

OBSERVACIONES SOBRE LA APORTACIÓN EXCESIVA DE CALCIO, FÓSFORO Y MAGNESIO Y EL MANTENIMIENTO DE SUS NIVELES SANGUINEOS EN OVINO DE RAZA ASSAF

Joaquín Hernández
Cristina Castillo
Marta López Alonso
Marta Miranda
Jesus Velasco
Jose Luis Benedito

HERNÁNDEZ¹, J.; CASTILLO¹, C.; LÓPEZ ALONSO¹, M.; MIRANDA², M.; VELASCO³, J.; BENEDITO¹, J.L. Observaciones sobre la aportación excesiva de calcio, fósforo y magnesio y el mantenimiento de sus niveles sanguíneos en ovino de raza Assaf. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 4(2). p: 175-180, 2001.

RESUMEN: En una explotación industrial de ganado ovino de leche se estudia la evolución de Calcio, Fósforo y Magnesio tanto en sangre como en orina, durante gestación y lactación, para ver el efecto de cada momento reproductivo sobre estos parámetros. De forma paralela, se selecciona un lote control, observando si las variaciones apreciadas son achacables o no a la gestación, pues ambos lotes reciben la misma alimentación durante todo el experimento. El resultado muestra como en animales que reciben dietas superiores a las recomendadas por la NRC, el momento fisiológico no supone un riesgo de padecer procesos carenciales, pues el organismo es capaz de adaptarse a cualquier situación.

PALABRAS CLAVE: oveja, minerales, orina, suero

OBSERVATIONS ABOUT EXCESSIVE INTAKE OF CALCIUM, PHOSPHORUS AND MAGNESIUM, AND THE MAINTENANCE OF ITS BLOOD VALUES ON ASSAF OVINE BREED

HERNÁNDEZ, J.; CASTILLO, C.; LÓPEZ ALONSO, M.; MIRANDA, M.; VELASCO, J.; BENEDITO, J.L. Observations about excessive intake of calcium, phosphorus and magnesium, and the maintenance of its blood values on Assaf ovine breed. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 4(2). p: 175-180, 2001.

ABSTRACT: In order to establish a potential relationship between blood minerals and reproductive status in dairy sheep, serum and urinary calcium, phosphorus and magnesium were measured throughout pregnancy and lactation. A control group of animals receiving the same diet was selected. Our results showed diet there is no risk of diseases caused by deficiencies of mineral nutrients if the animals receive higher quantities than recommended by NRC. This fact can be due to the capacity of the organism for establishing an internal balance, absorbing and retaining the necessary quantities according to body needs.

KEY WORDS: sheep, minerals, urine, serum

¹ Profesores doctores del Departamento de Patología Animal de la Facultad de Veterinaria de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, 27002 – LUGO, España. jhernan@correo.lugo.usc.es

² Doctora en Veterinaria de la Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, 27002 – LUGO, España.

³ Veterinario Colaborador Clínico. Facultad de Veterinaria, Campus Universitario, 27002 – LUGO, España.

OBSERVAÇÕES SOBRE O APORTE EXCESSIVO DE CÁLCIO, FÓSFORO E MAGNÉSIO E A MANUTENÇÃO DE SEUS NÍVEIS SANGÜÍNEOS EM OVINO DA RAÇA ASSAF

HERNÁNDEZ, J.; CASTILLO, C.; LÓPEZ ALONSO, M.; MIRANDA, M.; VELASCO, J.; BENEDITO, J.L. Observações sobre o aporte excessivo de cálcio, fósforo e magnésio e a manutenção de seus níveis sanguíneos em ovino da raça Assaf. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 4(2). p: 207-212, 2001.

RESUMO: Em uma exploração industrial de ovinos de leite, foram estudados os níveis de Cálcio, Fósforo e Magnésio, tanto no sangue como na urina, durante a gestação e a lactação, para verificar o efeito de cada momento reprodutivo sobre estes parâmetros. De forma paralela, selecionou-se um lote controle, para observar se as variações foram vinculadas ou não à gestação, pois ambos os lotes receberam a mesma alimentação durante todo o experimento. O resultado mostra como em animais que recebem dietas superiores às recomendadas pelo NRC, o momento fisiológico não leva a processos carenciais, pois o organismo é capaz de adaptar-se a qualquer situação.

PALAVRAS CHAVE: ovelha, minerais, urina, soro

Introducción

El 60% de la producción de leche ovina está localizada en Castilla-León. Para consolidar esta industria se recurrió, hace años, a la introducción, de una serie de razas importadas, entre las que destacamos la Assaf (FAHMY, 1996; DAZA, 1997).

Su escaso porcentaje actual dentro del total del censo ovino español, ha motivado la poca información existente hasta la fecha acerca de estos animales. Su buena adaptación aparente no justifica la ausencia de estudios dedicados al conocimiento de sus necesidades nutricionales en distintos períodos productivos. Y sabemos que esta premisa es básica si se quiere mejorar la eficacia de la explotación.

El conocimiento de las necesidades nutricionales (NRC, 1985) es la base indispensable a seguir, pero muchas veces están descritas para situaciones un tanto hipotéticas, que no corresponden, con frecuencia, a la realidad del campo. Y así, es frecuente encontrar que la misma formulación aplicada a una raza rústica es administrada a otra raza caracterizada por un importante índice de prolificidad y producción lechera. Surge entonces la duda acerca de si se estará actuando bien o se estará desaprovechando la oportunidad de que estos animales alcancen su cuota de eficacia real.

Prueba de esta duda es el estudio que presentamos a continuación. Se ha realizado sobre un rebaño de ganado Assaf situado en Valladolid y cuya ración, en lo que concierne a los niveles de proteínas y minerales (calcio, fósforo y magnesio) aparecía desajustado si

tomamos como referencia las indicaciones de la National Research Council.

Nos planteamos entonces cómo influiría en el animal esta sobrealimentación cualitativa, y cómo alteraría su balance mineral. Partimos de la base de que el nivel de absorción intestinal de estos minerales está relacionado con la ingesta diaria (SALVIANO & VITTI, 1998; DUA & CARE, 1999) y con la secreción salivar de los mismos (DUA & CARE, 1998).

El objetivo de este estudio es, por tanto, conocer estos efectos. Para ello hemos creído interesante abordar también el estado fisiológico, generador de unas demandas que han de ser satisfechas en cada momento. El hecho de que los animales recibieran siempre la misma ración no hizo más que incrementar las dudas respecto a si se estaban cubriendo éstas o si en algún momento se corría algún riesgo. Hemos pretendido realizar un estudio de campo, en ningún momento se trata de establecer un programa nutricional. Nuestra intención es realizar un análisis de las consecuencias que, sobre el equilibrio mineral en el ámbito sanguíneo presentaba la ración del rebaño que describiremos a continuación.

Material y Metodos

Animales

Para realizar este estudio se utilizaron 35 hembras de raza Assaf, con edades comprendidas entre 3 y 6 años y con un peso medio de 63 Kg. Estos

animales se subdividieron en dos lotes: uno experimental (n = 25), y otro control (n = 10). Con el fin de lograr idénticas condiciones fisiológicas, procedimos a sincronizar al grupo experimental siguiendo protocolos establecidos (BRITT, 1989).

Dieta

Todos los animales del estudio recibieron la

misma alimentación, independientemente del grupo al que perteneciesen. Las materias primas que recibieron fueron cebada, pulpa de remolacha, soja 44%, grasa *by-pass*, harina de pescado, maíz ensilado, alfalfa en rama y un núcleo vitamínico-mineral (Baymix®, Bayer). Las características analíticas de la ración, quedan detalladas en la tabla 1. La comida se suministró dos veces al día, por el sistema todo en uno. El agua estaba a libre disposición.

Tabla 1 - Las características analíticas de la ración para ovejas del experimento

	Aportada	Requerida (NRC, 1985)
Proteína Bruta	17,20%	9,3-15
Calcio	1,05%	0,20-0,82
Fósforo	0,39%	0,16-0,38
Magnesio	0,21	0,12-0,18

Los valores vienen referidos al contenido de Materia Seca

Recogida de muestras y análisis laboratorial

Las muestras de sangre fueron recogidas siempre a primera hora de la mañana, con los animales en ayunas. El protocolo de recogida para ambos lotes se inició en día en que los animales fueron sincronizados, considerándose esta toma como basal; las siguientes se obtuvieron a los 90 días de gestación, 10 días antes del parto, 10 días posteriores al mismo y, finalmente, a los 30 días de lactación.

La valoración sérica de los minerales y de la creatinina (necesaria para la determinación de la fracción excretada) se realizó empleando técnicas estandarizadas (Laboratorios Knickerbocker, Reactivos Cromatest®).

La determinación urinaria de los tres minerales se realizó mediante el cálculo de la Fracción Excretada (GARRY *et al.*, 1990). Todos los estudios experimentales abordan esta análisis mediante la técnica del Clearance (KANEKO, 1989), irrealizable en condiciones de campo. Para ello, las hembras fueron sondadas y la orina recogida en tubos de cristal que contenían timol. Una vez en el laboratorio, y tras la centrifugación de la muestra, se procedió a cuantificar los valores de calcio, fósforo, magnesio y creatinina, empleando los mismos reactivos que en el caso anterior, aunque con procedimientos ajustados al tipo de muestra. Los resultados obtenidos se relacionan mediante la siguiente fórmula (GARRY *et al.*, 1990):

$$FE (\%)_A = A_{\text{urinaria}} / A_{\text{sérica}} \times Creatinina_{\text{sérica}} / Creatinina_{\text{urinaria}}$$

Procedimiento estadístico

Los valores se expresan en forma de media ± error estándar. Para conocer las diferencias de las medias se empleó el análisis de varianza de una vía (ANOVA), mientras que las diferencias entre grupos, para la misma toma, se verificaron mediante una prueba T-Test para muestras repetidas, en ambos casos para una p < 0,05 (WILLIAMS, 1994).

Resultados

La Tabla 2 refleja los valores séricos (μ ± error estándar) de ambos lotes. La Tabla 3 expresa los va-

lores urinarios.

La primera observación que podemos destacar es que el estado fisiológico del animal no es un factor que altere el comportamiento de los niveles séricos de calcio y magnesio, dada la ausencia de diferencias estadísticas entre grupos. En lo que respecta al fósforo, sólo la lactación modifica las concentraciones, de manera que el grupo control es quien muestra los índices más altos.

En lo que respecta a la fracción excretada, el estado fisiológico no afecta a la eliminación del calcio, mientras que sólo el postparto (incluida la

lactación) afecta a la eliminación de fósforo y magnesio, respectivamente.

A partir de estos datos, y analizando el com-

podemos encontrar que el descenso de las concentraciones séricas en los 10 días previos al parto coincide con incrementos en la eliminación urinaria,

Tabla 2 – Valores medios ($\mu \pm$ error estándar) de los parámetros séricos de Ca, P y Mg evaluados en el estudio con ovejas Assaf Lugo, 2000

Estado	Calcio (mmol/l)		Fósforo (mmol/l)		Magnesio (mmol/l)	
	gestante	control	gestante	control	gestante	control
basal	2.43 \pm 0.04 ^{ab/l}		2.00 \pm 0.07 ^{al}		1.11 \pm 0.04 ^{al}	
día 90	2.65 \pm 0.09 ^{ab}	2.79 \pm 0.08 ^l	1.78 \pm 0.07 ^b	1.66 \pm 0.05 ^l	1.10 \pm 0.05 ^a	1.14 \pm 0.07 ^{ll}
comparación	ns		ns		ns	
10 a.p.	2.22 \pm 0.09 ^a	2.41 \pm 0.09 ^l	1.52 \pm 0.08 ^b	1.72 \pm 0.06 ^l	0.89 \pm 0.06 ^b	0.86 \pm 0.06 ^l
comparación	ns		ns		ns	
10 días p.p.	2.32 \pm 0.08 ^{ab}	2.01 \pm 0.08 ^{ll}	1.62 \pm 0.09 ^b	1.54 \pm 0.08 ^l	1.05 \pm 0.05 ^{ab}	1.07 \pm 0.09 ^{ll}
comparación	ns		ns		ns	
Lactación	2.73 \pm 0.15 ^b	2.15 \pm 0.22 ^{ll}	1.71 \pm 0.07 ^b	2.06 \pm 0.15 ^l	1.37 \pm 0.05 ^c	1.45 \pm 0.08 ^{ll}
comparación	ns		0.045		ns	

a.p. y *p.p.* significan, respectivamente, antes del parto y después del parto. Las letras a, b, c... y los números I, II y III...en cada columna muestran las diferencias estadísticas a lo largo de las tomas ($P < 0,05$). También, para cada columna, se muestran los niveles de significación al realizar las comparaciones entre grupos.

Tabla 3 – Valores medios ($\mu \pm$ error estándar) de los parámetros urinarios de Ca, P y Mg evaluados en el estudio con ovejas Assaf Lugo, 2000

Estado	FECalcio (%)		FEFósforo (%)		FEMagnesio (%)	
	gestante	control	gestante	control	gestante	control
basal	0.54 \pm 0.13 ^{al}		0.01 \pm 0.003 ^{al}		1.11 \pm 0.04 ^{al}	
día 90	0.91 \pm 0.02 ^a	0.70 \pm 0.16 ^l	0.12 \pm 0.02 ^a	0.13 \pm 0.04 ^l	11.62 \pm 1.34 ^b	10.69 \pm 1.45 ^{ll}
comparación	ns		ns		ns	
10 a.p.	2.49 \pm 1.25 ^a	2.42 \pm 1.00 ^l	0.59 \pm 0.34 ^a	0.60 \pm 0.21 ^l	14.47 \pm 3.52 ^b	14.15 \pm 2.24 ^{ll}
comparación	ns		ns		ns	
10 días p.p.	1.23 \pm 0.49 ^a	2.64 \pm 1.61 ^l	0.17 \pm 0.03 ^a	1.32 \pm 0.86 ^{ll}	16.43 \pm 2.07 ^b	25.27 \pm 8.55 ^{lll}
comparación	ns		ns		ns	
Lactación	0.48 \pm 0.10 ^a	0.78 \pm 0.29 ^l	0.11 \pm 0.04 ^a	0.07 \pm 0.02 ^l	11.64 \pm 1.12 ^b	18.76 \pm 4.02 ^{lll}
comparación	ns		ns		0.028	

a.p. y *p.p.* significan, respectivamente, antes del parto y después del parto. Las letras a, b, c... y los números I, II y III...en cada columna muestran las diferencias estadísticas a lo largo de las tomas ($P < 0,05$). También, para cada columna, se muestran los niveles de significación al realizar las comparaciones entre grupos.

portamiento de los distintos minerales a lo largo del estudio en el grupo experimental, queda patente que en los momentos previos al parto el animal presenta un descenso importante en las concentraciones séricas de los tres minerales, recuperándose en lactación, especialmente en el caso del calcio y el magnesio. En los momentos más destacados como el final de la preñez o la lactación las concentraciones de minerales en suero tienen su correspondencia en la eliminación de los mismos por orina; así

mientras que la recuperación de los valores séricos en lactación es simultánea al descenso en la fracción excretada del mineral correspondiente.

Discusion

Son abundantes las referencias bibliográficas en las que se señala que el estado fisiológico modifica sustancialmente las concentraciones séricas de calcio, fósforo y magnesio en diversas razas

ovinas (CASTILLO, 1994; BRZOSTOWSKI *et al.*, 1995). Pero también es cierto que el balance mineral, en el caso de las ovejas, se ve poderosamente influido por una serie de factores exógenos como pueden ser la ingesta diaria, el nivel productivo, la edad e, incluso, los factores ambientales (ROBSON *et al.*, 1997). Por estas razones creemos que nuestros resultados no pueden ser del todo comparables a los de otras razas autóctonas españolas, con regímenes de explotación y de nutrición completamente diferentes.

Entre esos factores exógenos que determinaban el balance mineral nosotros nos hemos encontrado con la ración que visiblemente aportaba niveles superiores a los recomendados. Este hecho creemos que es el determinante, en gran parte, de los valores encontrados. Así, en el caso del calcio los animales recibieron siempre un exceso de mineral, y este exceso es, a nuestro parecer el causante de que nunca hayan existido diferencias entre gestantes y lactantes, a pesar de que en los días previos al parto la hembra preñada muestre un descenso en los niveles, propio del estado fisiológico (CASTILLO *et al.*, 1997) o a la disminución del apetito en esta última etapa (DAZA, 1997) y que en lactación los recupere, gracias a la acción de la Paratohormona PTH (CLARENBERG, 1992), al incremento de la absorción intestinal (KINCAID, 1993) y la disminución de la eliminación renal (MARTÍN, 1988), hechos característicos en una oveja que ha parido. Claro que, considerando la fracción excretada de Calcio el $\%FE_{Ca}$, no podemos asegurar que ese descenso de la calcemia previo al parto no sea también fruto de un complejo control homeostático ante el exceso de calcio de manera que, tal y como señalan KANEKO (1989) y CLARENBERG (1992), se incrementa la síntesis de calcitonina en detrimento de la paratohormona, favoreciendo la eliminación urinaria del mineral.

También queda patente que la ingesta excesiva de proteína no parece afectar a la capacidad de absorción de calcio, coincidiendo con lo descrito por COLE (1992) y contrario a lo señalado por otros autores (PALMER, 1993; CASTILLO *et al.*, 1997).

Se ha señalado que los niveles de fósforo en sangre son un reflejo de la ingesta diaria (MOORE *et al.*, 1997), por lo que el descenso encontrado al final de gestación puede ser atribuido al propio estado, como ya señalamos para el calcio. Si hay me-

nor ingesta también disminuye la cantidad de saliva formada (REINHARDT *et al.*, 1988), muy rica en este mineral hasta 300 mg/dl (CHURCH, 1993). En este punto, COLE (1992) señala que una disminución salivar de fósforo esta relacionado con un aumento de la excreción urinaria del mismo, explicando así el comportamiento encontrado al final de la preñez. En lactación, la misma hormona PTH que favorece la recuperación de la calcemia actúa a favor del fósforo, no sólo a través de una mayor absorción intestinal sino también mediante un incremento en la secreción salivar de fósforo (CHURCH, 1993).

Finalmente, la dependencia del magnesio de la ingesta diaria es más acusada que en los otros dos minerales, dada la escasa posibilidad de movilización de las reservas endógenas en caso de mayores demandas como podría ser la gestación (MARTÍN, 1988; DUA & CARE, 1998). Además, la capacidad de absorción del mineral no se ve influido por la cantidad del mismo presente en la dieta (CHRENKOVA *et al.*, 1998). Creemos que estas razones justifican la ausencia de diferencias entre los grupos control y experimental.

Lo que sí nos llama la atención es el importante aumento en la excreción urinaria del magnesio con respecto al estado basal. Creemos que el elevado aporte de proteína bruta con la ración es un elemento determinante. Es frecuente que se incremente dicho aporte con el fin de inducir el desarrollo mamario de la hembra (ZHANG *et al.*, 1995), pero tiene como contraprestación una mayor eliminación urinaria (y por tanto de su fracción excretada [COLE, 1992]), como digestiva (ROSENBERGER, 1989).

Las diferencias, entre grupos, encontradas en lactación y en lo que se refiere a la eliminación urinaria del magnesio, sólo pueden ser atribuidas al estado fisiológico, y en concreto a la lactación. El aumento en los niveles de PTH en las hembras lactantes favorece la reabsorción renal (CHESTER-JONES *et al.*, 1988) y ruminal (DUA *et al.*, 1994) del mineral.

Conclusiones

En contra de las opiniones vertidas en la bibliografía, y considerando que nuestro trabajo ha sido realizado en condiciones reales "de campo", hemos podido comprobar que en aquellos animales que reciban cantidades superiores a las necesarias, nin-

guno de los tres parámetros séricos estudiados se verán influidos por el estado fisiológico, independientemente que la demanda sea diferente, pues el organismo se va a adaptar, disminuyendo por tanto el riesgo de padecer tanto carencias como intoxicaciones de origen nutricional.

Bibliografía

- BRITT, J.H. Inducción y sincronización de la ovulación. In: HAFEZ, E.S.E. *Reproducción e inseminación artificial en animales domésticos*. 5 ed, México : Interamericana., 1989.
- BRZOSTOWSKI, H.; MILESWSKI, S.; WASILEWSKA, A.; TANSKI, Z. The influence of the reproductive cycle on levels of some metabolism indices in ewes. *Archivum Veterinarium Polonicum*, ciudad, v. 35, n.1/2, p. 53-62. 1995.
- CASTILLO, C. *Estudio fisiopatológico de la homeostasis del equilibrio ácido-base y electrolítico, e interacciones con la hematología y perfil metabólico en hembras de ganado ovino durante la preñez, parto y puerperio*. ciudad, 1994.p. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; LOPEZ, M.; MIRANDA, M.; GARCIA-PARTIDA, P.; BENEDITO, J.L. Relationship between venous pH, serum calcium and protein in the course of anoestrus, pregnancy and lactation in the ewe. *Arch. Tierz.*, ciudad, v. 40, n.3, p. 257-263, 1997.
- CLARENBERG, R. (1992). *Physiological chemistry of domestic animals*. Philadelphia : Mosby, 1992.
- COLE, N.A. Influence of postfast dietary crude protein and phosphorus content on nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium repletion in sheep. *J. Anim. Sci.*, ciudad, v.70, p. 2893-2900, 1992.
- CHESTER-JONES, H.; FONTENOT, J.P.; VEIT, H.P.; WEBB, K.E. Physiological effects of feeding high levels of magnesium to sheep. *J. Anim.Sci.*, ciudad , v. 67, p. 1070-1081, 1988.
- CHRENKOVA, MM.; SOMMER, A.; PAJTAS, M.; POLACIKOVA,M.; CHOVANEC,J.; PAVLIK, V. Effects of excessive magnesium amounts and fat and oil addition on magnesium, calcium and phosphorus balance in ruminants. *Zivocisna Vyroba*, 43(10): 471-475, 1998.
- CHURCH, C.D. *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Ed. Acribia, España, 1993.
- DAZA, A. *Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino*. Ed. Mundi-Prensa. España, 1997.
- DUA, K.; LEONHARD, S.; MARTENS, H.; ABBAS, S.K.; CARE, A.D. Effects of parathyroid hormone and parathyroid hormone-related protein on the rates of absorption of magnesium, calcium, sodium, potassium and phosphate ions from the reticulo-rumen of sheep. *Experimental Physiology*, 79: 401-408, 1994.
- DUA, K.; CARE, A.D. Secretion of magnesium and calcium in the total saliva of sheep and its relevance to hypomagnesemia. *Vet. J.*, 156 (3): 217-221, 1998.
- DUA, K.; CARE, A.D. The role of phosphate on the rates of mineral absorption from the forestomach of sheep. *Vet. J.*, 157(1): 51-55, 1999.
- GARRY, F.; CHEW, D.; HOFFSIS,G. Urinary indices of renal function in sheep with induced aminoglycoside nephrotoxicosis. *Am. J. Vet. Res.*,51(3): 420-427, 1990.
- FAMHY, M.H. *Prolific sheep*. CAB Internacional. Ed. Wallingford. UK, 1996.
- KANEKO, J.J. *Clinical biochemistry of domestic animals*.4 ed., Ed. Academic Press. New York. USA, 1989.
- KINCAID, R. Macroelementos para los rumiantes. In: CHURCH, C.D. (Editor): *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Ed. Acribia. España, 1993.
- MARTIN, W.B. *Enfermedades de la oveja*. Ed. Acribia. Zaragoza, 1988.
- MOORE, F. Serum chemistry profiles in dairy cows a herd management tool?. *Vet. Med.*,: 986-991, 1997.
- NRC. *Nutrient requirements of sheep*. 6 ed. National Academy Press. Washington. USA, 1985.
- PALMER, N. Bones and Joints: Metabolic diseases of bones. In: JUBB, K.V.F.; KENNEDY, P.C.; PALMER, N. *Pathology of Domestic Animals*. 4 ed. Academic Press. New York. USA, 1993.
- REINHARDT, T.A.; HORST, R.L.; GOFF, J.P. Calcium, phosphorus and magnesium homeostasis in ruminants. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 4: 331, 1988.
- ROBSON, A.B.;FIELD, A.C.; SYKES, A.R.; MCKINNON, A.E. A model of magnesium metabolism in young sheep. Magnesium absorption and excretion. *Br. J. Nutr.* 78: 975-992, 1997.
- ROSENBERGER, G. *Enfermedades de los Bovinos*. Tomo II. 2 ed. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay, 1989.
- SALVIANO, LMC.; VITTI, DMZ. Influence of calcium and phosphorus ratio in diet, on endogenous losses and absorption of phosphorus by sheep. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 33(3): 349-355, 1998.
- PALMER, N. Bones and Joints: Metabolic diseases of bones. In: JUBB, K.V.F.; KENNEDY, P.C.; PALMER, N. *Pathology of Domestic Animals*. 4 ed. Academic Press. New York. USA, 1993.
- REINHARDT, T.A.; HORST, R.L.; GOFF, J.P. Calcium, phosphorus and magnesium homeostasis in ruminants. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 4: 331, 1988.
- ROBSON, A.B.;FIELD, A.C.; SYKES, A.R.; MCKINNON, A.E. A model of magnesium metabolism in young sheep. Magnesium absorption and excretion. *Br. J. Nutr.* 78: 975-992, 1997.
- ROSENBERGER, G. *Enfermedades de los Bovinos*. Tomo II. 2 ed. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay, 1989.
- SALVIANO, LMC.; VITTI, DMZ. Influence of calcium and phosphorus ratio in diet, on endogenous losses and absorption of phosphorus by sheep. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 33(3): 349-355, 1998.
- WILLIAMS, B. *Biostatistic: Concepts and applications for biologist*. Ed. Chapman and Hall, U.K, 1994.
- ZHANG, J.; GRIEVE, D.G.; HACKER, R.; BURTON, J. Effects of dietary protein percentage and beta-agonist administered to prepubertal ewes on mammary gland growth and hormones secretions. *J. Anim. Sci.*, 73(9): 2655-2661, 1995.

Recebido para publicação em 18/12/00.
 Received for publication on 18 December 2000.
 Recibido para publicación en 18/12/00.
 Aceito para publicação em 28/03/01.
 Accepted for publication on 28 March 2001.