

NR 46. CRECIMIENTO Y MINERALIZACIÓN ÓSEA DE OVINOS ALIMENTADOS CON FOSFATOS DE ALTO CONTENIDO DE FLÚOR

Susmira Godoy y C. F. Chicco

Instituto de Investigaciones Zootécnicas. CENIAP. FONAIAP. Maracay. sgodoy@conicit.ve

Abstract

Growth and bone mineralization of sheep fed with high fluorine phosphates

To evaluate the effect of phosphate with high levels of fluorine on growth and bone mineralization of sheep, triple superphosphate (SPT) and two raw rock phosphate, Riecito (RIO) and Monte Fresco (MONTE) vs dicalcium phosphate (DICAL), 24 West African sheep with an initial body weight 14.5 kg were assigned to the phosphorus sources in a complete randomized design. The animals were fed with forage, *Pennisetum purpureum*, *ad libitum* and supplemented with one kg/animal/day of a concentrate with 36.2 % corn cobs, 38.2 % corn, 9.3 % molasses, 6.3 % soy, 2.9 % urea and the different phosphates sources to provided 0.2 % total phosphorus. The diet were isocaloric (2.2 Mcal EME/kg) and isoproteic (24 % PC), with 1 % of calcium. The duration of the experiment was 15 months with the body weight controls every 28 days, forage intake every two weeks and water *ad libitum*. At the end of the experimental period 4 animals/treatment were injected through the jugular vein with 200 mCi ³²P and a oral dose of 200 mCi ⁴⁵Ca. Seven days later biopsy of ribs were carried out to measure bone mineralization and the uptake of the radioactive material. The final weight (kg/animal) was higher (P < .05) for DICAL (34.4) and RIO (33.3) in relation to MONTE (30.5) and SFT (29.9). The daily body gain (g/animal/day) was 113.62, 108.56, 89.38 and 73.53 for DICAL, RIO, MONTE and SFT, respectively, being the values significantly higher for DICAL and RIO. The intake of the supplement (g/animal/day) was higher (P < .05) for DICAL (883.0) with no significant differences with RIO (818.6) and MONTE (830.2) and lower for (SFT). Bone mineralization measured in terms of density (g/cc), bone ash, calcium, phosphorus (%), mg/cc) was grater for DICAL and SFT in relation to RIO and MONTE. Bone specific activity was lower for DICAL (9.13 and 0.72) than RIO (17.82 and 1.52), MONTE (29.28 and 2.15) and SFT (12.24 and 1.54), both for ³²P (x10⁻⁴ cpm) and ⁴⁵Ca (x10⁻⁷ cpm), respectively. The accumulation of fluorine in the bone tissue was higher (P < .05) for SFT (3133) and MONTE (2667) in relation to RIO (2433) and DICAL (816.7).

Palabras claves: Nutrición mineral, fosfatos, flúor, mineralización.

Key words: Mineral nutrition, phosphates, fluorine, bone tissue.

Introducción

Entre las deficiencias minerales, el fósforo es el elemento mas limitante para la producción de los rumiantes, particularmente en los países tropicales (McDowell, 1976; Underwood, 1981). La corrección de las deficiencias de fósforo, a través de la suplementación mineral, frecuentemente induce al uso de fuentes alternativas del elemento para reemplazar los fosfatos comerciales de importación.

Los yacimientos sedimentarios de fosfatos constituyen fuentes inorgánicas de fósforo, cuya biodisponibilidad y contenidos de flúor son variables, alcanzando este último valores entre 1.2 a 2.8 %.

El propósito del presente estudio fue determinar la absorción verdadera del fósforo de rocas fosfáticas existentes en el país y del superfosfato triple, con mediciones de absorción aparente y eficiencia de utilización del elemento, y evaluar el efecto del consumo de fosfatos de alto contenido de flúor sobre el comportamiento productivo y la mineralización del tejido óseo.

Materiales y métodos

Para evaluar el uso de fosfatos de mediano y alto contenido de flúor, sobre el crecimiento de ovinos y mineralización del tejido óseo a diferentes tamaños del "pool" tisular de flúor en el organismo, 24 corderos West African, de 14.5 kg de peso vivo inicial promedio, fueron distribuidos según un diseño completamente aleatorizado, en 4 grupos de seis animales cada uno y asignados a las siguientes fuentes de fósforo: fosfato dicálcico (DICAL), dos fosfatos de yacimientos, Riecito (RIO) y Monte Fresco (MONTE) y un fertilizante, superfosfato triple (SFT). La duración del experimento fue de 15 meses. Las dietas experimentales estaban constituidas (%) por tusa de maíz (36.2), harina de maíz, melaza de caña (9.3), harina de soya (6.3), urea (2.9), sal (1.56), aceite vegetal (0.98) y las diferentes fuentes de fósforo, siendo isoproteicas (24 % PCE), isoenergéticas (2.2 Mcal

EME/kg), isocálcicas (1 %) e isofosfóricas (0.20 % P total). Los animales fueron alimentados con un kg de concentrado/animal/día como única dieta y agua a voluntad. Se llevaron registros de peso corporal, cada 28 días y de consumo de los suplementos por grupos de seis animales, cada 14 días.

Para medir la captura de ^{32}P por el tejido óseo, al final de la prueba se dosificaron 4 animales/tratamiento, a través de la vena yugular derecha, con el volumen de una jeringa, 200 mCi de ^{32}P (Na_2HPO_4), y por vía oral, con el volumen de una jeringa con 200 mCi de ^{45}Ca (CaHPO_4). En cada animal se midió la captura de ^{32}P y ^{45}Ca por el tejido óseo, utilizando la séptima costilla izquierda. Se colocaron 2 g de hueso fresco en crisoles de porcelana, por duplicado, y se secaron a 100 °C durante 24 horas. Previo a una predigestión con HNO_3 50% (V/V), en calentamiento (200-300 °C), el material fue incinerado a 550 °C durante 12 horas. Las cenizas resultantes fueron digeridas con 10 mL de H_2SO_4 (1:1) y clarificadas con H_2O_2 . Posteriormente, el material fue transferido a frascos de centelleo, completando el volumen con agua bidestilada hasta alcanzar 20 mL.

En el tejido óseo se determinó la densidad (g/cc), calculada mediante la relación entre el peso del hueso fresco (g) y el volumen de agua (cc) desplazada al sumergir el hueso en un cilindro graduado de vidrio, peso húmedo y seco a 105 °C, durante 48 horas, y peso seco desgrasado por reflujo con éter de petróleo al 100% en caliente, durante 4 horas. Los huesos fueron incinerados a 600 °C durante 24 horas. Las cenizas resultantes fueron expresadas como porcentaje del peso seco libre de grasa, y en mg/cc, determinándose además la concentración de flúor (ppm) y calcio y fósforo (%), estable. La actividad específica del ^{32}P y ^{45}Ca en el tejido y el porcentaje de actividad dosificada se calcularon de acuerdo a las siguientes fórmulas: Actividad dosificada, % = cpm de la muestra / cpm patrón. Donde: cpm de la muestra = cuentas por minuto en 1g de hueso; cpm patrón = cuentas por minuto en 100 ul de patrón x 1000. Actividad específica hueso = % actividad dosificada / mg P/g Cenizas hueso.

Se utilizó el efecto Cerenkov para la detección del ^{32}P y para ^{45}Ca líquido de centelleo, con el uso de un equipo convencional de centelleo líquido (Nascimento, 1976)

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y la prueba de F fue aplicada para verificar la significancia de los cuadrados medios de las fuentes de variación. Se utilizó la prueba de amplitudes múltiples de Duncan para las comparaciones de las medias de la diversas determinaciones. Se establecieron correlaciones y regresiones entre las variables evaluadas.

Resultados

La respuesta en ganancia de peso de los ovinos alimentados con fosfatos de rocas durante períodos prolongados (15 meses), con peso inicial promedio de 14.5 kg, fue mejor en los animales alimentados con DICAL y la roca de RIO, en relación a los que consumían MONTE y SFT, siendo el peso promedio (kg/animal) al final del período de 34.41, 33.30, 30.46 y 29.87, respectivamente, para DICAL, RIO, MONTE y SFT.

La ganancia diaria de peso promedio (g/animal/día) durante el período fue mayor ($P < .05$) para DICAL (113.62) y RIO (108.56), seguida por MONTE (89.38) e inferior ($P < .05$) para SFT (73.53).

El consumo de alimento promedio (g/animal/día) fue mas elevado en DICAL (883.0), seguido por RIO (818.6) y MONTE (830.2) y mas bajo ($P < .05$) para SFT (744.9). Sin embargo, en todos los casos, el consumo disminuyó progresivamente a medida que se incrementó el tiempo de suplementación de los animales, siendo mas afectados los tratamientos con MONTE y SFT, en relación a DICAL y RIO.

La mineralización del tejido óseo, al final del período de alimentación, en términos generales, fue mejor para los animales alimentados con DICAL y SFT, en relación a los que consumían los fosfatos de yacimiento de RIO y MONTE.

Así, la densidad (g/cc) del tejido óseo fue significativamente superior ($P < .05$) en DICAL (1.347), sin diferencias con SFT (1.333) y mas baja para MONTE (1.235) y RIO (1.141).

La concentración de cenizas (%) en hueso fue similar para SFT (63.56) y DICAL (61.81), seguida por RIO (60.75) y menor ($P < .05$) para MONTE (57.87). Cuando se expresó el contenido de cenizas en mg/cc de hueso, SFT fue el mas elevado (552.9), sin diferencias con DICAL (473.4) y menores valores ($P < .05$) para los fosfatos de roca (RIO: 412.7 y MONTE: 408.2).

El contenido de fósforo y calcio (mg/cc) en tejido óseo, siguió la misma tendencia de las medidas anteriores con valores mas elevados para SFT (92.74 y 204.03) y DICAL (78.71 y 165.85), y mas bajos en RIO (62.14 y 136.71) y MONTE (64.91 y 142.81), respectivamente.

La acumulación de flúor (ppm) aumentó con el incremento en el consumo del elemento, siendo mas elevada en los animales alimentados con SFT (3133.3), seguidos por MONTE (2666.7) y RIO (2433.3) y menores ($P < .05$) para DICAL (816.7).

La captura de ^{32}P ($\times 10^{-4}$ cpm) y ^{45}Ca ($\times 10^{-7}$ cpm) por el tejido óseo aumentó en el tejido óseo menos mineralizado, siendo mas elevada ($P < .05$) para MONTE (29.28 y 2.15), seguida por RIO (17.82 y 1.52) y SFT

(12.24 y 1.54), e inferior ($P < .05$) para DICAL (9.13 y 0.72), respectivamente.

Discusión

Los estudios de crecimiento con ovinos recién destetados y suplementados con fosfatos de mediano y alto contenido de flúor, registraron pesos, ganancias diarias de peso y consumos, similares entre DICAL y la roca baja en flúor (RIO), mientras que los que consumieron los fosfatos de mayor contenido del elemento, MONTE y SFT, los índices productivos fueron más bajos (Messer *et al.*, 1973; Ramberg *et al.*, 1982). Las menores respuestas de animales que consumen cantidades elevadas de flúor posiblemente se debe a una disminución en el consumo voluntario, relacionado con alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos, por disminución en el nivel de glucosa-6-deshidrogenasa y en el recambio de glucógeno (Carlson y Suttie, 1966; Zebrowski *et al.*, 1964), y a alteraciones en la glucólisis, por inhibición en la actividad de la enolasa (Suttie *et al.*, 1974).

El tejido óseo menos mineralizado en los animales suplementados con RIO y MONTE responde a la menor disponibilidad de fósforo, y la mayor acumulación de flúor, por el contenido del elemento en estas fuentes. El suministro de un fosfato con mayor biodisponibilidad de fósforo, como SFT, mejoró las medidas de mineralización, con valores comparables al fosfato dicálcico, aún cuando la acumulación de flúor fue más elevada, por la alta concentración del elemento en esa fuente.

La mayor captura de ^{32}P y ^{45}Ca por el hueso, en los tratamientos con RIO y MONTE, corrobora hallazgos anteriores (Chicco *et al.*, 1967) sobre tejidos óseos menos mineralizados en estos tratamientos, con valores ligeramente más bajos en los animales que consumieron SFT (Nahorniak *et al.*, 1983).

Estos cambios en los procesos de mineralización se deben principalmente, a que en el animal joven el tejido óseo es altamente reactivo, capaz de sufrir continuamente transformaciones estructurales (acreción y reabsorción), relacionadas con el suministro de los elementos que constituyen el tejido (Georgievskii *et al.*, 1982).

Literatura citada

- Chicco, C. F., C. B. Ammerman., P. A. Van Wallegem., P. W. Waldroup y R. H. Harms. 1967. Effects of varying dietary ratios of magnesium, calcium and phosphorus in growing chicks. *Poult. Sci.* 46:368.
- McDowell, L. R. 1976. Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. In: *Beef Cattle production in Developing Countries*. A.J. Smith (Ed.). Scotland. England. University of Edinburgh. p. 216-241.
- Underwood, E.J. 1981. Sources of minerals. In: *The mineral nutrition of livestock*. Underwood, E.J (Ed.). Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, p. 9-19.
- Ramberg, C. F., J. M. Chang, G. P. Mayer, A. I. Norberg y D. S. Kronfeld. 1982. Inhibition of Calcium Absorption and Elevation of Calcium Removal Rate from Bone in Fluoride Treated Calves. *J. Nutr.* 100: 981.
- Messer, H. H., W. D. Armstrong y L. Swiger. 1973. Influence of fluoride intake on reproduction in mice. *J. Nutr.* 103:1319.
- Carlson, J. R. y J. W. Suttie. 1966. Pentose phosphate pathway enzymes and glucose oxidation in fluoride-fed rats. *Amer. J. Physiol.* 210:79.
- Georgievskic, V. I. 1982. The physiological role of macroelements. In: *Mineral Nutrition of Animals*. V. I. Georgievskii, B.N Annenkov, V. I. Samokhin (Ed.). London, Butterworths. p. 91-170.
- Nahorniak, N. A., P. E. Waibel, W. G. Olson, M. M. Walser y H. E. Dziuk. 1983. Effect of dietary sodium fluoride on growth and bone development in growing turkeys. *Poult. Sci.* 62:2048.
- Suttie, J. M., M. P. Drescher, D. O. Quissell y K. L. Young. 1974. *Trace Element Metabolism in Animal*. 2nd ed. G.W. Hoekstra (Ed.). Baltimore, Maryland. Univ. Park Press. p. 327.
- Zebrowski E. J., J.W. Suttie y P. H. Phillips. 1964. Metabolic studies in fluoride fed rats. *Fed. Proc.* 23:184.