

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION PARENTERAL DE COBRE SOBRE LOS NIVELES DE COBRE EN SANGRE Y LA GANANCIA DE PESO DE NOVILLOS EN EL AREA DE GENERAL VILLEGAS.

The effect of parenteral copper supplementation on blood copper levels and weight gain of steers in General Villegas.

Rabotnikof*, C.M.; Gonella¹, C.A. Stritzler², N.P. y Floris², N.R.

¹. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, S.E.E.A.

Gral. Villegas, Pcia. Buenos Aires

². Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. E.E.R.A. Anguil. Pcia. La Pampa

RESUMEN

Se estudió el efecto de la suplementación con cobre sobre los niveles de cobre en sangre y la ganancia de peso de novillos que pastoreaban en la Unidad de Invernada de la S.E. E.A. Gral. Villegas, I.N.T.A. Un lote de 30 novillitos de 160 kg. de peso vivo promedio fue dividido en tres de 10 animales cada uno que fueron sometidos a los siguientes tratamientos: T1: Testigo sin cobre; T2: Cobre inyectable cuando el nivel de cobre en sangre desciende de 0,5 $\mu\text{g/ml}$, hasta los 300 kg. de peso vivo. Luego, cobre inyectable cada 60 días; T3: Cobre inyectable cada 60 días. Se extrajo sangre por punción yugular de todos los animales cada 30 días y de los del T2 cada 15 días. Se midió cobre en suero sanguíneo por la técnica de ceruloplasmina oxidasa. Los animales fueron pesados cada 30 días hasta el fin del ensayo. Se tomaron muestras del forraje pastoreado y se midió la concentración de cobre y molibdeno. Se midió la concentración de sulfatos en el agua de bebida. La relación Cu:Mo fue de 1,09 para gramíneas y de 1,15 para leguminosas. La concentración de

* Trabajo parcialmente financiado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

sulfatos en agua de bebida fue de 2779 mg/l. La relación Cu-Mo-S fue adecuada para la presentación espontánea de deficiencia de cobre. Los niveles de cobre en sangre del grupo T1 fueron significativamente menores durante todo el ensayo a los de los grupos T2 y T3, y durante 7 meses se mantuvieron por debajo del nivel considerado "umbral de deficiencia" (0,5 $\mu\text{g/ml}$). Sin embargo, no se observó síntoma alguno que evidenciara una deficiencia de cobre. No se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso de los tratamientos ni en pesadas intermedias. Se discute la validez para todos los casos de presentación de hipocupremia, del umbral de 0,5 $\mu\text{g/ml}$ de cobre en sangre.

SUMMARY

The effect of copper supplementation on blood copper levels and weight gain of steers grazing in the Fattening Unit of S.E.E.A. Gr1 Villegas, I.N.T.A. was studied. Thirty steers were divided into three treatments of 10 animals each: T1: Control. No copper; T2: Copper injection when blood copper level was below 0,5 $\mu\text{g/ml}$, up to 300 kg liveweight and then, copper injection every 60 days; T3: Copper injection every 60 days. Blood samples were obtained from jugular vein every 30 days and a second extraction was done on T2 steers 15 days after. Serum copper was determined by the ceruloplasmin oxidase method. The animals were weighted every 30 days. Forage samples were taken to determine copper and molybdenum concentrations. Sulphate level on drinking water was also determined. The Cu:Mo ratio was 1,09 for grasses and 1,15 for legumes. Sulphate concentration in drinking water was 2779 mg/l. The Cu-Mo-S relationship was adequate to induce hypocuprosis. Blood copper levels in T1 were significantly smaller than T2 and T3 levels and during 7 months were below the threshold level (0,5 $\mu\text{g/ml}$.) Notwithstanding, no hypocuprosis symptoms were observed. Liveweight gain were statistically identical on the three treatments. The validity of the threshold level for all the hypocupremic cases is discussed.

INTRODUCCION

La deficiencia de cobre es una de las más difundidas deficiencias minerales en el mundo entero. En nuestro país, desde 1964, se han publicado numerosos trabajos que demuestran su existencia en distintas regiones. La gran mayoría de estos trabajos indica que el tipo de hipocuprosis es condicionada, conociéndose como tal a aquella que se presenta como resultado de la presencia de molibdeno y sulfatos en dosis excesivas en el forraje y/o el agua de bebida.

La hipocuprosis bovina se caracteriza por poseer una sintomatología diversa y muy variada. Dentro de los síntomas más comunes se encuentran: decoloración del pelo, diarrea, retraso en el crecimiento, supresión del estro, fallo cardíaco súbito, etc. (Underwood, 1977), incluyendo también una disminución en la ganancia de peso, sin otra manifestación clínica evidente (Bingley y Anderson, 1972).

Trabajos preliminares (Marta Pérez, resultados inéditos) demostraron la existencia de bajos niveles de cobre en sangre de novillos pertenecientes a la Unidad de Invernada de la S.E.E.A. Gr1. Villegas, I.N.T.A. A partir de estos resultados se planificó el presente trabajo, cuyo objetivo fue medir la incidencia de la suplementación inyectable de cobre, sistemática o estratégica, sobre la ganancia diaria de peso en una cadena de pastoreo típica de la zona.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó con animales que ingresaban a la Unidad Demostrativa de Invernada de la S.E.E.A. General Villegas, I.N.T.A. (Gonella y Jersonsky, 1978).

Se utilizaron 30 novillitos Aberdeen Angus de 160 kg. de peso vivo promedio y se los dividió en tres lotes de 10 animales cada uno, a los cuales se asignó uno de los tres tratamientos siguientes:

Tratamiento 1 (T1): Testigo sin cobre

Tratamiento 2 (T2): Cobre inyectable cuando el nivel de cobre en sangre desciende de un umbral ($0,5 \mu\text{g/ml}$) hasta los 300 kg. de peso vivo. Luego cobre inyectable cada 60 días.

Tratamiento 3 (T3): Cobre inyectable cada 60 días.

El tratamiento T2 se estableció con el objeto de medir las diferencias que pudieran presentarse con los tratamientos T1 y T3 al suplementar cobre, hasta los 300 kg. de peso, en forma esporádica pero en relación al nivel sanguíneo de cobre, y fue planeado en base a los resultados de Poole, Rogers y MacCarthy (1974), quienes trabajaron con suplementación de cobre a distintos pesos vivos.

Las fechas de suplementación parenteral de cobre y las dosis aplicadas están expuestas en el cuadro 1. La primera fecha de aplicación coincide con el inicio del ensayo.

Los animales de los tres tratamientos fueron incluidos dentro del mismo programa sanitario y pastorearon juntos en la cadena de pastoreo descrita por Gonella y Jersonsky (1978), desde el comienzo del ensayo hasta que alcanzaron su peso de faena y se dió por concluido el mismo.

Se tomaron muestras de forraje del potrero que los animales estaban pastoreando, por corte manual y se almacenaron a -20°C . Sobre las muestras recolectadas se realizaron análisis de cobre y molibdeno para gramíneas y leguminosas por separado. El contenido de cobre de los forrajes se analizó por espectrometría de absorción atómica y el contenido de molibdeno por colorimetría con sulfocianuro de potasio y cloruro estannoso; en ambos casos, previo tratamiento con ácido.

Se colectaron muestras de agua de bebida de los animales en distintas épocas del año y sobre ellas se determinó la concentración de sulfato por volumetría con cloruro de bario. Se extrajo sangre de todos los animales en ensayo, por punción yugular cada 30 días. Con el fin de obtener una estimación más precisa del momento en que el nivel sérico de cobre para el promedio del T2 descendía del umbral prefijado, se realizó sobre los animales de este tratamiento una segunda extracción mensual de sangre, distanciada 15 días de la anterior.

Sobre el suero de las muestras de sangre obtenidas se determinó la actividad de la Ceruloplasmina oxidasa, siguiendo el método descrito por Bingley, Ruksan y Carrillo (1978). Los valores obtenidos fueron transformados a concentración de cobre a través de la ecuación descrita por los mismos autores.

Se realizaron pesadas mensuales de los animales. Se estimó la ganancia de peso por regresión y se compararon los pesos iniciales, finales y pesadas mensuales entre tratamien

tos.

Los niveles de cobre se compararon por Test de Tuckey para cada fecha de extracción de sangre a los animales de los tres tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 2 está expresado el contenido de los forrajes en cobre y molibdeno y de sulfatos en agua de bebida. Los niveles de Cu y Mo mantienen una relación suficientemente baja como para producir hipocupremia (Underwood, 1977). Miltimore y Mason (1971) proponen una relación mínima Cu:Mo de 2,0 por debajo de la cual, en presencia de suficiente azufre inorgánico, se presentaría hipocupremia. En los forrajes pastoreados por los animales en ensayo, la relación, para el promedio, fue de 1,09 para gramíneas y de 1,15 para leguminosas. En ningún corte a través de todo el ensayo, esta relación alcanzó a ser de 2:1. La presencia de sulfatos en alta concentración en el agua de bebida (cuadro 2), asegura la presencia de los elementos que permitan la interacción Cu-Mo-S y la consecuente formación de tiomolibdatos que limitan la absorción y almacenamiento de cobre en el ruminante (Dick, Dewey y Gawthorne, 1975). Suttle y McLauchlan (1976) afirman que el principal factor que afecta la disponibilidad de cobre es el total de azufre consumido y que el molibdeno tendría un efecto secundario y azufre-dependiente. Desde este punto de vista, la absorción de cobre en este ensayo debería ser sumamente baja debido a los altos niveles de sulfato en el agua de bebida. Además, debería presentarse una variación estacional muy marcada debido a que la relación litros de agua consumidos por kg. de materia seca ingerida puede ser menor a 4 en invierno y mayor a 10 en verano (Winchester y Morris, 1956), y así el consumo de sulfatos sería 2,5 veces mayor en verano que en invierno. Si bien no se contó con biopsias de hígado, que hubieran reflejado con mayor precisión esta variación, los niveles de cobre en sangre obtenidos parecen contradecir esta afirmación, disminuyendo en invierno y aumentando en verano (figura 2). Las concentraciones séricas de cobre fueron obtenidas en base al análisis de la actividad de la ceruloplasmina oxidasa, considerado un buen parámetro para la detección de

hipocupremia (Bingley y Anderson, 1972) y para la evaluación de la efectividad del tratamiento terapéutico (Kirchgessner, Roth, Spoerl, Schnegg, Kellner y Weigand, 1977) debido a su estrecha correlación con la concentración de cobre en sangre. Los valores sanguíneos de cobre pueden verse en la figura 2. Prácticamente en todas las lecturas, los tratamientos T2 y T3 tuvieron valores de cobre en sangre superiores al grupo testigo T1, mientras que entre T2 y T3 sólo se presentaron diferencias como respuesta al tratamiento aplicado al T2 el 13-11-81.

Durante 7 meses, el grupo testigo tuvo niveles de cobre en sangre inferiores al considerado hasta hoy como "umbral de hipocupremia", $0,5 \mu\text{g/ml}$. (Underwood, 1981). Sin embargo, no se observó síntoma alguno que evidenciara una deficiencia de cobre. La evolución del peso vivo promedio para los tres tratamientos está expresada en la figura 1. No se encontraron diferencias significativas en ganancia de peso estimada por regresión, peso inicial y peso final. Tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos analizando cada pesada mensual.

Por lo tanto, a pesar de que la relación Cu:Mo en el forraje fue lo suficientemente baja como para producir hipocupremia y que ésta realmente se presentó durante un lapso prolongado, no se encontró síntoma alguno de manifestación de deficiencia, a excepción de los bajos niveles séricos de cobre. Estos no fueron extremadamente bajos en ningún momento, pero sí inferiores al mencionado umbral ($0,5 \mu\text{g/ml}$).

Los resultados aquí presentados coinciden con varios trabajos donde los niveles de cobre en sangre fueron inferiores al considerado normal y sin embargo no se encontraron diferencias en la ganancia de peso (Gurnett y Lawrence, 1978; Bingley, Carrillo y Ruksan, 1964; Carrillo, Bingley y Ruksan, 1964; MacPherson, Voss y Dixon, 1979). Es decir, que no toda caída en los niveles séricos de cobre está asociada con síntomas clínicos (Hartmans, 1974).

Smith y Coup (1973) sugieren que el nivel "umbral" debería ser más bajo para bovinos. Coinciden con esta afirmación los resultados obtenidos por Steffan, Fiel, Odriozola, Acuña y Rojas Panelo (1981). Estos autores encontraron diferencias en ganancia de peso entre testigo y tratamientos con inyectables: el testigo tenía niveles séricos de cobre extremadamente bajos. Los tratamientos suplementados presentaron niveles

séricos de cobre superiores al testigo pero inferiores al umbral de 0,5 $\mu\text{g/ml}$.

Esta información, unida a la anterior, sugiere que realmente debe pensarse en un umbral de deficiencia más bajo para bovinos, tal como lo expresan Smith y Coup (1973), y que debe esperarse una respuesta económica a la suplementación sólo cuando los niveles de cobre en sangre son lo suficientemente bajos, quizás 0,20 $\mu\text{g/ml}$. (MacPherson, Voss y Dixon, 1979). La variación que se observa en los niveles séricos de cobre a través del tiempo en el tratamiento testigo (figura 2), no tiene explicación clara, ya que no se presenta la misma tendencia en las concentraciones de molibdeno, cobre y sulfatos en forraje y agua. Wiener, Russell y Field (1980) encontraron un aumento de la concentración de cobre en sangre en función de la edad. Este podría ser uno de los componentes que expliquen la mencionada fluctuación.

CONCLUSIONES

En las condiciones en que se realizó el ensayo, la suplementación parenteral de cobre provocó incrementos significativos en el nivel sanguíneo de este elemento. Sin embargo, estas diferencias no fueron acompañadas por síntoma externo alguno y tampoco se vió afectada la ganancia diaria de peso. Existe evidencia de que el nivel umbral debería ser más bajo para bovinos. Es éste un punto que justifica investigación más profunda debido a que los resultados son contradictorios. Hace casi 20 años, Bingley, Carrillo y Ruksan (1964) postularon que existiría una interrelación con otros "factores", que no permiten obtener una respuesta en ganancia de peso al tratamiento con cobre. Sigue siendo hoy tema de estudio encontrar esos "factores" y medir su incidencia sobre el metabolismo del cobre. Esto permitiría contar con bases más sólidas para predecir el impacto económico de la suplementación de cobre en las distintas regiones del país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer muy especialmente al Ing. Agr. Norberto C. Gardella su colaboración en la realización de este trabajo, y a los Sres. Anselmo Moreno y Francisco Cimino, el cuidado y manejo de los animales experimentales.

BIBLIOGRAFIA

- BINGLEY, J.B. y ANDERSON, N.: Clinically silent hypocuprosis and the effect of molybdenum loading on beef calves in Gippsland, Victoria. *Aust. J. agric. Res.* 23:885, 1972.
- _____ ; CARRILLO, B.J. y RUKSAN, B.E.: Deficiencia de cobre. III. Efecto de dos niveles de dosificación de cobre inyectable de absorción lenta, sobre la concentración de cobre en hígado y sangre de bovinos. *Boletín Técnico* N° 34, E.E.R.A. Balcarce, I.N.T.A., 1964.
- _____ ; RUKSAN, B.E. y CARRILLO, B.J.: Estudios sobre hipocuprosis en la región de La Pampa Húmeda en la Provincia de Buenos Aires. *Rev. Med. Vet. (Bs. As., Argentina)* 59:63, 1978.
- CARRILLO, B.J.; BINGLEY, J.B. y RUKSAN, B.E.: Deficiencia de cobre. IV. Efecto de la administración de cobre y cobalto sobre la ganancia de peso en bovinos con bajas concentraciones de cobre en sangre y en hígado. *Boletín Técnico* N° 36, E.E.R.A. Balcarce, INTA.; 1964.
- DICK, A.T.; DEWEY, D.W. y GANTHORNE, J.M.: Thiomolybdates and the copper-molybdenum - sulphur interaction in ruminant nutrition. *J. agric. Sci. (Camb.)* 85:567, 1975
- GONELLA, C.A. y JERSONSKY, R.: Unidad Demostrativa de invernada en la zona de General Villegas (Buenos Aires). *Prod. Anim. (Bs. As., Argentina)* 6: 688, 1978.
- GURNETT, L.R. y LAWRENCE, N.G.: The administration of copper to spring calving beef cows and their calves. *Expl. Husb.* 34:97, 1978
- HARTMANS, J.: Tracing and treating mineral disorders in cattle under field conditions. In: *Trace Element Metabolism in Animals-2* (W.G. Hoekstra, J.W. Suttie, H.E. Ganther y W. Mertz eds). University Park Press, Baltimore, U.S.A., p. 261, 1974.
- KIRCHGESSNER, M.; ROTH, H.-P.; SPOERL, R.; SCHNEGG, A.; KELLNER, R. J. y WEIGAND, E.: A comparative view on Trace Elements and growth. *Nutr. Metab.* 21: 119, 1977.
- MACPHERSON, A.; VOSS, R.C. y DIXON, J.: The effect of copper treatment on the performance of hypocupraemic calves. *Anim. Prod.* 29:91, 1979
- MILTIMORE, J.E. y MASON, J.L.: Copper to molybdenum ratio and molybdenum and copper concentrations in ruminants feeds. *Can. J. Anim. Sci.* 51:193, 1971.

