

### 3.3. ROL DE LOS MINERALES EN LA PRODUCCIÓN DE VACUNOS DE CARNE DE URUGUAY

Oscar Pittaluga<sup>1</sup>

#### Introducción

El rol de los minerales en la producción animal es conocida desde épocas remotas, pero el conocimiento de cuales son y como actúan es relativamente reciente, remontándose los primeros trabajos a la tercera década del siglo pasado.

En el año 1935 Miguel C. Rubino estudió la deficiencia de Fósforo en la República Oriental del Uruguay y señala la existencia de dicha deficiencia en las provincias mesopotámicas de la Argentina. Estos trabajos se realizan poco después de que Theiler et al., (1924) de Sudáfrica descubrieran la relación entre la osteofagia y la deficiencia de Fósforo en ganado vacuno, con experimentos clásicos que mostraron que los pastos secos contenían muy bajas concentraciones de Fósforo y que la suplementación con dicho elemento eliminó la masticación de hueso por los animales e incrementó drásticamente las tasas de crecimiento y los niveles reproductivos (Mc Dowell y Arthington, 2005).

Históricamente los minerales fueron asociados a la cura de deficiencias clínicas y cuando se encontraba el elemento causante de la misma se podían obtener resultados espectaculares. Obviamente cuando se llegaba a estos niveles, con anterioridad se debían producir efectos negativos sobre la producción.

Con la evolución de los programas nutricionales y de alimentación del ganado, con mediciones del comportamiento, las funciones de los minerales pasaron a ser mejor entendidas, pasando a ser considerados

mucho más con respecto a la producción (Barcellos et al., 2003).

#### Función de los minerales y síntomas de deficiencia en vacunos de carne

Los minerales que afectan la producción animal se clasifican en macroelementos: Calcio, Fósforo, Magnesio, Potasio, Sodio y Azufre, los requerimientos se expresan en % de la dieta y microelementos: Cobalto, Cobre, Yodo, Hierro, Manganeso, Selenio y Zinc, los requerimientos se expresan en ppm en la dieta.

#### Calcio y Fósforo

Tienen funciones vitales en casi todos los tejidos del cuerpo y tienen que estar disponibles en cantidades y relaciones adecuadas, relación dietética Ca:P entre 1:1 y 2:1, ya que ésta es la relación aproximada de los dos minerales en los huesos. Un consumo inadecuado de Ca puede causar debilidad de los huesos, reducción en el crecimiento, baja en la producción de leche y en deficiencias severas, convulsiones. La deficiencia directa de Ca es poco probable que ocurra en las condiciones extensivas de producción de ganado para carne en la región (Mufarrege, 1999).

La deficiencia de P causa en el ganado bovino: disminución del apetito, bajos porcentajes de preñez, reducción de la velocidad de crecimiento, pérdida de peso, disminución de la producción láctea durante la lactancia y apetito depravado (pica), caracterizado por masticación de huesos de campo y no de otros objetos extraños. Es el mineral que se considera tiene mayor incidencia

<sup>1</sup> Ing. Agr. - Programa Nacional de Producción de Carne y Lana - INIA, Tacuarembó.

a nivel de los sistemas de producción (Mc Dowell y Arthington, 2005) El rol directo del P en la infertilidad no resulta claro y para determinar la incidencia de su deficiencia en la función reproductiva se debe considerar: 1) Su efecto represivo en la digestibilidad, apetito y consumo. 2) La interacción entre el consumo de P y el drenaje de la lactancia. 3) El potencial de reposición del P en fluidos y saliva a partir del hueso (Mc Clure, 1994).

### **Magnesio**

Los signos de la tetania hipomagnesémica se manifiesta en rumiantes en pastoreo y sus síntomas clínicos incluyen reducción del apetito, agitación incrementada, salivación profusa y convulsiones (Mc Dowell y Arthington, 2005). En las regiones tropicales y subtropicales esta carencia no se presenta siendo propia de las zonas templadas, asociadas a crecimiento de forraje en la estación fría. Esto se debería al mayor contenido de Mg de las gramíneas tropicales, que duplican el que presentan las de clima templado (Mufarrege, 1999).

### **Potasio**

La deficiencia de K en los rumiantes resulta en signos no específicos, tales como la reducción del crecimiento, la reducción del consumo de alimento y agua, la disminución de la eficiencia de utilización del alimento, debilidad muscular, trastornos nerviosos, rigidez, falta de elasticidad de la piel, demacración y degeneración de los órganos vitales. Hasta hace poco, se creía que había pocas posibilidades de una deficiencia de K porque los forrajes jóvenes generalmente contienen niveles que superan considerablemente los requerimientos de los animales. Sin embargo el contenido de K en muchos concentrados y en forrajes maduros sometidos a lixiviación se encuentra por debajo de los requerimientos (Mc Dowell y Arthington, 2005).

### **Sodio y Cloro**

El Na y Cl constituyen el cloruro de sodio ó sal común y son elementos esenciales para la vida de los animales por lo que son considerados en conjunto. Los síntomas de carencia de Na son: apetito inusual por la sal y el animal come objetos extraños, tierra, madera, piedras y huesos, pero la salud no se altera por varios meses, hasta que se produce un quebranto del organismo: inapetencia, ojos sin brillo, pelaje áspero, rápida pérdida de peso vivo y disminución de la producción de leche. Al proporcionarles sal se produce una rápida recuperación de los animales (Underwood, 1981). La deficiencia de Na es más probable que ocurra durante las siguientes circunstancias: 1) durante la lactación, debido a la deposición de Na en la leche, 2) en animales de crecimiento rápido y 3) bajo condiciones de clima cálido, donde grandes cantidades de agua y Na son perdidas a través del sudor y donde los pastos son deficientes en Na (Mc Dowell y Arthington, 2005).

### **Azufre**

El S es un elemento importante en la síntesis de proteína debido a que dos aminoácidos importantes metionina y cisteína lo contienen. Los signos producidos por la deficiencia de S han sido identificados como pérdida de peso, debilidad, lagrimeo, torpeza y muerte. En una deficiencia de S, la síntesis de proteína microbiana se reduce, por lo que el animal presenta signos de una mala nutrición proteica. (Mc Dowell y Arthington, 2005).

### **Cobalto**

El Co es requerido por los microorganismos del rumen para la síntesis de la vitamina B12, siendo ésta y no el elemento Co el componente requerido a nivel del tejido animal (CSIRO, 1990). Los animales en pasturas deficientes en Co gradualmente pierden el

apetito y tienen un crecimiento lento ó pérdida de peso. Estos signos pueden confundirse con los efectos producidos por los parásitos ó el bajo consumo de alimento. La única forma segura de establecer la presencia de esta deficiencia es a través de medir la respuesta al suministro de Co por vía oral ó a inyecciones de vitamina B12, en términos de aumento de apetito y ganancia de peso. La deficiencia de Co ocurre más frecuentemente en rumiantes en pastoreo y está muy difundida en muchas regiones del mundo, considerándose una limitante severa, asimilable a los efectos causados por las carencias de Na, P y Cu (Mc Dowell y Arthington, 2005).

### **Cobre**

La mayoría de las deficiencias de Cu en el ganado que ocurren naturalmente están condicionadas por factores de la dieta, en las áreas afectadas, que interfieren con la absorción ó utilización del Cu por el animal. Se demostró la interacción del Cu con el Mo; con niveles altos de Mo se requieren mayores niveles de Cu y enfermedades causadas por un exceso de Mo pudieron ser controladas por el tratamiento masivo de los animales con Cu. Más recientemente se probó que la interacción es entre tres minerales, agregándose el S que posibilita el poder de interferencia del Mo sobre la utilización del Cu (Underwood, 1981). Existe un gran rango de signos clínicos asociados a una deficiencia simple de Cu ó inducida por alto nivel de Mo y S, estos signos incluyen: anemia, diarrea severa, crecimiento lento, decoloración del pelo, infertilidad temporal, fallo cardíaco y huesos frágiles que se fracturan fácilmente (Grace, 1983) Las deficiencias subclínicas son más distribuidas y representan más pérdidas económicas que los casos agudos. Un nivel inadecuado de Cu puede provocar bajo crecimiento, baja producción de leche y baja tasa de reproducción, sin acusar síntomas que sean fáciles de reconocer (Mc Dowell y Arthington, 2005).

### **Yodo**

El I es absorbido primariamente en el rumen y los signos de deficiencia son bocio, caída de pelo en animales jóvenes y retardo del crecimiento (Mufarrege, 1999). La deficiencia severa de I puede ser diagnosticada fácilmente por la evidencia clínica de bocio, resultado del agrandamiento de la tiroides. Las formas menos severas son más difíciles de diagnosticar, afectando la producción a través de irregularidad ó supresión de celos, afectación del desarrollo fetal en cualquier etapa provocando reabsorciones embrionarias, abortos ó muertes al nacer, gestaciones prolongadas y retenciones placentarias (Mc Dowell y Arthington, 2005).  
Hierro

Los rumiantes jóvenes son más susceptibles a la deficiencia de Fe, debido a que la leche lo contiene en bajos niveles. Los terneros alimentados exclusivamente con leche presentan anemia y además pueden manifestar baja ganancia de peso, letargo, respiración difícil y mucosas pálidas (Mc Dowell y Arthington, 2005). Nunca ha sido demostrada una deficiencia primaria de Fe en animales en pastoreo. Las infestaciones por parásitos que producen pérdida importante de sangre ó infecciones que producen disturbios en el metabolismo del Fe pueden producir una anemia secundaria. Esta ausencia de deficiencias primarias de Fe es resultado del alto contenido de este elemento que normalmente tienen las pasturas y forrajes (Underwood, 1981).

### **Manganeso**

En todas las especies animales la deficiencia de Mn se manifiesta por crecimiento lento, anormalidades esqueléticas y desórdenes nerviosos en el recién nacido y disturbios en la función reproductiva. La expresión de estos signos varían con el grado y duración de la deficiencia y con la edad y función productiva de los animales (Underwood,



**Figura 1.** Suplementación mineral de vacas con cría al pie, en comederos

1981). En rodeos con índices reproductivos no satisfactorios, una vez descartadas las causas sanitarias y de manejo, Dowell et al., (1993) recomiendan probar si existe una deficiencia de Mn, comparando la preñez entre lotes de vacas con y sin suplemento de este elemento (Mufarrege, 1999).

### Selenio

Las funciones metabólicas del Se están fuertemente relacionadas con la vitamina E; ambos elementos protegen las membranas celulares contra la degeneración y muerte de los tejidos y son necesarios para obtener respuestas inmunes adecuadas en el ganado (Mc Dowell y Arthington, 2005). En las vacas el efecto de una ingesta sub-óptima crónica de Se produce: descenso en las tasas de concepción, retención de placenta, abortos, mastitis, debilidad, terneros muertos al nacer y ocasionalmente caída de vacas luego del parto (Noon et al., 2004).

### Zinc

El crecimiento y reproducción son especialmente afectados por la carencia de Zn (Underwood, 1981). La función reproductiva puede ser afectada en vacunos y lanares y se ha informado acerca de pobre desarrollo testicular y cese de la espermatogénesis,

por lo que la demanda de Zn para reproducción y desarrollo de órganos sexuales parece ser mayor que la requerida para el crecimiento (Grace, 1983). Actualmente se considera que una carencia marginal de Zn, en vacunos y lanares en pastoreo es más generalizada de lo que se creía previamente, caracterizada por crecimiento, fertilidad y niveles séricos de Zn por debajo de lo normal, sin manifestación de otros signos clínicos (Underwood, 1981).

### Contenido de minerales en las pasturas de Uruguay y su relación con los requerimientos.

La mayoría de las deficiencias minerales que ocurren naturalmente en los herbívoros están asociadas con regiones específicas y directamente relacionadas con las características del suelo. Por otra parte se han observado grandes variaciones en la concentración mineral de diferentes especies de plantas que crecen en un mismo suelo (Mc Dowell y Arthington, 2005). Muchos factores afectan los requerimientos minerales de los rumiantes, entre ellos el tipo y nivel de producción, la edad, el nivel y forma química de los elementos en el alimento, el consumo suplementario del mineral, la raza y la adaptación animal. Entre diferentes razas se ha observado diferencias importantes en

la eficiencia de absorción mineral de la dieta, con valores que fluctuaron de 40 a 80% para el P y de 2 a 10% para el Cu. Esto se ha asociado a la adaptación de las razas al ambiente (Mc Dowell y Arthington, 2005). Desde hace más de 60 años se dispone de información nacional sobre nutrición mineral de rumiantes en pastoreo, ya sea sobre contenido de los distintos minerales en pasturas y tejidos animales o respuestas productivas de los animales a la suplementación mineral (Ungerfeld, 1998). A continuación se reúne, compara y analiza en conjunto los resultados nacionales sobre nutrición mineral disponibles, tratando de lograr una generalización que trascienda las diferencias metodológicas y de distancia en el tiempo, como una base para ajustar los programas de suplementación y sugerir futuras líneas de investigación en el tema.

### Calcio

La media de 215 observaciones de contenido de Ca de pasturas naturales uruguayas publicadas en la literatura fue de 0.42% de la MS y Orcasberro y Alonso (1990), basados en resultados de 526 muestras de varios autores informan un contenido medio de 0.43% (Ungerfeld, 1998). La estación del año, la disponibilidad de forraje, el material madre del suelo y la textura afectan el contenido de Ca, con tendencia a encontrar valores menores en pasturas de primavera y verano en relación al resto del año, disminución del contenido de Ca a medida que aumenta la disponibilidad de forraje y mayores valores en Yaguarí y Basalto y en general en los suelos pesados (Ungerfeld, 1998). En términos generales podemos decir que el contenido de Ca de nuestras pasturas cubre los requerimientos del elemento, con más holgura en unas zonas que en otras.

### Fósforo

La media de 253 observaciones de contenido de P de pasturas naturales uruguayas publicadas en la literatura fue de 0.14% de la

MS, mientras que Orcasberro y Alonso (1990), basados en resultados de 526 muestras de varios autores informan un contenido medio de 0.12% (Ungerfeld, 1998). El material madre y la textura de los suelos dan lugar a diferencias importantes en el contenido de P de las pasturas. La razón primaria de la deficiencia de P en amplias zonas del mundo es la cantidad del mineral proporcionado por el suelo. Los suelos livianos desarrollados sobre Areniscas y Cretácico son los que presentan los menores contenidos de P, los de Cristalino y Basalto ocupan una posición intermedia, en tanto que los de Fray Bentos y Yaguarí son los que determinan los tapices más ricos en P (Ungerfeld, 1998).

Comparando con los requerimientos de los animales, se observa que una mínima parte de las muestras alcanza a cubrir los requerimientos de las diferentes categorías y Mc Dowell y Conrad (1977) colocan a Uruguay dentro de los países en que ocurren deficiencias de P (Ungerfeld, 1998). Debe tenerse presente que el P se acumula y moviliza a partir de los huesos por lo que el contenido de P en sangre puede no reflejar deficiencias que se producen en periodos cortos. Mufarrege (1999, 2004) señala para la Argentina, que la deficiencia de P es la de mayor importancia económica, ya que es el elemento de mayor costo en las mezclas minerales y recomienda suplementar a todas las categorías cuando los valores de P en las pasturas se encuentren por debajo de 0.14% y a las vacas de cría cuando los valores se encuentren entre 0.14 y 0.16%. Los resultados obtenidos de la suplementación mineral con fósforo en vacas de cría en regiones con deficiencias subagudas han sido contradictorios, en varios experimentos se registraron mejoras en los índices reproductivos, mientras que en otros no se registró respuesta a la suplementación. Las mayores respuestas se obtienen cuando aparecen síntomas clínicos de deficiencia, produciéndose también aumentos de peso significativos de los animales (Barcellos et al., 2003).

## Magnesio

La media de 184 observaciones del contenido de Mg de pasturas naturales uruguayas publicadas en la literatura fue de 0.17% de la MS, mientras que Orcasberro y Alonso (1990), basados en resultados de 526 muestras de varios autores informan un contenido medio de Mg de 0.19% (Ungerfeld, 1998). La región geográfica y el material madre de los suelos influyen el contenido de Mg de las pasturas, Orcasberro y Alonso (1990), basados en un resumen de resultados de la literatura, informan valores de 0.20% de Mg para Cristalino, 0.16% para Areniscas y 0.18% para la región Este (Ungerfeld, 1998). En base a la información disponible Orcasberro y Alonso (1990) consideran que las deficiencias de Mg son improbables en Uruguay, mientras que McDowell y Conrad (1977) lo colocan dentro de los países donde pueden ocurrir deficiencias de este mineral (Ungerfeld, 1998). Por otra parte Mufarrege (1999) señala que la hipomagnesemia no afecta a los vacunos en el NEA (Corrientes y Norte de Entre Ríos, RA) y Barcellos et al., (2003) afirman, para Río Grande del Sur, que el contenido de Mg de las pasturas cubre las necesidades de la mayoría de las categorías animales.

## Potasio

Los datos de contenido de K en tapices completos son escasos. Sosa y Guerrero (1983) hallaron un contenido medio de 1.45% en 12 muestras tomadas a lo largo de la ruta 26. La escasez de información impide el análisis de la influencia de los factores que se tratan en otros minerales (Ungerfeld, 1998). El 100% de las muestras de pasturas recolectadas por Sosa y Guerrero (1983) cubriría los requerimientos de los vacunos; más aún considerando que la selectividad favorecería la ingestión de K, ya que se encuentra en concentraciones más altas en las especies de mayor calidad (Ungerfeld, 1998). De acuerdo a Mufarrege (1999), los pastos en general tienen suficiente K como para satis-

facer los requerimientos del ganado vacuno para carne, opinión que coincide con la de Barcellos et al., (2003) que no indican al K como uno de los minerales críticos aún cuando informan contenidos de K, en las pasturas de Río Grande del Sur, menores a los que se han obtenido en Uruguay.

## Sodio

Los datos de contenido de Na en tapices completos son escasos. Sosa y Guerrero (1983) hallaron un contenido medio de 0.04% de la MS en 12 muestras a lo largo de la ruta 26, con un amplio coeficiente de variación. De acuerdo a los requerimientos el 60% de estas muestras no cubren las necesidades de Na de los animales (Ungerfeld, 1998). Mufarrege (1999) señala que en los muestreos de pastizales del NEA, el 69% de las muestras fue deficiente, elevándose este valor al 80-90% en las pasturas naturales de Corrientes. En estas regiones donde prevalecen las aguadas de origen pluvial la deficiencia de Na se agudiza. Estos resultados coinciden con la afirmación de Barcellos et al., (2003), que el Na es el elemento más deficiente en las pasturas de Río Grande del Sur, principalmente debido a la poca capacidad de las especies nativas para acumular el mineral.

## Azufre

Los datos de contenido de S en tapices completos son escasos. Sosa y Guerrero (1983) hallaron un contenido medio de 0.15% en 12 muestras tomadas a lo largo de la ruta 26. El 100% de estas muestras cubriría los requerimientos de los vacunos reportados por el NRC (1976) (Ungerfeld, 1998). Mufarrege (1999) señala para la Argentina que la deficiencia directa de S en bovinos para carne es poco probable y si ocurre está relacionada con una mala alimentación proteica del ganado. La única situación puntual que justificaría la suplementación preventiva con S es en el pastoreo de verdes

estivales de sorgo, para compensar el consumo para contrarrestar la formación del HCN en el rumen.

### **Cobalto**

La media de 94 observaciones de contenido de Co de pasturas naturales uruguayas publicadas por Nores (1944) y Sosa y Guerrero (1983) resultó ser de 0.23 ppm de la MS. Por otra parte Orcasberro y Alonso (1990) basados en 56 muestras de varios autores informan un contenido medio de Co de 0.19 ppm. Se observa que algunas de las pasturas pueden ser deficitarias y que la situación varía estacionalmente, en otoño-invierno se cubrirían los requerimientos en el 80-85% de las situaciones, mientras que en primavera-verano la cobertura descendería al 56-60%. Mc Dowell y Conrad (1977) colocan a Uruguay dentro de los países donde ocurren deficiencias de Co (Ungerfeld, 1998).

### **Cobre**

La media de 203 observaciones de contenido de Cu de pasturas naturales uruguayas publicadas en la literatura fue de 6.8 ppm en la MS y Orcasberro y Alonso (1990), basados en resultados de 526 muestras de varios autores informan un contenido medio de Cu de 6.2 ppm (Ungerfeld, 1998). Los requerimientos de Cu de los vacunos pueden variar entre 4 a 16 ppm de la MS de la dieta, dependiendo de la concentración de Mo, sulfatos inorgánicos y Fe. Otro criterio sería considerar la relación Cu:Mo; los signos de hipocuprosis serían evidentes cuando dicha relación es menor a 2.8:1 (Bingley y Carrillo, 1966), mientras que Mc Dowell et al., (1993) indican una relación de 4:1, como requerida para satisfacer los requerimientos de Cu de vacunos en pastoreo. La deficiencia secundaria de Cu, por exceso 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 (Mufarrege, 1999). Mc Dowell y

Arthington (2005) indican que a excepción del P, la deficiencia de Cu es la limitante más importante para los animales en pastoreo en la mayoría de las regiones tropicales y que signos severos de deficiencia son raros cuando se suministran alimentos concentrados.

### **Yodo**

Nores y Rossi (1948), citados por Ungerfeld (1998) no hallaron diferencias entre materiales geológicos en relación al contenido de I en el suelo, aunque el mineral tendía a disminuir al aumentar la proporción de arena. Los contenidos más bajos se encontraron sobre Cretácico y algunas zonas bajas de Rocha y Soriano, aunque con grandes variaciones dentro de un mismo establecimiento. No se encontraron datos acerca del contenido de I en las pasturas en Uruguay. De acuerdo con Cerviño et al., (1967), citados por Pereira et al., (1988), el bocio humano en el Uruguay se presenta especialmente en la zona norte, disminuyendo hacia el sur. A su vez Mc Dowell y Conrad (1977) colocan a Uruguay dentro del grupo de países donde ocurren deficiencias de I (Ungerfeld, 1998).

### **Hierro**

La media de 93 observaciones de contenido de Fe de pasturas naturales uruguayas publicadas por Nores (1944) y Sosa y Guerrero (1983) fue de 746 ppm en la MS (102 a 3741). Orcasberro y Alonso (1990), basados en resultados de 98 muestras de varios autores informan un contenido medio de Fe de 863 ppm (120 a 2005). Si contrastamos estos valores con los requerimientos animales de las diferentes categorías encontramos que la totalidad de las muestras estudiadas cubre los mismos. Una vez absorbido el Fe es eficientemente retenido, principalmente en el hígado pero también en la médula ósea y el bazo. De acuerdo a Maynard et al., (1981) los animales adultos con sus reservas completas necesitan muy poco Fe si no

hay pérdidas de sangre o estados patológicos (Ungerfeld, 1998).

### **Manganeso**

La media de 203 observaciones de contenido de Mn en pasturas naturales uruguayas publicadas en la literatura fue de 223 ppm en la MS (24 a 753). Orcasberro y Alonso (1990), basados en resultados de 526 muestras de varios autores informan un contenido medio de Mn algo superior, de 271 ppm (40 a 272) (Ungerfeld, 1998). La casi totalidad de las muestras estudiadas cubriría los requerimientos de Mn de las distintas categorías de vacunos para carne, que distintos autores sitúan entre 20 y 40 ppm (Ungerfeld, 1998). Mufarrege (1999) señala que en pastizales de la región noreste argentina es improbable que ocurran deficiencias, pero que estas podrían darse en la región pampeana, dado que el contenido de Mn es mucho menor en suelos con buena aptitud agrícola.

### **Selenio**

La única referencia nacional de contenido de Se corresponde a pasturas sembradas. Podestá et al., (1976) hallaron valores entre 0.045 y 0.090 ppm en una pastura mezcla de Trébol Blanco y Trébol Subterráneo. Ninguna de las muestras citadas alcanzaría a cubrir los requerimientos de Se indicados por NRC (1975 - 76), que se ubican entre las 0.10 y 0.20 ppm para los vacunos. Mc Dowell y Conrad (1977), colocan a Uruguay dentro del grupo de países donde ocurren deficiencias de Se (Ungerfeld, 1998). De acuerdo a Higgs (2004), la deficiencia de Se se ha observado en áreas con una precipitación anual superior a los 410 mm y particularmente en los suelos más livianos, situación que se da en muchas zonas de Uruguay. Muffarrege (1999) considera para la Argentina que la suplementación de los bovinos para carne con Se parecería ser una técnica que tiene buenas perspectivas y Barcellos et al., (2003) para Rio Grande do Sul, afirman que ocurren deficiencias subclínicas que frecuentemente

afectan la eficiencia de producción y salud de los animales.

### **Zinc**

La media de 120 observaciones de contenido de Zn en pasturas naturales uruguayas publicadas en la literatura fue de 24.2 ppm en la MS (6.2 a 65.4). Orcasberro y Alonso (1990), basados en resultados de 434 muestras de varios autores, informan un contenido medio de Zn inferior, de 18 ppm (6 a 60) (Ungerfeld, 1998). Considerando requerimientos de 20 a 30 ppm, informados por varios autores se observan deficiencias de Zn en algunas categorías, especialmente vacas de cría y en algunas estaciones, especialmente en el verano. Mc Dowell y Arthington (2005) indican que la reserva de Zn en el cuerpo es muy baja como para compensar un bajo consumo en los alimentos y permitir altas tasas de producción. Por otra parte encontraron cada vez más evidencias de que el aporte de los forrajes es insuficiente y que la mayoría de las mezclas minerales que se ofrecen proporcionan cantidades insuficientes en relación a los requerimientos de los rumiantes.

### **Respuesta a la suplementación mineral y recomendaciones sobre composición de los suplementos**

Considerando la importancia de los distintos minerales y la posibilidad de que su contenido sea deficitario en las condiciones de pastoreo de los campos uruguayos, encontramos que pueden ser limitantes dentro de los macro nutrientes el Fósforo y el Sodio y entre los micronutrientes el Cobalto, el Cobre, el Yodo, el Selenio y el Zinc. En un interesante relevamiento, Cuenca et al., (1981), utilizando categorías con altas exigencias nutritivas en dos épocas del año, vacas lactando en primavera y novillos de sobreaño en crecimiento durante el otoño, detectaron como carencia principal la baja concentración de P, bajos valores de Cu en ambas estaciones y valores por debajo de los requerimientos para el Zn en diciembre-enero.



En función de la distinta información disponible en cuanto a experimentos de suplementación para nuestras condiciones, revisaremos las respuestas a la suplementación en el caso del fósforo y trataremos de definir algunos lineamientos con respecto al Cloruro de Sodio y los niveles de los micronutrientes requeridos en las mezclas minerales para prevenir eventuales carencias.

### Fósforo

En el país se ha trabajado en distintos periodos y por diferentes grupos de trabajo para medir el efecto de la suplementación con sales minerales que aporten fósforo en los vacunos de carne, fundamentalmente en la categoría de vacas de cría:

- Los primeros trabajos fueron realizados en la década del 60, en La Estanzuela, Colonia, en la época que funcionaba la Escuela de Graduados del IICA, dentro del Centro de Investigaciones Agrícolas (De León Lora, L., 1963 y Schiersmann, G., 1963).
- Otro grupo de trabajos fueron realizados en la Estación Experimental del Norte, del CIAAB entre mediados de la década del 70 y principios de la del 80, con el apoyo del CIVET "M.C. Rubino" (Pittaluga et al., 1980).
- Entre 1982 y 1985, fueron llevados adelante varios trabajos de Tesis de Facultad de Agronomía, en la Estación Experimental de Bañado de Medina y en establecimientos comerciales ( Arroyo, G. y Mauer, E., 1982; Barrios et al., 1984 y Fernández et al., 1985).
- También hay disponibles resultados de suplementación a campo realizadas en establecimientos comerciales, entre 1985 y 1988, por Barraca Deambrosi S.A., bajo la supervisión del Dr. J.C.Sosa.

- A fines de la década del 90 se realizaron trabajos en un campo ganadero de la Caja Notarial, ubicado en Pandule, Paysandú, con el apoyo del Dilave. (Uriarte, G 1998 y Cuenca, L 2000).
- Más recientemente se dispone de trabajos llevados adelante en las Estaciones Experimentales de Treinta y Tres y Tacuarembó del INIA (Quintans et al., 2005) (Jiménez de Aréchaga et al., 2007) (Pittaluga, 2007)

Hay suficientes evidencias de respuesta a P en muchos de los experimentos revisados. Claramente el orden de respuesta a la suplementación con P en las diferentes categorías del rodeo es: 1) Vacas de primera cría al pie. 2) Vacas multíparas con cría al pie y 3) Vaquillonas de primer entore. Como ha sido señalado en la bibliografía las mayores respuestas se obtienen cuando aparecen situaciones problema ó síntomas clínicos de deficiencia. Otro elemento a considerar es la situación nutricional general del rodeo, cuando este se encuentra en muy buen estado y las vacas con buenos pesos y CC las respuestas son menores. Por otra parte cuando la disponibilidad de forraje es muy baja y los pesos y CC son limitantes no puede expresarse la respuesta a la suplementación mineral. Las modificaciones en las prácticas de manejo y el desarrollo de los animales de reposición también conducen a situaciones diferentes. El acortamiento de los periodos de lactancia y los destetes más tempranos, crean una situación en la que las vacas tienen mayores posibilidades de recuperar sus niveles de P, antes de enfrentar una nueva lactancia.

Por otra parte un mejor peso de entore y desarrollo hasta el primer parto, para lo cual se utilizan mejoramientos de campo fertilizados ó suplementos ricos en P, hacen que la vaca de primera cría se aproxime en peso y CC al de las vacas adultas, disminuyendo sus necesidades de crecimiento y llegando al parto con mayores reservas. Esta atenuación de requerimientos se hace aún mayor



**Figura 2.** Suplementación mineral de vacas preñadas con bloques.

cuando esta categoría es destetada precozmente. Otro factor a considerar en los experimentos realizados es que la suplementación con P es acompañada con NaCl y microelementos, frente a un testigo que no recibe ningún tipo de suplementación, por lo que parte de la respuesta registrada se puede deber a estos componentes. Esta situación no se da en los primeros experimentos de La Estanzuela, donde el testigo recibe NaCl y es la situación que se da en los experimentos de la Caja Notarial, donde la suplementación especial incluye todos los minerales que pueden ser limitantes.

Las mayores respuestas a la suplementación mineral con P, puede esperarse en los animales en crecimiento y en las vacas de cría durante la lactancia, especialmente en situaciones en que no tengan acceso a pasturas fertilizadas ó que no hayan recibido otros suplementos que aporten fósforo. En este periodo de las vacas de cría, que abarca amamantamiento y entore, se recomienda una mezcla mineral que contenga de 8 a 10% de P, de modo de tener consumos de P a través del suplemento del orden de los 5 gr/día.

#### **Cloruro de Sodio**

Pese a la importancia que se le asigna a la sal común, para la cual como se menciona

anteriormente en nuestro país los niveles en las pasturas podrían ser deficitarios en el 60% de los casos, no hay información de respuesta a su suplementación en forma exclusiva. Debe sí tenerse presente que en todos los experimentos vistos anteriormente en que se registra respuesta a la suplementación con P, la misma estaba acompañada con sal común en forma importante, por lo que parte de los resultados obtenidos pueden deberse a la misma. De acuerdo a la información disponible la carencia de Na puede manifestarse en mayor grado a medida que los campos estén más alejados de la influencia oceánica y cuando la principal fuente de agua sean las aguas superficiales, tales como arroyos, cañadas y tajamares. En condiciones prácticas dado que los suplementos minerales usualmente suministrados al ganado contienen del orden del 40 al 50% de Cloruro de sodio, con un consumo razonable (40 a 50 grs diarios de la mezcla mineral) se cubren los requerimientos de Na en la mayoría de las situaciones.

#### **Microelementos**

Con respecto a los microelementos que aparecen como limitantes en nuestras condiciones no existen trabajos que evalúen la respuesta a su suministro, por esa razón se hará referencia a los niveles en que deberían

incluirse en las mezclas minerales y la posibilidad de aplicarlos por vía inyectable en alguno de ellos.

La carencia de Cobalto puede darse en Uruguay, pero sin la importancia que se da en Oceanía, donde aparece como uno de los minerales más importantes. Hasta tanto se pruebe experimentalmente su necesidad específica para las distintas zonas del país una suplementación preventiva puede realizarse incluyendo 0.001% de Co en la mezcla mineral lo que se logra con 0.005% de Sulfato de Co ó con 0.002% de Carbonato de Co.

El Cobre es uno de los elementos cuya concentración en la dieta es más difícil de precisar dada la interferencia con otros minerales. De modo preventivo, dada su carencia directa ó inducida por otros minerales que son comunes, tales como Mo, Fe y sulfatos, se puede suministrar en las mezclas minerales en una proporción del 0.1% de las mismas, lo que se logra con 0.4% de Sulfato de Cu. Dado que el Cu se almacena en el hígado, puede ser administrado periódicamente por vía inyectable con resultados seguros.

No hay información acerca del contenido de Yodo en las pasturas pero por considerarse Uruguay una zona en que aparece el bocio, parece conveniente incluir una suplementación preventiva con I, incorporándose al 0.008% en la mezcla mineral, lo que se logra con 0.012% de Yoduro de potasio, en el caso que la sal utilizada para preparar la mezcla no sea sal yodada.

La suplementación con Selenio puede hacerse agregándolo a las sales a través de un núcleo mineral que lo contenga, ya que las cantidades diarias a suministrar por animal son muy pequeñas. La mezcla mineral debería incluir un 0.002% de Se, lo que se logra con 0.004% de Selenito de Sodio. También puede suministrarse con la aplicación de soluciones inyectables que lo contengan (Mufarrege, 1999).

La deficiencia de Zinc es más importante en el verano, Mufarrege y Aguilar (2001) señalan que el Zn no tiene en el organismo un tejido de reserva de fácil acceso, por lo que si se produce escasez en el pastoreo los mecanismos de regulación no funcionan como en otros elementos. Por esa razón recomiendan para prevenir deficiencias en la recría de vacunos y en la alimentación de toros, mezclas minerales con un contenido de 0.5 a 1% de Zn, que puede lograrse con Oxido de Zn, que tiene 80% de Zn ó con Sulfato de Zn, que contiene 23% de Zn.

Si bien una suplementación mineral puede ser importante todo el año, resulta claro que en primavera-verano se da una combinación de situaciones, incremento de los requerimientos animales por crecimiento, reproducción y lactancia y disminución de concentración de algunos minerales en las pasturas, que ameritan un mayor cuidado en la composición de las mezclas minerales y en la continuidad del suministro.

### Referencias bibliográficas

- Arroyo, G. y Mauer, E. 1982. Efecto de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo y evolución del peso en vacas de cría Hereford y su relación con la concentración mineral en el suero y tejidos de reserva y estudio del aporte de mineral por las praderas naturales del noreste uruguayo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. (T.1453)
- Barcellos, JO., Ospina, H., Prates, ER. y Mülbach, RF. 2003. Suplementacao mineral de Bovinos em Regioes Subtropicais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Barrios, J., Bertolotti, C. y Polio, J. 1984. Influencia de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo de vacas de cría Hereford. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. (T.1576)
- CSIRO. 1990. Feeding standards for Australian livestock. Ruminants. Australia.
- Cuenca, L. 2000. Estudio de los

- desbalances minerales como limitantes de la eficiencia reproductiva y productiva en bovinos de carne. INIA Serie Técnica N°108 (59-60).
- Cuenca, L., Fernández, A., Alonso, T. y Decia, C. 1981. Niveles de minerales en pasturas y tejidos de Bovinos de Carne en el Uruguay. *Veterinaria* 77:103-109.
- De León Lora, L. 1963. Efecto de la suplementación de fósforo sobre la eficiencia reproductiva de Vacas Hereford en praderas naturales del Uruguay. La Estanzuela, Colonia, Uruguay. Tesis. Escuela de graduados.
- Fernández, D., Lussich, D. y Marizcurrena, P. 1985. Influencia de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo y evolución del peso en vacas de cría Hereford. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay (T.1636).
- Grace, ND. 1983. The mineral requirements of grazing ruminants. *New Zealand Society of Animal Production*. Occasional Publication No.9.
- Higgs, Tony. 2004. Trace elements deficiencies in sheep and cattle. Government of Western Australia. Department of Agriculture. Farmnote N°8/2004.
- Jiménez de Aréchaga, C., Pittaluga, O. y Quintans, G. 2007. Suplementación mineral en vacas multíparas y primíparas (No publicado, 11 pp.).
- Mc Clure, TJ. 1994. Nutritional and metabolic infertility in the cow. CAB International
- McDowell, LR. and Arthington, JD. 2005. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. University of Florida.
- Mufarrege, DM. 2004. El fósforo en los pastizales de la región NEA. E.E.A. INTA Mercedes, Corrientes. Noticias y Comentarios N° 388.
- Mufarrege, DM. y Aguilar, DE. 2001. Suplementación con Zn, de los Bovinos para Carne, en la provincia de Corrientes. Noticias y Comentarios N° 348.
- Mufarrege, DM. 1999. Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina. Trabajo de Divulgación técnica. Estación Experimental Agropecuaria INTA Mercedes, Corrientes. Argentina
- Noon, TH., Frederick, H. and Cuneo, SP. 2004. Selenium deficiency in Arizona Range Cattle. The University of Arizona. Animal Health Update, July 2004.
- Pittaluga, O. 2007. Efecto de la suplementación con fósforo sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Hereford y Braford, en Basalto y Areniscas. En: Día de Campo "Cría vacuna en suelos arenosos" INIA-Tacuarembó Actividades de Difusión N° 486: 18-20.
- Pittaluga, O., Allegri, M., Corbo, M. y Riet, F. 1980. Relevamiento de Minerales en las Pasturas y en Sangre de Vacas de Cría y su relación con Reproducción y Cambios de Peso en Suelos Arenosos, Bajo Distintos Esquemas de Suplementación. CIAAB Investigaciones Agronómicas. Año 1 N°1 (42-45).
- Quintans, G., Barreto, S. y Jiménez de Aréchaga, C. 2005. Manejo del anestro posparto. Suministro de sales minerales durante el posparto en vacas multíparas. INIA-Treinta y tres Actividades de Difusión N° 429: 8-14.
- Schiersmann, G. 1963. Efecto de la suplementación con fósforo sobre la eficiencia reproductiva y crecimiento de un hato de ganado Hereford en praderas naturales del Uruguay. La Estanzuela, Colonia, Uruguay. Tesis. Escuela de Graduados.
- Sosa, JC. 1986. Ensayos de campo con Sales Minerales Cobalfosal. Periodo 1985/86 (Repartido 18 pag.)
- Underwood, EJ. 1981. The Mineral Nutrition of Livestock. Second Edition. Commonwealth Agricultural Bureaux.
- Ungerfeld, E. 1998. Factores que afectan el contenido de minerales en pasturas naturales y el estado nutricional de vacunos y ovinos en Uruguay. Revisión Bibliográfica. Edición preliminar. INIA-Tacuarembó (230 p.)
- Uriarte, G. 1998. Situación de los minerales en la ganadería de carne en el Uruguay. INIA. Actividades de Difusión N°166 (10-13).