

Suplementación con fósforo en ganado de carne a pastoreo - Phosphorus supplementation in grazing beef cattle

Soto, Claudio; Reinoso, Valeria

DMTV, actividad privada. Manuel Oribe 389, Artigas - Uruguay; CP 55000; e-mail: srvet@adinet.com.uy

Resumen

La deficiencia de fósforo es la deficiencia mineral más frecuente a nivel mundial en rumiantes a pastoreo. En el presente trabajo se discuten los principales efectos de la deficiencia de fósforo y el diseño de un adecuado programa de suplementación en ganado de carne a pastoreo haciendo especial énfasis en las condiciones pastoriles del Uruguay.

Palabras claves: suplementación, fósforo, ganado de carne, pastoreo.

Abstract

Phosphorus deficiency is the most common mineral deficiency worldwide in grazing ruminants. In this paper we discuss the main effects of phosphorus deficiency and designing an appropriate program of supplementation in grazing beef cattle with special emphasis on grazing conditions in Uruguay.

Keywords: supplementation, phosphorus, grazing beef cattle.

Introducción.

El fósforo es considerado el mineral más deficiente en rumiantes a pastoreo (8). La deficiencia de fósforo causa baja ganancia de peso vivo, disminución en la producción de leche y baja performance reproductiva que se confunden fácilmente con la subalimentación,

deficiencia de proteína y con varias infecciones parasitarias, en casos severos además produce anomalías en huesos y dientes (raquitismo y osteomalacia) (8, 22).

Desde hace casi un siglo se ha demostrado que la suplementación con fósforo permite sobreponerse a los efectos deletéreos de la hipofosforosis. En la literatura abundan los trabajos que indican mejoras sustanciales en la performance del ganado alimentado con dietas deficientes en fósforo que han sido suplementados con este mineral (8, 10, 22).

El objetivo del presente trabajo es discutir brevemente los principales aspectos de la suplementación con fósforo en ganado de carne a pastoreo.

Efectos de la deficiencia de fósforo en el ganado.

El fósforo es un nutriente esencial tanto para el animal como para los microorganismos del rumen (21), y dada su importancia en la producción y reproducción y su grado de deficiencia a nivel mundial es el mineral más importante a considerar en rumiantes a pastoreo (8).

Luego del calcio, el fósforo es el mineral más abundante del organismo, cerca del 80% del fósforo se encuentra en huesos y dientes, mientras que el 20% restante permanece distribuido en los tejidos blandos y fluidos corporales (8, 22).

El fósforo es necesario para la formación y mineralización de los huesos pero además es un componente integral de los ácidos nucleicos y de los fosfolípidos, interviene en el balance osmótico y en el equilibrio ácido – base del organismo y juega un rol esencial en el metabolismo energético celular (8, 22).

El esqueleto es una gran reserva de calcio y fósforo, frente a períodos de deficiencia el organismo extrae calcio y fósforo de los huesos para mantener las concentraciones normales de estos elementos en los tejidos blandos y fluidos corporales, cuando estas reservas se agotan o no son removidas con suficiente velocidad comienzan a hacerse evidentes los síntomas clínicos de deficiencia. En los períodos de adecuado aporte mineral en la dieta el organismo restablece las reservas óseas de calcio y fósforo y queda en condiciones de poder afrontar otro período de carencia (8, 22).

Los signos detectables de la deficiencia de fósforo en el ganado vacuno aparecen en el siguiente orden (19): 1) disminución del consumo de alimentos, 2) pérdida de peso vivo y condición corporal,

3) pica, 4) locomoción y estación anormal, 6) recumbencia.

El efecto principal de la deficiencia de fósforo en rumiantes es una disminución marcada (de hasta 50%) en el consumo de alimentos (8, 21, 22) como consecuencia de una disminución en la actividad microbiana del rumen y en el metabolismo energético intermediario y celular del animal (21).

La reducción en el consumo de alimentos guarda una fuerte relación con la caída de fósforo en sangre. En dietas deficientes en fósforo la reducción en el consumo de alimentos puede tardar semanas o meses en manifestarse debido a que los mecanismos fisiológicos compensatorios (remoción de fósforo de los huesos y aumento del reciclado de fósforo en el tracto gastrointestinal) pueden mantener los niveles de fósforo en tejidos blandos y sangre dentro de los valores normales por un período de tiempo considerable, cuando estos mecanismos ya no pueden evitar la caída de fósforo en sangre se reduce el consumo de alimentos (21).

El bajo consumo de alimentos es el responsable directo de la baja ganancia de peso vivo, de la baja producción de leche y de las fallas reproductivas (celos irregulares y anestro) que se observan en la carencia de fósforo, no existiendo evidencia científica que indique que la carencia de fósforo por sí misma sea causa de infertilidad y baja performance en rumiantes (8, 22, 26). Además numerosos trabajos han demostrado que el suministro de fósforo por encima de los requerimientos del ganado no mejora la reproducción, la producción de leche ni la ganancia de peso vivo (7, 12).

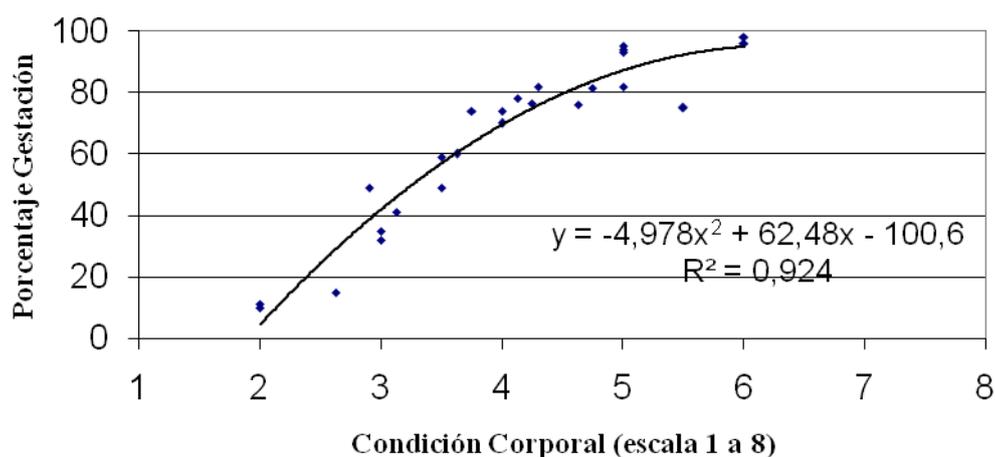


Figura 1: Relación entre condición corporal al entore y porcentaje de gestación en vacas de cría en Uruguay (elaborado en base datos de Orcasberro 1994b, 1996; Scaglia 1997).

El balance energético (reflejado en los cambios en la condición corporal) (Figura 1) y no la carencia de un nutriente específico en particular es el determinante primordial de la fertilidad (6, 18). La evidencia experimental demuestra que en los casos en los cuales existió una mejora en la performance reproductiva debido a la suplementación con fósforo los animales suplementados incrementaron el consumo de alimento lo cual incrementó el peso vivo o eliminó o redujo la pérdida de peso (presentaron mejor condición corporal a la concepción) (3, 26). En los casos en que no ocurrió respuesta en la fertilidad las vacas suplementadas tuvieron similar evolución del peso vivo que las no suplementadas (26).

Los animales en lactación responden a una deficiencia dietética de fósforo reduciendo la producción de leche sin cambios en la composición de la misma (22). La depresión en la producción de leche es consecuencia directa de la reducción en el consumo de alimentos (26). En la práctica la mejora en la producción de leche o en el peso al destete de los terneros (índice de la producción de leche) debido a la suplementación con fósforo raramente ocurre, pero es más probable que ocurra en vaquillonas de primera cría dado que aún están en crecimiento (22, 26), la falta de respuesta en animales de mayor edad podría deberse a las mayores reservas de fósforo y a las menores demandas de este mineral para el crecimiento (26).

La tasa de ganancia diaria de peso vivo depende del consumo de alimento por encima de los requerimientos de mantenimiento (11). A nivel experimental existió respuesta positiva en ganancia de peso vivo a la suplementación con fósforo en vacunos en crecimiento y engorde únicamente cuando la suplementación con fósforo produjo un aumento en el consumo de alimentos, en aquellos casos en que la respuesta en el consumo fue variable también lo fue la ganancia diaria (26).

La carencia de fósforo produce pica que es el apetito depravado o anormal caracterizado por el consumo o el masticar de huesos, suelo, piedras y otros objetos (8, 21, 22). La pica aumenta el desgaste de los dientes disminuyendo la vida útil del ganado y el riesgo a contraer ciertas enfermedades infecciosas como por ejemplo botulismo. La aparición de pica guarda relación con la caída de fósforo en sangre y desaparece cuando éste alcanza los valores normales como consecuencia de la suplementación (9, 22). La pica no es exclusiva de la carencia de fósforo y puede ser observada en otras deficiencias nutricionales (8, 22).

La deficiencia de fósforo por largos períodos de tiempo, generalmente meses, lleva además a alteraciones severas en la mineralización de los huesos (raquitismo en los animales jóvenes y osteomalacia en los

adultos) que conduce a fragilidad ósea, tendencia a fracturas espontáneas, alteración en la marcha, rechazo a moverse, estación anormal, etc. El rechazo a moverse reduce la actividad de pastoreo agravando aún más la reducción en el consumo de alimentos lo cual puede llevar a debilidad generalizada y muerte por inanición (8, 19, 21, 22).

Requerimientos de fósforo del ganado.

Los requerimientos de fósforo del ganado dependen del estado fisiológico y del nivel de producción del animal. A medida que aumenta el peso vivo, la ganancia diaria de peso, la producción de leche y avanza la gestación aumentan los requerimientos de fósforo (11).

Para ganado de carne alimentado con dietas de mediana a baja calidad (60 – 50% NDT, calidad similar a la del campo natural en Uruguay) el NRC (11) estima necesidades de 0.12 a 0.18% de fósforo en la materia seca (MS) para animales en crecimiento – engorde, 0.14 a 0.20% para vacas de cría en lactación y 0.16 a 0.17% para vacas de cría en el último tercio de la gestación. Dietas de mayor calidad que promuevan mayores niveles de producción requieren mayores niveles de fósforo (11).

Los requerimientos de fósforo se incrementan frente al exceso de calcio en la dieta, deficiencia de vitamina D (8, 22) y stress por calor (16).

El exceso de fósforo en la dieta por largos períodos de tiempo causa trastornos en el metabolismo del calcio, excesiva resorción ósea y cálculos urinarios (12). Para el ganado de carne la máxima concentración tolerada de fósforo en la dieta es el 1% de la materia seca total consumida siempre y cuando el aporte de calcio sea adecuado (11).

Situación del fósforo en el Uruguay.

El campo natural es la principal base forrajera de la ganadería de carne en Uruguay. El contenido de fósforo de las pasturas naturales de nuestro país es bajo, promediando 0.14% de la MS (rango 0.02 a 0.42%, CV= 42.1%, n= 253) (23) con poca variación entre estaciones. Ungerfeld (23) encontró que en el campo natural las leguminosas tendieron a contener más fósforo que las gramíneas (0.19 vs. 0.17%), las especies invernales más que las estivales (0.20 vs. 0.15%) y los pastos finos más que los duros (0.19 vs. 0.13%). Es de destacar que los contenidos de fósforo encontrados en las pasturas naturales de nuestro país (13, 23) no llegarían a cubrir los

requerimientos de muchas de las categorías de ganado en producción (11).

La concentración de fósforo inorgánico en el plasma sanguíneo (fosfatemia) puede ser utilizado como un indicador del status de este mineral en el animal. Son consideradas fosfatemias normales valores de 6 a 8 mg/dl en rumiantes jóvenes en crecimiento y de 4.5 a 6 mg/dl en rumiantes adultos, valores inferiores a 4.5 mg/dl son indicativos de deficiencia de fósforo en vacunos y ovinos (8). La fosfatemia promedio encontrada en vacunos y ovinos pastoreando campo natural en Uruguay fue de 5.1 mg/dl (rango 3.1 a 10.1 mg/dl, CV= 27.4%, n= 71) (23). Debe tenerse en cuenta que fosfatemias normales no necesariamente indican un adecuado aporte de fósforo en la dieta debido a que la extracción de fósforo de los huesos y el aumento del reciclado de fósforo en el tracto gastrointestinal que se producen en animales alimentados con dietas deficientes en fósforo pueden impedir por algún período de tiempo que la fosfatemia descienda por debajo de los valores normales (22). En épocas de deficiencia hasta el 30% del calcio y del fósforo de los huesos pueden ser removidos en los vacunos (21).

Referencia	Suplementación con sal común	Suplementación con fósforo	Diferencia
De León Lora (1963)	48	64	16
Shiersmann (1965)	86,9	96,4	9,5
Arroyo y Mauer (1982)	27	70	43
Promedio	54	76,8	22,8

Cuadro 1: Efecto de la suplementación con fósforo sobre el porcentaje de parición en vacas de cría en Uruguay (adaptado de McDowell y col. 1997).

La concentración mineral en las cenizas de huesos ha sido empleada como criterio diagnóstico, se considera deficiente un contenido de fósforo en las cenizas de huesos menor a 17.6% (9) o 18% (22). El contenido promedio de fósforo en cenizas de huesos (de la penúltima costilla) encontrada en vacunos pastoreando campo natural en Uruguay fue de 17.7% (rango 15.9 a 19.1%, CV= 5.4%, n= 19) (23). Hay que tener en cuenta que la composición mineral relativa del hueso puede no cambiar sustancialmente con la deficiencia de fósforo y puede brindar poca o ninguna indicación del status de fósforo del animal (22). El mejor índice de mineralización de los huesos es expresar el contenido de fósforo en relación al volumen del hueso (mg/cm³) (25), considerándose como valor crítico 120 mg P /cm³ (9).

La mejor confirmación de una deficiencia mineral es una respuesta positiva a la suplementación (9). Aunque en muchos casos la diferencia no fue estadísticamente significativa los trabajos de investigación en Uruguay demostraron que en general la suplementación con fósforo mejoraría la ganancia de peso vivo de vacas, vaquillonas y novillos, y la performance reproductiva del ganado de cría (13). En el Cuadro 1 se puede apreciar como la suplementación con fósforo en algunos casos mejoró sensiblemente los porcentajes de procreo del rodeo de cría.

Cuando suplementar con fósforo.

La producción animal responde a la ley del nutriente más limitante, es decir aquel nutriente que satisface en menor cantidad los requerimientos del animal dicta el nivel de producción. La respuesta a la suplementación con fósforo solo es positiva si el fósforo es el nutriente más limitante en la dieta del animal (4, 8, 22, 26).

El contenido de fósforo y otros nutrientes de las pasturas disminuye a medida que madura o pierde calidad la planta (10) sin embargo paradójicamente la mejor respuesta a la suplementación con fósforo se obtiene en épocas de activo crecimiento forrajero cuando la calidad y disponibilidad de la pastura no son limitantes (4, 8, 9, 20, 22, 26). Numerosos trabajos han demostrado que cuando disminuye la oferta forrajera (ej. invierno, sequías, etc.) o la calidad de la pastura (ej. pasturas maduras encañadas, rastrojos, etc.) la limitante es la energía o la proteína en la dieta y en consecuencia los animales no responden favorablemente a la suplementación mineral (9, 10, 20, 26).

La respuesta a la suplementación con fósforo es variable, pero generalmente es positiva cuando la pastura es baja en fósforo (< 0.15%), adecuada en proteína (> 9.4% PB) (26) y se encuentra en elevada disponibilidad (20).

Ha sido ampliamente demostrado que la suplementación con fósforo no reduce la pérdida de peso (20) ni mejora la performance reproductiva del ganado (3) en épocas de escasas forrajera o con pasturas de baja calidad deficientes en proteína (10, 26). En pasturas deficientes en proteína la suplementación con fósforo puede causar un efecto negativo sobre la performance del ganado posiblemente por una interferencia con la utilización del nitrógeno (26).

Las bajas concentraciones de fósforo inorgánico en sangre son indicativas de deficiencia de fósforo en rumiantes (8). Fosfatemias de 2 a 4 mg/dl son fuertemente sugestivas que la suplementación con fósforo resultará en un aumento significativo en el consumo de

alimentos y de la productividad (21). En general no existe respuesta positiva a la suplementación con fósforo cuando el nivel de fósforo en sangre es elevado (ej. > 5 mg/dl) (26). La fosfatemia se correlaciona altamente con la ganancia de peso vivo únicamente en la estación del año de activo crecimiento forrajero, es recomendable emplear la fosfatemia como criterio diagnóstico de la deficiencia de fósforo únicamente cuando las muestras son obtenidas tardíamente en la estación de activo crecimiento forrajero y son comparadas con valores de referencia locales (24).

Debe quedar claro que la suplementación con fósforo mejora la performance del ganado alimentado con dietas deficientes en fósforo a través del aumento en el consumo de alimentos (13 a 60%), si por alguna razón, por ejemplo baja disponibilidad forrajera, alta carga, pasturas deficientes en proteína, etc. el ganado no puede aumentar el consumo de forraje la suplementación con fósforo es ineficaz (26).

En regiones con deficiencias marginales de fósforo (caso de Uruguay) es probable que exista respuesta favorable a la suplementación con fósforo únicamente en los momentos del año en los cuales el ganado presenta una ganancia positiva de peso vivo (26). Teniendo en cuenta el ciclo promedio de crecimiento de las pasturas del campo natural (pico primaveroestival) y el ciclo de producción ganadero en Uruguay (partos en primavera) una sugerencia razonable sería suplementar con fósforo en los meses de Setiembre a Diciembre, períodos en los cuales normalmente la disponibilidad y calidad de la pastura permiten elevados niveles de producción. El inicio se podría atrasar si la primavera se presenta seca (bajo crecimiento forrajero) o extenderse si eventualmente el verano y el otoño se presentan lluviosos. Debido a la baja disponibilidad forrajera que normalmente se presenta en invierno y en períodos de sequía la suplementación con fósforo seguramente no será efectiva ya que en estas condiciones la limitante es el consumo de energía y no los minerales.

Si la disponibilidad y calidad de la pastura son adecuadas durante todo el año la suplementación mineral debería ser ininterrumpida (20).

Como suplementar con fósforo.

Existen diferentes métodos de suplementar con minerales a rumiantes en pastoreo pero no todos presentan la misma practicidad y eficacia, estos incluyen: preparados orales, premezclas para adicionar al agua de bebida o a la ración, etc., siendo más frecuente en nuestro medio los compuestos inyectables y las sales minerales de consumo a voluntad.

Sales minerales de consumo a voluntad.

El suministro de sales minerales o sales compuestas de consumo a voluntad es el método más eficaz de suplementar con minerales a rumiantes a pastoreo (8, 9).

Las sales minerales están formadas por los minerales a suplementar (fósforo, calcio, sodio, cobre, cinc, etc.) y un vehículo saborizante (melaza deshidratada, sal común, harina de algodón, etc.) que la hace apetecible para los animales y regula su consumo (8). Se presentan en forma de polvo, granulado o en bloques, siendo de elección las formas granuladas y en polvo, ya que los bloques presentan mayor variación individual en el consumo (2) y además los de consistencia muy dura presentan un muy bajo consumo que no llega a cubrir los requerimientos de los animales (8).

Para un adecuado aporte de fósforo al ganado alimentado con forrajes nativos las mezclas minerales deben contener un mínimo de 6 a 8% de fósforo y en áreas donde el forraje posee menos de 0.20% de fósforo, como lo son la mayoría de las pasturas naturales de nuestro país, es preferible un mínimo de 8 a 10% de fósforo, niveles menores probablemente no logren cubrir los requerimientos de los animales. Además el suplemento mineral debe poseer una relación calcio:fósforo no superior a 2:1 ya que el exceso de calcio en la dieta interfiere con la absorción gastrointestinal y la movilización ósea del fósforo, los rumiantes toleran una relación calcio:fósforo más amplia solo cuando el aporte de fósforo es adecuado en la dieta (8).

En general las pasturas invernales anuales y perennes cultivadas poseen mayor contenido de fósforo que las pasturas naturales, vacunos pastoreando este tipo de forraje requieren suplementos minerales con bajos tenores de fósforo (0 a 4%) (5). La fertilización fosfatada incrementa el contenido de fósforo de las plantas, por lo tanto con pasturas fertilizadas la respuesta a la suplementación con fósforo en general es nula (10, 22).

El consumo diario de suplemento por el ganado a pastoreo es altamente variable y se encuentra influenciado por numerosos factores (2). La palatabilidad de los suplementos minerales afecta más el consumo que la necesidad fisiológica del animal por un mineral específico. Normalmente se asume que el consumo mineral promedio es de aproximadamente 0.5% del consumo total de materia seca, pero hay que tener en cuenta que cuando a los animales no se les provee suplementos minerales por un período largo de tiempo pueden llegar a desarrollar un apetito voraz por los minerales y consumir de 2 a 10 veces la cantidad normal diaria de minerales hasta que satisfagan su apetito (8).

En Uruguay el consumo promedio de mezclas minerales que contenían cloruro de sodio y fósforo observado en novillos, vaquillonas y vacas de cría fue de 43 g/animal/día, con una variación entre 25 y 70 g/animal/día (13).

Cuando el consumo de sales minerales es desconocido generalmente se presupuesta un consumo inicial de 50 g/vacuno/día y posteriormente se ajusta en caso de ser necesario (8), considerando este hecho y los eventuales desperdicios, frecuentemente se recomienda suministrar 25 kg de sal mineral por semana cada 50 vacunos.

El consumo de suplementos minerales tiende a ser menor cuando la calidad y disponibilidad de la pastura aumentan (8) períodos en los cuales es más necesaria la suplementación con fósforo (26). Si el consumo del suplemento mineral es bajo y no cubre los requerimientos de los animales se puede estimular el consumo del mismo incrementando la proporción del saborizante o se debe cambiar a una mezcla mineral más palatable o con mayor concentración de fósforo (8).

En Uruguay es un error frecuente suplementar con sal común (cloruro de sodio) como única fuente de minerales, si bien es menos costosa que la sal compuesta solo aporta sodio y cloro por lo cual la respuesta en producción será mínima o nula (Cuadro 1). Se debe suplementar con sales compuestas que aporten cantidades adecuadas de todos los minerales deficientes, particularmente de fósforo (8).

Compuestos inyectables.

Los compuestos inyectables destinados a prevenir o controlar carencias minerales buscan suministrar cantidades relativamente elevadas de minerales en formulaciones de liberación lenta de manera que puedan ser almacenados en los órganos de depósito (ej. hígado) y puedan cubrir los requerimientos minerales del animal por un período prolongado de tiempo, usualmente semanas o meses (8, 22).

Desde el punto de vista de la producción o de la prevención de carencias minerales los inyectables solo son útiles para aquellos minerales que se necesitan en muy pequeñas cantidades en la dieta (minerales traza) y sean almacenados en el organismo, es decir solo son útiles para algunos minerales traza como el cobre, selenio, iodo y cinc mientras que para otros minerales traza como el cobalto no son efectivos (8, 22).

Debido a que los requerimientos diarios de todos los macrominerales

(fósforo, calcio, sodio, cloro, azufre, magnesio y potasio) son muy elevados los compuestos inyectables de fósforo o de otros macrominerales no son un método satisfactorio de prevención y control de carencia pues se necesitarían grandes dosis administradas a intervalos frecuentes de tiempo (1). Las inyecciones de macrominerales elevan rápidamente los valores de estos minerales en sangre pero si se descontinúa la administración éstos descienden rápidamente en pocas horas (1, 9).

Teniendo en cuenta el coeficiente de absorción media del fósforo ingerido en la dieta (68%) y el contenido medio de fósforo del fosfato monosódico (22.5%) (11), se tendrían que inyectar todos los días aproximadamente 60 ml de una solución comercial de fosfato monosódico al 20% para obtener la misma cantidad neta (absorbible) de fósforo que la que obtendrían los animales con el consumo diario de 50 gramos de una sal mineral con 8% de fósforo. Como es evidente el suministro de macrominerales en forma inyectable para prevenir y controlar carencias no es práctico ni económico, en cambio con las sales minerales de consumo a voluntad al ser ingeridas regularmente por el ganado hasta en varias tomas por día se logra un nivel de aporte de minerales sostenido en el tiempo con lo cual se obtendrá una adecuada respuesta a la suplementación mineral (8).

A nivel comercial se ha sugerido que unas pocas inyecciones de fósforo (ej. 2 a 3) antes del parto o servicio contribuirían a mejorar la fertilidad y a reducir los problemas relacionados con el parto (distocia, retención de placenta, etc.) y que inyecciones infrecuentes de fósforo (ej. cada 30 a 45 días) prevendrían la aparición de osteomalacia y raquitismo, pero de acuerdo a las últimas revisiones sobre el tema no existe ninguna evidencia científica que respalde estas sugerencias (8, 9, 22, 26). Esta idea ignora el hecho que las inyecciones aisladas, espaciadas en el tiempo, aportan cantidades insignificantes de fósforo u otros macrominerales en relación a la demanda de los animales. Por ejemplo, una inyección de 30 ml de una solución de fosfato monosódico al 20% aportaría 1.35 g de fósforo, si se administra cada 30 días representaría tan solo el 0.4% de los requerimientos mensuales de fósforo de una vaquillona de 300 kg que gana 500 g/día o el 0.34% de los requerimientos mensuales de una vaca de cría de 380 kg durante el último tercio de la gestación (11).

Las únicas indicaciones que poseen los preparados inyectables de fósforo son para **iniciar el tratamiento** de aquellos casos en que la necesidad de fósforo es urgente, como en la hemoglobinuria del puerperio y la paresia obstétrica (hipocalcemia) complicada con hipofosfatemia, enfermedades éstas que son más frecuentes en vacas lecheras de alta producción (1).

Conclusión.

La investigación es consistente en indicar que las pasturas naturales en Uruguay son bajas en fósforo (13, 23), sin embargo estas deficiencias no siempre se reflejan en una respuesta positiva a la suplementación (13), la respuesta a la suplementación con fósforo se encuentra fuertemente influenciada por el status y demanda mineral del animal (24) y por la disponibilidad y calidad de la pastura (26). En Uruguay cabría esperar una respuesta positiva a la suplementación con fósforo únicamente en categorías con altas demandas de minerales y en épocas de activo crecimiento forrajero que es cuando más se acentúa la deficiencia de fósforo. La mejor forma de suplementar con fósforo al ganado es a través del suministro de sales minerales en forma oral (8). Las inyecciones de fósforo no son un método satisfactorio para el control y la prevención de la carencia de fósforo (1, 9).

Referencias Bibliográficas.

1. Blood, D.; Radostits, O. (1992): Medicina Veterinaria, 7ma. Edición, Volumen II, pp. 1184-1321.
2. Bowman, J; Sowell, B. (1997): Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: A review. J. Anim. Sci. 75:543-550.
3. Dunn, T.; Moss, G. (1992): Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. J. Anim. Sci. 70:1580-1593.
4. Gartner, R.; McLean, R.; Little, D.; Winks, L. (1980): Mineral deficiencies limiting production of ruminants grazing tropical pasture in Australia. Tropical Grasslands 14:266-272.
5. Greene, L. (2000): Designing mineral supplementation of forage programs for beef cattle. Proc. of Am. Soc. of Anim. Sci. 1999.
6. Hess, B.; Lake, S.; Scholljegerdes, E.; Weston, T.; Nayigihugu, V.; Molle, J.; Moss, G. (2005): Nutritional controls of beef cow reproduction. J. Anim. Sci. 83 (E. Suppl.): E90-E106.
7. Knowlton, K.; Radcliffe, J.; Novak, C.; Emmerson, D. (2004): Animal management to reduce phosphorus losses to the environment. J. Anim. Sci. 82:E177-E195.
8. McDowell, L. R. (1992): Minerals in animal and human nutrition, Academic Press, pp. 524.
9. McDowell, L.; Velázquez-Pereira, J.; Valle, G. (1997): Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales, 3era. edición, University of Florida, pp. 84.
10. Minson, D. J. (1990): Forage in ruminant nutrition, Academic Press, pp. 483.
11. NRC (1996): Nutrient requirements of beef cattle, 7th

- revised edition, Washington D.C., National Academy Press, pp. 242.
12. NRC (2001): Nutrient requirements of dairy cattle, 7th revised edition, National Academy Press, pp. 408.
 13. Orcasberro, R. (1994): Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. En: INIA, Serie Técnica Nro. 13, pp. 225 – 238.
 14. Orcasberro, R. (1994b): Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. En: INIA, Serie Técnica Nro. 13, pp. 158 – 169.
 15. Orcasberro, R. (1996): Manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría. Anuario Hereford, pp. 103-121.
 16. Sanchez, W; McGuire, M.; Beede, D. (1993): Macromineral nutrition by heat stress interactions in dairy cattle: Review and original research. J. Dairy Sci. 77: 2051-2079.
 17. Scaglia, G. (1997): Nutrición y reproducción de la vaca de cría: uso de la condición corporal. INIA, Serie Técnica Nro. 91, pp 16.
 18. Short, R.; Bellows, R.; Staigmiller, R.; Berardinelli, J.; Custer, E. (1990): Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. J. Anim. Sci. 68: 799-816.
 19. Shupe, J.; Butcher, J.; Call, J.; Olson, A.; Blake, J. (1988): Clinical signs and bone changes associated with phosphorus deficiency in beef cattle. Am. J. Vet. Res. 49:1692-1636.
 20. Souza, J. (1987): Suplementação mineral de bovinos de corte. En J. P. Puignau (Ed.): Reunión sobre determinación de carencias y suplementación mineral de bovinos, IICA-PROCISUR, Dialogo XXX, pp. 111-127.
 21. Ternouth, J. (1990): Phosphorus and beef production in northern Australia: 3. Phosphorus in cattle – a review. Tropical Grasslands 24:159-169.
 22. Underwood, E.; Suttle, N. (1999): The mineral nutrition of livestock, 3rd. Edition, CAB International, pp. 614.
 23. 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, pp. 230.
 24. Wadsworth, J.; McLean, R.; Coates, D.; Winter, W. (1990): Phosphorus and beef production in northern Australia: 5. Animal phosphorus status and diagnosis. Tropical Grasslands 24:185-196.
 25. Williams, S.; Lawrence, L.; McDowell, L.; Warnick, A.; Wilkinson, N. (1990): Dietary phosphorus concentrations related

- to breeding load and chemical bone properties in heifers. *J. Dairy Sci.* 73:1100-1106.
26. Winks, L. (1990): Phosphorus and beef production in northern Australia: 2. Responses to phosphorus by ruminants – a review. *Tropical Grasslands* 24:140-158.