cu de un 7% de aumento.

El porcentaje de aumento de los vacunos suplementados ó inyectados con Cu estuvo relacionado en forma logarítmica con el aumento de peso vivo de los testigos. A mayor potencial de producción de las pasturas, menor es la respuesta al tratamiento.

45



**Figura 6 A.** Respuesta a la suplementación con cobre en bovinos para carne de distintas categorías. Porcentajes de aumentos con respecto a los testigos y aumento de peso vivo de los animales tratados en kg/día/vacuno. Referencias:(y) Carrillo y otros, 1978; (f) Ferrer y otros, 1989; (i) Iglesias y otros, 1998; (p)Pechin y otros, 1998; (q) Quiroga y otros,1995; (s) Rabotnikof y otros, 1983; (r) Ricciardino y otros,1998 (b) Stahringer y Balbuena ,1996; (v) Viejo y Casaro, 1992; (g) Boggiatto y Daffner, 1985.

En la figura se pueden distinguir dos grupos, los que tienen una ganancia del testigo inferior a los 0.400 kg/día y los que tienen más de 0.500 kg/día, que están todos en la Región Pampeana. En el primer grupo las ganancias son bajas debido al tipo de pastura utilizada y si bien los aumentos son proporcionalmente mayores, los cambios importantes en la producción animal se

tendrían que lograr mejorando las condiciones del pastoreo y también suplementando con Cu. En el segundo grupo los aumentos de peso vivo fueron inferiores al 13%, con un promedio del 2.1%. Los casos de decoloración del pelo fueron corregidos, siendo este el principal beneficio del tratamiento.

**Bibliografía****46**

- ✓ Actas (1996). Actas de "Jornada de Actualización Técnica. El uso del Na y K en alimentación animal." INTA Mercedes-F.C.V. UNNE. Mimeo. 55 pp. 250 ejemplares.
- ✓ Actas (1997). Actas del Taller "Estado de Situación de la Nutrición Mineral en Sistemas Intensivos de Producción de Carne y Leche" A.A.C.S. - A.A.V.L.D. - A.A.P.A.- A.A.CREA- 27/XI/97. B.A. Mimeo. 75 pp .80 ejemplares.
- ✓ Asociación Argentina de Producción Animal.(AAPA) (1985). Actas de la Reunión de Especialistas en Nutrición Mineral del Ganado. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol.4 Sup.3 104pp.
- ✓ 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 posparto. En vacas multíparas. Rev. Arg. Prod. Anim. 4(10): 1031-1039.
- ✓ Appgar, Jean; Fitzgerald, J. A. (1985) Effect the ewe and lamb of low zinc intake throughout pregnancy. J. Anim. Sci. 60(6):1530-1538.
- ✓ Arias Mañótti. A. A.; Peruchena, C. O.; Manunta, O.A.; Ana Slobodzian (1985). Experiencias de suplementación mineral realizadas en la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 4 Sup.3: 57-70.
- ✓ Arias Mañótti. A. A. (1991). Informe final. Suplementación mineral en vientres en la región occidental de Corrientes, efectos sobre el crecimiento y la eficiencia reproductiva. EEA Corrientes. No publicado. 17 pp.
- ✓ Asociación Argentina de Producción Animal (1998) Resúmenes del 22o.Congreso Argentino de Producción Animal. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 18 Sup.1.
- ✓ Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de diagnóstico (AAVLD) (1998). Memorias XII Reunión Anual, Mar del Plata, 26 y 27 de noviembre de 1998.
- ✓ Balbuena, O.; McDowell, L.R.; Toledo, H.L.; Conrad, J. H.; Wilkinson, N.; y Martin, F.G. (1989). Estudios de la nutrición mineral de los bovinos para carne del este de la provincias de Chaco y Formosa (Argentina). 3. Cobre, Molibdeno y Azufre. Vet. Arg. 6(59):584-594.
- ✓ Barnes, J.E. (1960) You can beat phosphorus deficiency . Bol 13. Animal Industry Branch . NE Territory Administration. Australia. Mimeo.6 pp.
- ✓ Basson, W. D. (1998). Actualización sobre suplementación con Fósforo a Rumiantes y No rumiantes. Kynoch Feeds (Pty) Ltd. Sud frica. In . Conferencias. El uso del Fósforo en producción animal. EEA-INTA Mercedes y FCV. UNNE. 29 de mayo.
- ✓ Bernard, J.K.; Amos, H.E.; Evans, J.J. 1989. Influence of Zinc sulfate and protein solubility on protein and aminoacid metabolism in steers. Nutrition Reports International. 40:6.1117-1126.
- ✓ Berti, R.N., (1990) Efecto de la suplementación azufrada sobre la ganancia diaria de bovinos pastoreando sorgos forrajeros híbridos. Rev. Arg. Prod. Anim. 10(2): 91-97.
- ✓ Bingley, B.J. y Carrillo, J.B. (1966). Hypocuprosis of cattle in the Argentine. Nature. 209:834. 15.
- ✓ Boggjatto, P. R.; Daffner, A. (1985). Respuesta a la suplementación mineral en el Domo Oriental Santafesino y posibles causas que la explican. Informe Técnico. EEA -INTA Reconquista - No publicado.
- ✓ Bremmer, I.; Humpheries, W. R. ; Phillipo, M.; Walker, M. J.; Morrice, P. C. (1987). Iron - Induced Copper Deficiency in Calves: Dose-responce relationships and interactions with molybdenum and sulphur. Anim. Prod. 45:403-414.
- ✓ Buffarini, M.A.; Minatel, L.; Dallorso, M.E.; Carfagnini, J.C. y Homse, A. (1998) Efecto de la administración parenteral de Zinc sobre la concentración de Zinc en plasma, pelo, piel, la ganancia de peso y la prevalencia de patologías podales en vaquillonas de engorde. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 18 Sup.1 :316-317.
- ✓ Carrillo, B.J., Bingley, J.B. y Ruksan, B.E. (1978) .Efecto de la administración de cobre por vía parenteral sobre la concentración de cobre plasma tico y el peso vivo en bovinos. Producción Animal 6: 612-619.
- ✓ Contreras, P.A.; Rusch, H. Wittwer, F. Y; Barudy, A. (1990). Efecto de las balas de magnesio intraruminales en las concentraciones séricas de magnesio en vacas en lactancia. Rev.Arg.Prod.Anim. Vol 10 No.3 187-181.
- ✓ Conti, Marta E.; Ana M. De Horra; E.L. Polcan (1991). Capacidad de suministro de potasio en suelos agrícolas Argentinos. Rev. Facultad de Agronomía, 12(1):53-61.
- ✓ Coppo, J. A. (1985). Rev. Arg. Prod. Anim. Vol4. Sup.3:23-24.
- ✓ Coppo, J.A., Sandoval, G.L., Scorza, S.H., Coppo, N.B. y Pochón, D.O. (1990). Acción del hierro-dextrán sobre los par metros bioquímicos y el peso de terneros, desde el nacimiento al destete. Rev. Arg. Prod. Anim. 10(6): 395-404.
- ✓ Corbellini, C. N. (1996) EL Metabolismo del Na y el K en Ruminates: su Relación con el metabolismo de otros Macrominerales. U.E.E.A INTA .Calle 29 No.614 .Mercedes. (B. A.)- en Actas (1996).

---

 LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA
 

---

- ✓ Corbellini, C. N.; Mangoni, A. R.; (2) y J. (1997) Efectos de la suplementación con Oxido de Zinc o Metionina-Zinc en vacas lecheras marginalmente deficientes. UEEA INTA Avda. 29 No. 614 (6600) Mercedes (B.A). En Actas(1997)
  - ✓ Correa Luna, M. y Lagos, F. 1985. Efecto del molibdeno y del cobre en la producción de bovinos para carne en los bajos submeridionales (com.). Rev. Arg. Prod. Anim. 4(sup.3): 99-101.
- 47**
- ✓ Crampton, E.W. (1961) Nutrición Animal Aplicada Ed. ACRIBIA .
  - ✓ Cseh, Susana. (1994). Hipomagnesemia en vaca de cría en la Cuenca del Salado. VII Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires. Pág.117.
  - ✓ de Alba, J. (1971). Alimentación del Ganado en América Latina . 2da.Ed. RTCA –AID . Mexico.
  - ✓ de Azara, Félix (1802). "Apuntamientos para la Historia Natural de los Cuadrúpedos del Paraguay y Río de la Plata" . Madrid . Imp.Vda. de Ibarra. 2 T. Citado por de Alba (1971).
  - ✓ Diaz-Zorita, M.; Buffarini, M.A.; Minatel, L.; Carfagnini, J.C.; Homse, A. y Grosso, O.(1997). Contenido de Hierro, Cobre y Zinc en sistemas de producción de carne del Noroeste Bonaerense. EEA INTA Gral Villegas y F.C. Veterinarias UBA. En Actas (1997).
  - ✓ Díaz-Zorita, M. (1998). Producción de carne bajo pastoreo en Argentina: Es una práctica sostenible?. Conferencias. 22 Congreso AAPA. Río IV. Córdoba.
  - ✓ Duarte, G. A.; Díaz-Zorita, M.; Pepi, M. L.; Grosso, G. A. (1998) Calidad de agua para el consumo animal en el partido de Rivadavia, Buenos Aires. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 18 Sup 1. :318.
  - ✓ Emanuele, S.H.; Staples, C.R. 1990. Ruminant release of minerals from six forage species. J. Anim. Sci. 68: 2052-2060.
  - ✓ Ferrer, C.G., Ramírez, C.E. y Zaccardi, E.M. 1989. Efectos de la suplementación parenteral con cobre sobre la ganancia diaria de peso en bovinos de diferentes edades. Rev. Arg. Prod. Anim. 9(3): 173-178.
  - ✓ Fontenot, J. P. (1993). Creep Feeding de terneros para carne. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg. Virginia. USA 24061-0404. Conf. Primer Congreso Mundial de Cría Vacuna – CRIA '93.- Generar-15-17/11/94. B. A.
  - ✓ Froetschel, M.A.; Martin, H.E.; Amos, H.E.; Evans, J.J. 1990. Effects of zinc sulfate concentration and feeding frequency on ruminal protozoal numbers, fermentation patterns and amino acid passage in steers. J. Anim. Sci. 68: 2874-2884.
  - ✓ Garner, R. J.; Papworth, D. S. (1970). Toxicología veterinaria de Garner. Ed. Acribia
  - ✓ Gengelbach, G. P.; Ward, J. D.; Spears, J. W. (1994). Effect of Dietary Copper, Iron and Molibdenum on Growth and Copper Status of Beef Cows and Calves. J. Anim. Sci. 72: 2722 - 2727.
  - ✓ Giuliadori, M.J.; Ramirez, C. E.; Tittarelli, C.M.; Mattioli, G.A. (1998) Aplicación de la Exploración Geoquímica en el diagnóstico de deficiencias de Microminerales en bovinos. Fac. CS. Veterinarias. UNLP. Actas del 2do. Congreso de la AAVLD. Mar del Plata.
  - ✓ González, G.P. y Buschiazio, D.E.(1997). Contenidos de Hierro, Cobre, Manganeso y Cinc en suelos de la provincia de La Pampa. F.C. Exactas y Nat. UNLP. - Av. Uruguay 151- (6300) Santa Rosa En ACTAS (1996).
  - ✓ Grace, N.D.; Lee, J. 1990. Effect of Co, Cu, Fe, Mn, Se, and Zn supplementation on elemental content of soft tissues and bone in sheep grazing ryegrass/white clover pasture. New Zealand J. of Agric. Research. 33: 635-647
  - ✓ Hernández, José (1882). "Instrucción del Estanciero". 2da. Ed.(1964). Sopena Argentina S.A. Buenos Aires.
  - ✓ Hernández, O. A.; Reinaudi, N. B.; R.M. de Troiani; Lemes, J.; (1978). Composición mineral de cereales utilizados bajo distintas frecuencias de defoliación. Sus posibles relaciones con la tetania de los pastos. Produccion Animal 6 : 317-324
  - ✓ Horts, R. L.; Golf, J. P. (1994) . Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. USDA, ARS, NADS, P.P.B. 70, Ames, IA 50010-0070 USA. VII Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires. Pág. 112.
  - ✓ Iglesias, R.O.; Rodríguez, M.G.; Cseh, S.; Drake, M.; Yarrar, M. (1998). Deficiencia de Cobre en Bovinos en el valle bonaerense del Río Colorado. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 18 Sup 1.:313.
  - ✓ Iglesias, R.O.; Rodríguez, M.G.; Cseh, S.; Drake, M.; Yarrar, M. (1998). Efecto de la suplementación parenteral con cobre sobre la ganancia de peso y los niveles séricos de cobre en novillos en el valle bonaerense del Río Colorado. Actas del 2do. Congreso de la AAVLD. Mar del Plata.
  - ✓ Josifovich, J. A.; Bertín, O. D.; Maddaloni, J. (1997) Fertilización Fosforada de Pasturas y su efecto sobre la ganancia animal. EEA- INTA Pergamino. In Actas (1997).
  - ✓ Judson, G.J.; McFarlane, J.D. (1998). Mineral disorders in grazing livestock and the usefulness of soil and plant analysis in the assessment of these disorders. Aust. J. of Exp. Agric.; 38:707-723.
  - ✓ Kitcharlong, L.; Fernández, J. M.; Bunting, L. D.; Southern, L. L.; Bidner, T. D. (1995). Influence of Chromium Tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs. J. Anim. Sci. 73:2694-2705.
  - ✓ Kloster, A.M., Piscitelli, H.G. y Descarga C.O. (1997). Hipomagnesemia en vacas de cría en la Región Agrícola del SE de Córdoba. EEA INTA Marcos Juárez (Cba). En Actas (1996).
-

---

 LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA
 

---

- ✓ Kokorev, V. A.; Fedin, A. S.; Matrenin, A. P. (1990). Biological basis for the silicon requirements of young sheep for growth and fattening. S. *Biologiya* No.6 96-105. In *Nutrition Abstracts and Reviews* 1992 (62)12. 6217. p.872
  - ✓ Kokorev, V. A.; Fedin, A. S.; Yakolev, V. V.; (1991) Silicon requirements of young cattle. *Zootekhnika*. No.11:46-49. In *Nutrition Abstracts and Reviews* 1992 (62)12. 4623
  - ✓ Kraemer, Marie Louise ; Mufarregge, D. J. (1965). Niveles de Fósforo Inorgánico en Sangre de Bovinos y Fósforo total en Pastos de la Pradera Natural. Serie Técnica No.2. EEA INTA Mercedes (Ctes.).
  - ✓ Laflamme, D.P.; Miller, W.J.; Neathery, M.W.; Gentry, R.P.; Blackmon, D.M.; Logner, K.R.; Fielding, A.S. 1985. The effect of low to normal dietary phosphorus levels on zinc metabolism and tissue distribution in calves. *J. Anim. Sci.* 61:2. 525-531.
  - ✓ Lagger, J. R.; Mata, H. T.; Pechín, G. H.; Larrea, A. T. Cairnie, A. G.; Meglia, G. E.; Becares, G. (1998). Evaluación de la calidad del Agua en establecimientos de la cuenca lechera de La Pampa. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 18 Sup 1 :320.
  - ✓ Lemieux, P.G.; Herd, D.B. 1982. Trace element deficiency effects on reproductive function in beef cattle: a review. *in* : Beef cattle research in Texas. The Texas A.& M. University. PR-3916/3963. PR 3924. 31-35.
  - ✓ Lewis, D. C. ; Sparrow, L. A. (1991). Implications of soil type, pasture composition and mineral content of pasture components for the incidence of grass tetany in the SE of S Australia. *Australian Journal Experimental Agriculture and Animal Husbandry* , 6 , 460-467.
  - ✓ López, T. A. (1994) Fluorosis en bovinos. Desgaste dental prematuro. – INTA – EEA Balcarce – CC276- Balcarce (B.A.)- VII Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias Buenos Aires. Pág. 119.
  - ✓ López, T. A. (1995) El exceso de fluoruros en aguas subterráneas de bebida como agente causante de desgaste dental prematuro de bovinos y ovinos en la Argentina. Conferencia. Jornada de Actualización Técnica. EEA-INTA Mercedes. Abril 1995.
  - ✓ Maldonado May, Verónica; Herrero, M. A., Carbó, L.; Sardi, G. (1998) Características del agua para la producción de leche en las cuencas de abasto Norte y Sur (Prov.de Bs.As). *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 18 Sup 1:41-42
  - ✓ McCosker, T.; Winks, L. (1994). Phosphorus Nutrition of beef cattle in northern Australia. DPI Queensland.
  - ✓ McDowell, L. R.; Conrad, J. H. y Hembry, F.G.(1993). Minerales para Rumiantes en pastoreo en Regiones Tropicales. 2da.Ed. Dep.Zoot. Universidad de Florida. Gainesville. USA
  - ✓ Minatel, L.; Buffarini, M.A.; Dallorso, M.E.; Homse, A. y Carfagnini, J.C. Relevamiento mineral de bovinos de la región Noroeste de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol18 No.1 :67-75.
  - ✓ Minson, D. J. (1971) Influence of lignin and silicon on a summative system for assessing the organic matter digestibility of Panicum. *Australian Journal of Agriculture Research* 22:589-598.
  - ✓ Minson, D. J. ; Norton, B.W. (1982). The possible cause of the absence of hypomagnesaemia in cattle grazing tropical pastures – A review. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 14, 357-360.
  - ✓ Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition . Academic Press: San Diego, USA.
  - ✓ Mofatt, J. K. (1967) El suministro de Harina de Huesos y Sal común en el ganado de la provincia de Corrientes. Efectos sobre la producción de terneros. Instituto Agrotécnico. Fac. Agr. y Vet. UNNE (Resistencia, Chaco, Argentina) Mimeo.3 pp.
  - ✓ Mufarregge, D. J. (1990). Informe de Planes de Trabajo. Producción de vacas con cría suplementadas con harina de huesos y sal. . EEA de Mercedes (Ctes.).
  - ✓ Mufarregge, D. J. (1996). Distribución por provincia de nutrientes minerales para el ganado en pastizales del nordeste Argentino. EEA Mercedes (Ctes.). En *Actas* (1996).
  - ✓ Mufarregge, D. J.; Aguilar, D. E. (1996). Consumo voluntario por vacunos en crecimiento de mezclas minerales con agregados de afrechillos arroz. *Informes de Resultados*. EEA -INTA Mercedes (Ctes.).
  - ✓ Mufarregge, D. J.; Aguilar, D. E.; Somma de Feré, G. R. (1998) Composición química y digestibilidad ruminal de forrajes. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 18 Sup 1 :222
  - ✓ Mufarregge, D. J. (1998). Informe de Planes de Trabajo . Suplementación con Zinc a vacunos en recría. EEA de Mercedes (Ctes.).
  - ✓ Murphy, G. M. ; Plasto, A. W. (1972). Sodium deficiency in a beef cattle herd. *Australian Veterinary Journal* , 48, 129.
  - ✓ Noon, C. D.; Seoane, J. R.; Scott, S. L. (1998) The use of corn and barley in diets for veal calves: Effects on performance, diet digestibility and carcass quality. *Canadian Journal of Animal Science* 78: 3 : 351-358
  - ✓ NRC (1996). Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7<sup>th</sup>. Ed. NRC- NAP- Washington.
  - ✓ Ocampo, E. P.; Mufarregge, D. J.; Benítez, C. A. (1993) Suministro de mezcla mineral desde 1988 a 1992 en el ensayo de pastoreo de mejoramiento y cargas en campo natural. EEA de Mercedes. No publicado.
  - ✓ Peñafort, C.; Beguet, H. (1988) Deficiencias y suplementación mineral en la provincia de Córdoba. *Revista CREA* No. 133: 1-9.
-

---

 LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA
 

---

- 49**
- ✓ Pechin, G. H. (1994). Deficiencias Minerales en Rumiantes de la Provincia de La Pampa. F.C.V. de General Pico – Calle 5 esq. 116 – (6360) Gral. Pico - VII Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires. Pág.118.
  - ✓ Pechin, G. H.; Idiart, J. L.; Cseh, S.; Corbellini, C. N.; Moralejo, R. H. (1998). Evaluación de dos vías de administración de Cobre (oral y parenteral) en bovinos de carne. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 18 Sup 1.:317.
  - ✓ Perry, Dana F. 1990. Flame atomic absorption spectrometric determination of serum zinc: Collaborative study. J. Assoc. Off. Anal. Chem. Vol.: 73, No.4, 619-621.
  - ✓ Pizzio, R. M.; Royo Pallarés, O.; Benítez, C. A.; Ocampo, E. P.; Fernández, J. G.(1990) Suplementación mineral y fertilización fosfórica en un campo natural de la provincia de Corrientes. III a.Conferencia Anual sobre suplementación mineral en ganado de carne .104 a. Exposición SR Argentina. Mimeo. 500 ejemplares.
  - ✓ Ricciardino, M. Zulema; Piccinali, R.L. (1998). Efectos de la suplementación parenteral con minerales (Cu, Se, P) y vitaminas (E y D ), sobre parámetros productivos en vaquillas sobre pasturas naturales . Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 18 Sup 1:335
  - ✓ Rabotnikof, C.M., Gonella, C.A., Stritzler, N.P. y Floris, N.R.1983. Efecto de la suplementación parenteral de cobre sobre los niveles de cobre en sangre y la ganancia de peso en novillos en el área de General Villegas. Rev. Arg. Prod. Anim. 3(5): 446-457.
  - ✓ Ross, J. G.; Spears, J. W.; Garlich, J. D. (1994). Dietary electrolyte balance effects on performance and metabolic characteristics in finishing steers. J. Anim. Sci. 72:1600-1607.
  - ✓ Ruksan, Bruna E. (1990) Importancia de los micoelementos: Cu, Se, Zn, Mn, Co, Mo, y Fe en la nutrición y salud animal. Su distribución en pasturas de la República Argentina. Inst. Patobiología, CICV-INTA, Castelar, Argentina , p. 1-46.
  - ✓ Ruksan, Bruna E. (1994) Deficiencia de selenio. CICV-INTA .CC77 . Morón (B.A.) – VII Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires. pág. 115.
  - ✓ Ruksan, Bruna E. ; Ojea, P.y Laura Marangunich. (1998). Efecto de las cápsulas de monensina y monensina-selenio sobre parámetros bioquímicos, ganancia de peso vivo y fertilidad en vaquillonas Holando en el Noreste Bonaerense. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 18 Sup 1:63.
  - ✓ Sager, R. L. (1994). Deficiencias minerales en Zonas Semiáridas. VII Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires. Pág.116.
  - ✓ Sager, R. L.; Bustillo, J. M. (1995). Deficiencia de Zn en novillos de invernada. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 15 No. 3-4:779-781.
  - ✓ Sager, R. L. ( 1997). Agua para bebida de bovinos. EEA San Luis. CC 17.( 5730). V. Mercedes. En Actas (1996).
  - ✓ Sampedro, D.; Deregibus, A. V.; Vogel, O, Celsner, R. (1998) Suplementación de la vaca de cría con bloques proteicos y fosfóricos. Noticias y Comentarios No. 323. EEA – INTA Mercedes (Ctes.)
  - ✓ Spear, J.W. 1989. Zinc metionine for ruminants: relative bio-availability of zinc in lambs and effects of growth and performance of growing heifers. J. Anim. Sci. 67:3. 835-843.
  - ✓ Stahringer, R.C.; Balbuena, O.; (1996) Respuesta al tratamiento con cobre en rodeos bovinos del NEA. En ACTAS (1996).
  - ✓ Suárez, D. M.; Gallinger, C. J. ; Trinidad, J. A.; Craig, G. A. (1995) Suplementación con distintas fuentes de fósforo en dietas de parrilleros. Rev. Arg. Prod. Animal 15 (2) 682-685
  - ✓ Tittarelli, C.M.; Mattioli, G.A.; Giuliadori, M.J. y Ramírez, C. E. (1997) Asociación de la Hipocuprosis bovina a los excesos de agua en la cuenca del Río Salado. Fac. CS. Veterinarias. UNLP. En ACTAS (1997).
  - ✓ Trezeguet, M. (1985). Rev.Arg. Prod. Anim. Vol 4 .Sup 3.: 26.
  - ✓ Underwood, E. J. 1981 . The mineral Nutrition of Livestock. 2<sup>nd</sup> ed. C.A.B. Farnham Royal. England.
  - ✓ Vidart , D. (1996) Contenido Mineral de Recursos Forrajeros de Zonas Templadas. Estudio Ledesma Arocena Asociados. San Isidro (B.A.) – En Actas (1996).
  - ✓ Van Soest, P. J.; Jones, L. H. (1968) Effect of silica in forrages upon digestibility. Journal of Dairy Science. 51:1644-1648.
  - ✓ Viejo, R. E.(1996). Síndrome de molibdenosis e hipocuprosis secundaria en bovinos. División Nutrición Animal. Cargill S.A.C.I. En Actas (1996).
  - ✓ Viejo R.E.,Casaro A.P. 1993. Efectos de la Suplementación con cobre sobre la ganancia de peso, cobre hepático y plasmático en terneros. Rev. Arg. Prod. Animal 13 (2) 97-105.
  - ✓ Volpato, L. 1991 . Resultados de una encuesta para investigar el grado de adopción de prácticas en el área de ganadería mixta de la provincia de Corrientes. Comunicación personal.
  - ✓ Wilken, F. A. (1985). Aspectos económicos de la suplementación mineral. Resultados en campos de cría del Sur de Corrientes. Rev. Arg. Prod. Anim.Vol 4 Sup 3:71-74.
-

## LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNOS PARA CARNE EN LA ARGENTINA

<b>I N D I C E</b>	<b>Dág.</b>
I. Los elementos minerales en la ganadería. <b>50</b>	<b>3</b>
II. Cálculo de los requerimientos minerales del ganado.	<b>4</b>
Vaca de cría.	<b>4</b>
Vacunos en recría y terminación.	<b>6</b>
III. Problemática de la alimentación mineral del ganado bovino para carne en pastoreo.	<b>6</b>
Fósforo.	<b>6</b>
Magnesio.	<b>7</b>
Sodio y Cloro.	<b>9</b>
Calcio.	<b>10</b>
Potasio.	<b>10</b>
Respuesta a la suplementación mineral con Fósforo y Sal.	<b>11</b>
Respuesta a la fertilización de pasturas con Fósforo.	<b>13</b>
El balance de cationes y aniones.	<b>14</b>
Cobre y su relación con el Azufre, Molibdeno y Hierro.	<b>15</b>
Respuesta a la suplementación mineral con Cobre.	<b>17</b>
Zinc.	<b>18</b>
Respuesta a la suplementación mineral con Zinc.	<b>19</b>
Selenio.	<b>20</b>
Yodo.	<b>22</b>
Flúor.	<b>22</b>
Azufre.	<b>23</b>
Hierro.	<b>24</b>
Manganeso.	<b>25</b>
Cobalto.	<b>25</b>
Molibdeno.	<b>26</b>
Cromo.	<b>26</b>
Silicio.	<b>27</b>
Níquel.	<b>27</b>
Arsénico y otros elementos minerales.	<b>28</b>
IV. Mezclas minerales para el ganado.	<b>28</b>
APENDICE.	
V. Requerimientos de minerales de vacunos en crecimiento.	<b>32</b>
VI. Chichaca ó Mal de Paletas.	<b>33</b>
VII. Composición mineral de recursos forrajeros de la Región Templada.	<b>34</b>
VIII. Minerales en pastizales de la Región NEA.	<b>37</b>
IX. Sílice en pastos de la Región NEA.	<b>39</b>
X. Distribución geográfica del porcentaje de Fósforo en pastos en la Región NEA.	<b>40</b>
XI. Fósforo en suelos de la Región Pampeana.	<b>41</b>
XII. Algo de teoría sobre el Estado Fosfórico.	<b>42</b>
XIII. El Potasio y Magnesio en suelos.	<b>43</b>
XIV. Datos adicionales sobre disponibilidad y respuesta al Cobre.	<b>44</b>
Bibliografía	<b>47</b>