



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MINERAIS DE OVINOS DA RAÇA
SOMÁLIS BRASILEIRA

FRANCISCO WELLINGTON RODRIGUES LIMA

FORTALEZA-CE

MARÇO - 2013

FRANCISCO WELLINGTON RODRIGUES LIMA

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MINERAIS DE OVINOS DA RAÇA
SOMÁLIS BRASILEIRA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição de ruminantes.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Elzânia Sales Pereira

Coorientadora: Prof^ª. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro

FORTALEZA-CE

MARÇO – 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- L698e Lima, Francisco Wellington Rodrigues.
Exigências nutricionais de minerais de ovinos da raça Somális Brasileira / Francisco Wellington Rodrigues Lima. – 2013.
50 f. : il. enc. ; 30 cm.
- Dissertação(mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2013.
Orientação: Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira.
Coorientação: Prof. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro.
Área de concentração: Nutrição animal.
1. Ovino. 2. Nutrição animal. I. Título.

FRANCISCO WELLINGTON RODRIGUES LIMA

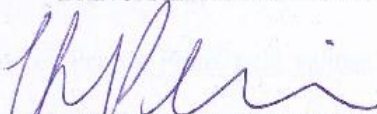
EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MINERAIS DE OVINOS DA RAÇA
SOMÁLIS BRASILEIRA

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, do
Centro de Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial para
obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

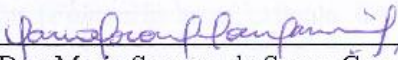
Área de concentração: Nutrição de ruminantes.

Aprovado em: 11/03/2013


BANCA EXAMINADORA



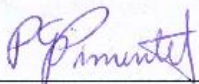
Prof. Dra. Elzânia Sales Pereira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



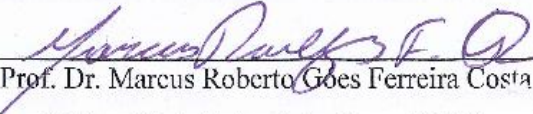
Prof. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dra. Andréa Pereira Pinto
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Marcus Roberto Goes Ferreira Costa
Universidade Federal do Ceará (IFCE)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida e pela permissão desta e outras valiosas conquistas.

À Universidade Federal do Ceará. Um grande orgulho fazer parte dessa instituição. Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Raimundo Nonato e Lúcia Rodrigues pelo amor incondicional, apoio e torcida. Aos meus irmãos e irmãs: Eder, Marcos, Tiago, Rejane, Regiane por todo o apoio e amor. À minha amada namorada Paula Joyce, pelo amor e companheirismo.

À professora Elzânia Sales Pereira, pela sua completa dedicação à pesquisa e exemplo de profissionalismo que nos dá a cada dia.

À professora Maria Socorro de Souza Carneiro, pela valiosa colaboração na realização deste trabalho e amizade.

Ao professor Marcus Roberto Góes pela valiosa colaboração e amizade.

À professora Patrícia Pimentel, pela valiosa colaboração na realização deste trabalho e amizade.

À professora Andréa Pereira Pinto, pela valiosa colaboração na realização deste trabalho e amizade.

Aos professores do programa de pós-graduação em Zootecnia, Magno Cândido e Ednardo Rodrigues, pela colaboração na minha formação.

Aos amigos Rildson (*Fontenele et al.*), Paulo César (*Pé seco*), Iana, Beatriz (*Biah*), Rebeca, Elaine. O futuro será brilhante, se lutarmos até o fim.

Aos amigos Hilton Alexandre, Danilo Camilo, Alessandra e Marília, grandes profissionais.

Aos futuros Zootecnistas Heitor, Rosane e Juliana, pela colaboração no experimento “Somális”.

Aos grandes amigos de graduação Pedro Henrique, Maitê Shell, Débora e Wandéórgenes.

Aos colegas do programa de pós-graduação em Zootecnia, pelas alegrias, aflições e conquistas compartilhadas.

À toda a comunidade evangélica de Assunção, pelos momentos de reflexão e adoração à Deus.

Ao grande amigo João Paulo Lopes (*in memoriam*). História breve, porém inesquecível.

"A falsa ciência gera ateus; a verdadeira ciência
leva o homem a se curvar diante da divindade."
(Voltaire)

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo estimar a composição corporal e as exigências de macro e microminerais de cordeiros da raça Somális Brasileira em crescimento. Foram utilizados quarenta e oito cordeiros, não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente de 50 dias de idade. Oito animais foram abatidos no início do experimento para serem utilizados como grupo referência, com o objetivo de estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZ) e composição corporal inicial. Os animais remanescentes foram alocados em delineamento em blocos casualizados com dois blocos e cinco tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições por tratamento. A composição corporal de macrominerais variou de 6,45 a 6,34 g de Ca; 4,32 a 3,60 g de P; 0,20 a 0,19 g de Mg; 1,12 a 1,05 g de Na e 1,74 a 1,43 g de K/kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC. As exigências líquidas de manutenção foram 52,50 mg de Ca; 27,59 mg de P; 1,26 mg de Mg; 4,12 mg de Na e 7,44 mg de K/kg de PC. As exigências líquidas de ganho variaram de 5,22 a 5,13 g de Ca; 2,77 a 2,31 g de P; 0,16 a 0,15 g de Mg; 0,86 a 0,81 g de Na e 1,10 a 0,90 g de K/kg de ganho de PC para animais com 15 a 30 kg de PC. A composição corporal de microminerais variou de 20,19 a 16,82 mg de Zn; 56,23 a 48,12 mg de Fe; 1,20 a 0,99 mg de Mn; 1,31 a 1,03 mg de Cu/kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC. As exigências líquidas de manutenção foram de 0,133 mg de Zn; 0,271 mg de Fe; 0,003 mg de Mn e 0,015 mg de Cu/kg de PC. As exigências líquidas de ganho variaram de 12,97 a 10,80 mg de Zn; 37,65 a 32,22 mg de Fe; 0,76 a 0,63 mg de Mn e 0,77 a 0,60 mg de Cu/kg de ganho de PC para animais com 15 a 30 kg de PC.

Palavras-chave: Confinamento, Cordeiros, Elementos minerais, Requerimentos nutricionais.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine mineral body composition and net requirements of macro and microminerals for growth of Brazilian Somalis lambs. Were used forty-eight lambs, non-castrated, with an average initial body weight (BW) of 13.47 ± 1.76 kg and about 50 days old. Eight animals were slaughtered at the start of the trial, as a reference group, in order to estimate the initial empty body weight (EBW) and body composition. The remaining animals were randomly divided into five treatments consisted of different energy levels (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM), with eight replications per treatment. The macromineral body composition ranged from 6.45 to 6.34 g of Ca/kg EBW, 4.32 to 3.60 g of P/kg EBW, 0.20 to 0.19 g Mg/kg EBW, 1.12 to 1.05 g Na/kg EBW, and 1.74 to 1.43 g K/kg EBW in Somalis Brasileira lambs with BW that ranged from 15 to 30 kg. The maintenance requirements were 52.50 mg Ca, 27.59 mg P, 1.26 mg Mg, 4.12 mg Na and 7.44 mg K/kg BW. The net macromineral requirements ranged from 5.22 to 5.13 g Ca; 2.77 to 2.31 g P; 0.16 to 0.15 g Mg; 0.86 to 0.81 g Na and 1.10 to 0.90 g K/kg BW for animals with BW ranging from 15 to 30 kg. The micromineral body composition ranged from 20.19 to 16.82 mg Zn/kg EBW, 56.23 to 48.12 mg Fe/kg EBW, 1.20 to 0.99 mg Mn/kg EBW and 1.31 to 1.03 mg Cu/kg EBW in Somalis Brasileira lambs with BW that ranged from 15 to 30 kg. The maintenance requirements were 0.133 mg Zn, 0.271 mg Fe, 0.003 mg Mn and 0.015 mg Cu/kg BW. The net micromineral requirements ranged from 12.97 to 10.80 mg Zn; 37.65 to 32.22 mg Fe; 0.76 to 0.63 mg Mn and 0.77 to 0.60 mg Cu/kg BW for animals with BW ranging from 15 to 30 kg.

Key Words: Feedlot, Mineral elements, Nutritional requirements, Sheep.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. CAPÍTULO 1 – COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS DE OVINOS DA RAÇA SOMÁLIS BRASILEIRA.....	17
2.2. Resumo.....	17
2.3. Abstract.....	18
2.4. Introdução.....	19
2.5. Material e Métodos.....	21
2.6. Resultados e Discussão.....	27
2.7. Conclusões.....	33
Referências.....	34
3. CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS DE MICROMINERAIS DE OVINOS DA RAÇA SOMÁLIS BRASILEIRA.....	37
3.2. Resumo.....	37
3.3. Abstract.....	38
3.4. Introdução.....	39
3.5. Material e Métodos.....	41
3.6. Resultados e Discussão.....	46
3.7. Conclusões.....	52
Referências.....	53

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A ovinocultura destaca-se como uma importante atividade agropecuária no Brasil, contribuindo com a geração de renda, fixação do homem no campo e produção de alimento de alto valor biológico. O Brasil está entre os maiores criadores de ovinos do mundo, e tem apresentado aumento não só no efetivo, mas também na capacidade produtiva de seu rebanho (RESENDE *et al.*, 2008).

A região Nordeste destaca-se como a detentora do maior rebanho ovino do País, porém, nesta região a produção de ovinos ainda é realizada, em sua maior parte, de forma extensiva, apresentando baixos índices de desempenho produtivo, demandando melhorias que vão desde a organização dos produtores até aquelas do âmbito genético, sanitário e nutricional, sendo este último o que reflete mais rapidamente na produção (GONZAGA NETO *et al.*, 2005).

O sistema de produção em confinamento apresenta-se como uma importante ferramenta para o fortalecimento da cadeia produtiva de ovinos, pois permite a redução no ciclo produtivo, a produção de carcaças de melhor qualidade (ZUNDT *et al.*, 2006) e garante a oferta de cordeiros no mercado durante o ano todo, diminuindo os impactos da estacionalidade da produção de forragem (BARROS *et al.*, 2005). Porém, esse sistema exige maiores investimentos, sobretudo na alimentação dos animais, exigindo dietas devidamente balanceadas para a otimização da eficiência econômica.

A raça Somális Brasileira apresenta grande potencial para uso como raça paterna em cruzamentos industriais. Esta raça é originária do continente africano, na região da Somália e Etiópia, sendo considerada como adaptável a diferentes condições climáticas, além de produzir carcaças competitivas no mercado (RAJAB *et al.*, 1992). Estes animais estão disseminados em várias regiões do Brasil e também do mundo, inclusive em regiões Áridas Semiáridas (BARBOSA NETO *et al.*, 2010). No Brasil, esta raça foi introduzida no ano de 1939, por criadores do Estado do Rio de Janeiro, e posteriormente foram levados para a região Nordeste, onde encontra-se a maior parte do rebanho nacional destes animais (SILVA *et al.*, 1998).

No Brasil, as exigências nutricionais de ovinos ainda têm sido pouco estudadas e, portanto, o balanceamento das dietas é realizado com base nas recomendações preconizadas por comitês internacionais, como o americano NRC (National Research Council), o britânico, AFRC (Agricultural and Food Research Council), o francês INRA (Institut National de La Recherche Agronomique) e o australiano CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial

Research Organization), entre outros, desenvolvidos em países de clima temperado e que expressam as exigências de ovinos lanados. A adoção destes dados na formulação de rações para ovinos deslanados e semilanados pode não proporcionar os resultados esperados, pela falta ou pelo desperdício de nutrientes, influenciando a produtividade e/ou o custo de produção.

Os minerais, embora estejam presentes em menor porção no corpo dos animais, desempenham funções vitais para o normal funcionamento do organismo (PAULINO *et al.*, 2004). Segundo o NRC (2007), quatorze elementos minerais são essenciais ao funcionamento do organismo do animal e devem estar contidos na dieta. Estes são classificados como macrominerais ou microminerais, de acordo com a quantidade exigida. Os macrominerais incluem o cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), cloro (Cl), potássio (K), magnésio (Mg) e enxofre (S). Os microminerais incluem o zinco (Zn), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu), cobalto (Co), iodo (I) e selênio (Se).

Segundo Underwood & Suttle (1999), as funções desempenhadas pelos minerais no organismo animal podem ser divididas em quatro categorias: estrutural, participando da composição estrutural dos órgãos e tecidos do corpo, podendo-se citar o Ca, P, Mg, S, F, e Si nos ossos, dentes e músculos; fisiológica, atuando nos fluidos e tecidos corporais como eletrólitos e envolvidos com a manutenção da pressão osmótica, do balanço ácido-básico, da permeabilidade de membranas e irritabilidade dos tecidos, a exemplo do Na, K, Cl, Ca, e Mg; catalítica, atuando como catalisadores nos sistemas enzimáticos e hormonais, como componentes da estrutura de metaloproteínas ou como ativador do sistema, como o P, I, Zn e Cu; reguladora, atuando na replicação e diferenciação celular, como o Ca e Zn.

Alguns elementos minerais são essenciais para a atividade da microbiota ruminal, participando das trocas energéticas, ativação de enzimas, manutenção do pH, pressão osmótica, entre outras funções, destacando-se o P, K, Na, Cl, Mg, Fe, Zn, Mo e Co (PEDREIRA & BERCHIELLI, 2006).

O cálcio e o fósforo são os minerais mais abundantes no organismo do animal, representando juntos cerca de 70% dos elementos inorgânicos do corpo. Aproximadamente 99% do Ca e 80% do P encontram-se nos ossos e dentes, enquanto o tecido adiposo praticamente não contém Ca e apresenta quantidade mínima de P na forma de fosfolipídios (AFRC, 1991; MCDOWELL, 1992; NRC, 1996).

A maior parte do Mg está presente nos ossos (70%), enquanto o K apresenta maior concentração nos músculos, pele e tecidos moles. O Na é o principal elemento do fluido extracelular, também estando presente nos ossos e músculos (COELHO DA SILVA, 1995).

Os microminerais estão distribuídos em todo corpo animal em pequenas quantidades, perfazendo menos de 3% do total dos minerais depositados no organismo (MAHAN & SHIELDS JR., 1998). As maiores concentrações desses elementos são observadas nos tecidos moles, como pâncreas, fígado, baço, rins, glândulas acessórias, secreções do trato digestório e sangue (MCDOWELL, 1992).

A ingestão contínua de dietas desbalanceadas em elementos minerais resulta em danos à saúde e a produtividade dos animais, já que estes elementos não são sintetizados pelo organismo animal, devendo ser suplementados adequadamente na dieta (BEEDE, 1991). As deficiências minerais podem ocorrer em graus diversos, desde deficiências severas, com perturbações mais ou menos características, até deficiências leves, com sintomas não-específicos, como desenvolvimento lento, problemas de fertilidade e baixa produção de leite, ocasionando prejuízos econômicos (TOKARNIA *et al.*, 2000).

Assim, nutrir adequadamente os animais pressupõe, entre outros fatores, o conhecimento das exigências nutricionais das diversas categorias de animais. Informações sobre exigências nutricionais e de composição dos alimentos representariam alternativa mais eficaz de aumento de produtividade e economicidade das dietas dos animais criados no Brasil, considerando-se que tentativas de moldar os padrões internacionais à nossa realidade é o que tem sido praticado atualmente, na grande maioria das vezes, trazendo resultados que não condizem com a realidade.

O NRC (2007) utiliza o método do abate comparativo para a determinação das exigências nutricionais. Nesse método um grupo de animais é abatido no início do experimento (animais referência), representando a composição corporal inicial, e os demais animais são abatidos ao término do período experimental, representando a composição corporal final. Assim é possível estimar a retenção dos nutrientes, a composição corporal em relação a cada nutriente por quilograma de ganho em peso e também a exigência líquida para o referido ganho (LOFGREEN & GARRET, 1968).

A composição corporal pode ser determinada por método direto e indireto. O método direto consiste na análise química de todos os tecidos. Este método, apesar de ser mais trabalhoso e ter maior custo, tem apresentado resultados mais precisos. A determinação da composição corporal dos animais é essencial em estudos de nutrição, sendo utilizado para avaliar alimentos, crescimento animal e exigências nutricionais (VALADARES FILHO *et al.*, 2010). Segundo Vêras *et al.* (2001) a determinação da composição corporal permite ainda realizar a avaliação do desempenho animal, visando a produção de carcaças com maior

proporção de músculos e quantidades adequadas de gordura, para atender as exigências do mercado consumidor.

A exigência de minerais para crescimento é dividida em exigência para manutenção e produção. A exigência de minerais para a manutenção corresponde à quantidade necessária para atender as perdas inevitáveis do corpo, também chamadas de secreções endógenas. A exigência para produção corresponde à quantidade de cada mineral depositada no corpo animal (ARC, 1980). Segundo o AFRC (1991) a deposição de minerais no corpo depende da composição do ganho, onde maiores deposições de gordura estão associadas a menores deposições de minerais, visto que o conteúdo de minerais no tecido adiposo é inferior ao conteúdo nos demais tecidos.

A exigência dietética de um elemento mineral é obtida a partir da divisão da exigência líquida do mineral (manutenção e ganho) pela biodisponibilidade do mineral nas fontes dietéticas. Segundo O'Dell (1984), biodisponibilidade de um mineral é definida como sendo a proporção do elemento ingerido que é absorvida, transportada ao seu sítio de ação e convertida a uma forma fisiologicamente ativa.

Os trabalhos de determinação das exigências de minerais de ovinos no Brasil são ainda pouco representativos, existindo a necessidade de desenvolvimento de mais pesquisas na área, contribuindo para a formação de um banco de dados mais expressivo, permitindo assim uma melhor predição dos requerimentos nutricionais de minerais. Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo, estimar a composição corporal e as exigências nutricionais de macro e microminerais de cordeiros da raça Somálias Brasileira em crescimento.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical committee on responses to nutrients. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle.** Report 6. Nutrition Abstracts and Reviews. Série B, v. 61, n. 9, p. 573-612, 1991.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock.** Technical review. London: Agricultural Research Council Working Party, 1980.
- BARBOSA NETO, AC. *et al.* Efeitos genéticos aditivos e não-aditivos em características de crescimento, reprodutivas e habilidade materna em ovinos das raças Santa Inês, Somálias Brasileira, Dorper e Poll Dorset. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 9, p. 1943-1951, 2010.
- BARROS, N.N. *et al.* Eficiência bioeconômica de cordeiros F1 Dorper x Santa Inês para produção de carne. **Pesq. agropec. bras.**, v. 40, n. 8, p. 825-831, ago. 2005
- BEEDE, D.K. **Mineral and water nutrition in dairy nutrition management.** Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract., Philadelphia, v. 7, n. 2, p. 373-390, 1991
- COELHO DA SILVA, J. F. **Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: O sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil.** In: PEREIRA, J.C. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995.p.467-5904.
- GONZAGA NETO, S. *et al.* Composição Corporal e Exigências Nutricionais de Macrominerais para Cordeiros Morada Nova. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 6, p. 2133-2142, 2005.
- JI, S.; XU, G.; JIANG, C. Net phosphorus requirements of Dorper x Thin-tailed han crossbred ram lambs. **Asian Australas. J. Anim. Sci.** 26:1282-1288, 2013.
- LOFGREEN, G.P.; GARRET, W.N. A system for expressing net energy requirements and fees values for growing and finishing beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 27, n. 3, p. 793-806, 1968.
- MAHAN, D.C.; SHIELDS JR, R.G. Macro- and micromineral composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight. **J. Anim. Sci.**, v.76, n. 2, p. 506-512, 1998.
- MCDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition.** London: Academic Press, 524p. 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle.** 7 ed. Washington, DC.: National Academy Press, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants.** Washington, D. C.: National Academy Press, 2007.
- O'DELL, B.L. Bioavailability of trace elements. **Nutrition Review**, v. 42, p. 301-308, 1984.

- PAULINO, P.V.R. *et al.* Exigências Nutricionais de Zebuínos: Minerais. **R. Bras. Zootec.**, v. 33, n. 3, p. 770-780, 2004.
- PEDREIRA, M.S.; BERCHIELLI, T.T. Minerais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.333-353.
- RAJAB, M. H. *et al.* Performance of three tropical hair sheep breeds. **J. Anim. Sci.**, v. 70, n. 11, p. 3351-3359, 1992.
- RESENDE, K.T. *et al.* Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, suplemento especial p.161-177, 2008.
- SILVA, F.L.R. *et al.* Características de crescimento e de reprodução em ovinos Somális no nordeste brasileiro. **R. Bras. Zootec.**, v. 27, n. 6, p. 1107-1114, 1998.
- TOKARNIA, C. H. *et al.* Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000.
- UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **Mineral nutrition of livestock**. 3. ed. London: CAB International, 614 p. 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados-BR CORTE**. 2.d. Viçosa:UFV, 2010. 193p.
- VÉRAS, A.S.C. *et al.* Predição da composição química corporal de bovinos nelore e F1 Simental x Nelore a partir da composição química da seção HH (Hankins e Howe). **R. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 3, p. 1112-1119. 2001.
- ZUNDT, M. *et al.* Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês confinados, filhos de ovelhas submetidas à suplementação alimentar durante a gestação. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p. 928-935, 2006.

Capítulo I
**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS DE
OVINOS DA RAÇA SOMÁLIS BRASILEIRA**

Resumo

Objetivou-se com o presente estudo estimar a composição corporal e as exigências de Ca, P, Mg, Na e K de cordeiros da raça Somális Brasileira em crescimento. Foram utilizados quarenta e oito cordeiros, não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente de 50 dias de idade. Oito animais foram abatidos no início do experimento para serem utilizados como grupo referência, com o objetivo de estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZ) e composição corporal inicial. Os animais remanescentes foram alocados em delineamento em blocos casualizados com dois blocos e cinco tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições por tratamento. A composição corporal de macrominerais variou de 6,45 a 6,34 g de Ca; 4,32 a 3,60 g de P; 0,20 a 0,19 g de Mg; 1,12 a 1,05 g de Na e 1,74 a 1,43 g de K/kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC. As exigências líquidas de manutenção foram 52,50 mg de Ca; 27,59 mg de P; 1,26 mg de Mg; 4,12 mg de Na e 7,44 mg de K/kg de PC. As exigências líquidas de ganho variaram de 5,22 a 5,13 g de Ca; 2,77 a 2,31 g de P; 0,16 a 0,15 g de Mg; 0,86 a 0,81 g de Na e 1,10 a 0,90 g de K/kg de ganho de PC para animais com 15 a 30 kg de PC.

Palavras- chave: Confinamento, Ganho de peso, Minerais.

BODY COMPOSITION AND NUTRITIONAL REQUIREMENTS MACROMINERAL OF BRAZILIAN SOMALIS LAMBS

Abstract

The objective of this study was to determine mineral body composition and net requirements of Ca, P, Mg, Na and K for growth of Brazilian Somalis lambs. Were used forty-eight lambs, non-castrated, with an average initial body weight (BW) of 13.47 ± 1.76 kg and about 50 days old. Eight animals were slaughtered at the start of the trial, as a reference group, in order to estimate the initial empty body weight (EBW) and body composition. The remaining animals were randomly divided into five treatments consisted of different energy levels (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM), with eight replications per treatment. The macromineral body composition ranged from 6.45 to 6.34 g of Ca/kg EBW, 4.32 to 3.60 g of P/kg EBW, 0.20 to 0.19 g Mg/kg EBW, 1.12 to 1.05 g g Na/kg EBW, and 1.74 to 1.43 g K/kg EBW in Somalis Brasileira lambs with BW that ranged from 15 to 30 kg. The maintenance requirements were 52.50 mg Ca, 27.59 mg P, 1.26 mg Mg, 4.12 mg Na and 7.44 mg K/kg BW. The net macromineral requirements ranged from 5.22 to 5.13 g Ca; 2.77 to 2.31 g P; 0.16 to 0.15 g Mg; 0.86 to 0.81 g Na and 1.10 to 0.90 g K/kg BW for animals with BW ranging from 15 to 30 kg.

Keywords: Feedlot, Minerals, Weight gain.

Introdução

Embora os minerais representem apenas 4-5 % do peso corporal dos animais, os minerais são de importância vital em vários tecidos para os processos metabólicos, manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base e permeabilidade celular. Estes são também componentes importantes na formação de hormônios, enzimas e tecidos (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999). A composição corporal é um fator importante para estimar as exigências nutricionais (CHIZZOTTI *et al.*, 2009), pois o corpo é composto basicamente por água, proteína, gordura e minerais, em proporções que variam de acordo com a raça, idade, velocidade de crescimento, classe sexual, nutrição (SILVA *et al.*, 2003; REGADAS FILHO *et al.*, 2013) e interação com o ambiente (MCDOWELL, 1992; NRC, 2007). Tais diferenças podem influenciar a adequação de dietas (GALVANI *et al.*, 2009).

Dietas desequilibradas em minerais podem resultar em danos para a saúde e produtividade dos animais, uma vez que estes elementos não são sintetizados pelo organismo, devendo ser adequadamente suplementados na dieta (BEEDE, 1991).

Atualmente há pouca informação disponível sobre a raça Somálias Brasileira, e os estudos disponíveis são baseados em cruzamentos. Esta e outras raças locais estão ameaçadas de extinção (COSTA *et al.*, 2013), assim o uso destes recursos genéticos em sistemas de produção permitirá a preservação e a expansão dos rebanhos. Além disso, essas raças podem ser fontes de genes importantes para programas de melhoramento animal no futuro.

Assim, objetivou-se com o presente estudo estimar a composição corporal e as exigências nutricionais de macrominerais (Ca, P, Mg, K e Na) para a manutenção e crescimento de cordeiros da raça Somálias Brasileira alimentados com dietas de diferentes níveis de energia metabolizável.

Material e Métodos

O experimento foi realizado nas instalações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. Foram utilizados 48 cordeiros da raça Somálias Brasileira, machos não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente 50 dias de idade. Inicialmente, os animais foram identificados com brincos, pesados, vermifugados e distribuídos em baias individuais providas de cochos para fornecimento das rações e água à vontade. Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram abatidos para serem utilizados como referência para as estimativas do peso do corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial. Os animais remanescentes foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com dois blocos e cinco tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de energia metabolizável (EM) (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições por tratamento. Os animais foram alocados em baias individuais providas de comedouro e bebedouro. As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para conter aproximadamente 16% de proteína bruta e promover ganhos de 200 g/dia; exceto para a relação volumoso:concentrado de 100:0, que foi formulada para atender a exigência de manutenção, com 9% de proteína bruta (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg

Nutriente (g/kg MS)	Feno	Soja	Milho	Concentrados			
				1	2	3	4
Matéria seca	920,2	917,9	924,4	919,2	921,2	919,8	919,3
Matéria orgânica	943,7	932,9	979,8	940,7	967,4	967,1	963,8
Proteína bruta	92,5	427,4	79,9	450,8	262,1	214,7	188,8
Extrato etéreo	23,3	22,2	64,8	29,9	50,0	59,9	56,0
Matéria mineral	56,3	67,1	20,2	59,3	32,6	32,9	36,2
Fibra em detergente neutro	791,0	190,0	114,2	169,4	131,6	121,5	121,0
FDNcp	721,8	119,6	94,2	118,1	100,9	91,1	85,0
Fibra em detergente ácido	352,4	104,9	33,7	85,4	57,6	54,9	54,5
Carboidratos totais	827,9	483,3	835,1	460,0	595,7	692,4	705,3
Carboidratos não fibrosos	106,1	363,7	740,9	396,2	517,5	621,6	629,5
Ca	0,49	0,23	0,04	1,97	0,97	2,91	3,48
P	0,22	0,62	0,23	5,39	3,39	3,23	4,38
Mg	0,17	0,32	0,13	2,79	1,85	1,95	1,97
Na	0,12	0,13	0,06	2,73	3,56	4,44	2,73
K	2,04	1,84	0,42	15,51	8,17	7,62	7,33

FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína

Tabela 2. Ingredientes do concentrado e composição bromatológica das rações experimentais

Ingrediente	Concentração de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
Composição do concentrado (g/kg MS)					
Feno de Tifton ¹	100	80	60	40	20
Concentrado ¹	0	20	40	60	80
Milho grão moído	-	158,7	694,5	724,6	756,2
Farelo de soja	-	806,5	285,3	248,8	225,9
Uréia	-	30,0	12,5	11,2	5,0
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato Bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de Sódio	-	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix Mineral ²	-	0,8	0,7	0,7	0,6
Composição bromatológica (g/kg MS)					
Matéria seca	920,2	920,0	920,6	920,0	919,5
Proteína bruta	92,5	164,2	160,3	165,8	169,5
Extrato etéreo	23,3	24,6	34,0	45,3	49,5
Fibra em detergente neutro	791,0	666,7	527,2	389,3	255,0
Fibra em detergente ácido	352,4	299,0	234,5	173,9	114,0
Carboidratos totais	827,9	754,3	735,0	746,6	729,8
Carboidratos não fibrosos	106,1	164,1	270,6	415,4	524,8
Nutrientes digestíveis totais	347,8	576,8	608,8	668,5	745,0
Ca	4,90	4,31	3,33	3,71	3,76
P	2,20	2,84	2,67	2,82	3,94
Mg	1,70	1,92	1,76	1,85	1,91
Na	1,21	1,51	2,15	3,15	2,43
K	20,40	19,42	15,51	12,73	9,95

¹Composição centesimal em relação a porção do concentrado das dietas; ²Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm; Mn 9.750 ppm; Zn – 35.000 ppm; I – 1.000; ppm; Se - 225 ppm; Co – 1.000 ppm.

As rações foram fornecidas aos animais duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 h), permitindo até 20% de sobras, enquanto a água foi mantida constantemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados semanalmente para monitoramento do ganho médio diário (GMD). Quando o peso corporal médio dos animais de um dos tratamentos atingiu 28 kg, todos os animais experimentais foram abatidos.

Antes do abate os animais foram submetidos a jejum de sólido e líquido por 18 horas. Após esse tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA). No momento do abate, os animais foram insensibilizados por atordoamento na região atla-occipital, seguido de sangria por meio da secção das veias carótida e jugular. O sangue foi coletado em recipiente, pesado e armazenado. O trato gastrointestinal foi pesado cheio, esvaziado e lavado. Após o escorrimento de toda a água, o trato gastrointestinal foi novamente pesado, assim como as demais partes do corpo (carcaça, cabeça, pele, órgãos, patas e cauda). Os componentes individuais do corpo foram pesados separadamente, incluindo órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traquéia e língua + esôfago, bexiga, rins, trato

reprodutivo e baço), trato digestório limpo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) e gorduras (omental, mesentérica, perirrenal e gordura do coração).

O peso de corpo vazio (PCVZ) foi estimado como sendo a diferença entre o peso corporal ao abate (PCA) e o peso referente ao conteúdo do trato gastrintestinal (CTGI), bexiga (CB) e vesícula biliar (CVB), em que $PCVZ = PCA - (CTGI + B + VB)$.

Após a amputação da cabeça, patas, cauda e aparelho reprodutivo as carcaças foram lavadas, sendo pesadas após o escoamento de toda a água para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). Após as pesagens, a meia carcaça direita e todos os componentes não carcaça foram congelados e posteriormente serrados em serra de fita e moídos em *cutter*. Após homogeneização, uma porção de aproximadamente 500 g de cada amostra foi coletada e armazenada em *freezer* à -10°C . Posteriormente, 30 g de cada amostra corporal foram liofilizadas por 48 horas em um liofilizador no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipiente hermeticamente fechado para posteriores análises químicas.

Amostras compostas de feno, concentrados e sobras, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada até peso constante. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de faca com tela de um milímetro de diâmetro (moinho Wiley, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). As amostras foram analisadas para os teores de matéria seca (MS; AOAC, 1990; número método 930.15), matéria mineral (MM; AOAC, 1990; número método 924.05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; número método 984.13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; número método 920.39). As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991). Os teores de carboidratos totais (CT) foram calculados segundo a equação de Sniffen *et al.* (1992) : $CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% \text{ de cinzas})$. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo a equação adaptada de Weiss (1999): $CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% FDN_{cp} + \% EE + \% \text{ de cinzas})$. Para os concentrados, devido à presença de uréia na sua constituição, o teor de CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000): $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivado de uréia} + \% \text{ da uréia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% \text{ de cinzas}]$. Para determinação da composição mineral dos ingredientes, rações, sobras e amostras do corpo dos animais foram preparadas soluções minerais por via úmida. Após as devidas diluições, foram determinados Ca e Mg em espectrofotômetro de absorção atômica (Método 968.08; AOAC, 2000). O Na e K foram determinados em espectrofotômetro de chama

(Método 985.35, AOAC, 2000), enquanto o P foi determinado por colorimetria (Método 965.17, AOAC, 2000).

Para estimar a energia metabolizável (EM) das dietas foi realizado ensaio de digestibilidade. Como indicador interno utilizou-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) para estimar a excreção diária de matéria seca fecal. As amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal a cada 15 dias, por três dias consecutivos: às 8:00 no primeiro dia, às 12:00 no segundo dia e às 16:00 no terceiro dia. As amostras de fezes, alimentos (feno de capim-Tifton 85 e concentrados) e sobras foram submetidas à pré-secagem, em seguida, foram moídas em moinho com peneira de 1 mm. Os teores de FDNi das amostras moídas de fezes, sobras, volumoso e concentrados foram obtidos por meio dos resíduos da incubação *in situ* durante um período de 240 horas no rúmen de um bovino adulto, conforme descrito por Casali *et al.* (2008). Quando retirados do rúmen, os sacos de náilon foram lavados em água corrente até total clareamento da água. Posteriormente, foram submersas em solução de detergente neutro (VAN SOEST & ROBERTSON, 1985) a 100°C durante uma hora. Em seguida foram lavadas com água fervente e depois com acetona. Para completa secagem, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerado como sendo a fração de FDNi.

A energia digestível (ED) foi determinada considerando-se 4,409 Mcal/kg de NDT. A ED foi convertida em EM utilizando-se uma eficiência de 82% (NRC, 2000).

A quantidade dos minerais retidos no corpo dos animais foi determinada em função da concentração destes elementos nas amostras analisadas. A partir destes dados, foram obtidas equações de regressão para a composição corporal. Para estimar o conteúdo de minerais por quilograma de corpo vazio, adotou-se a equação alométrica logaritmizada, preconizada pelo ARC (1980):

$$\text{Log } y = a + b \log x$$

Em que: Log y = logaritmo do conteúdo total do mineral no corpo vazio (g); a = intercepto; b = coeficiente de regressão do conteúdo do mineral em função do PCVZ; log x = logaritmo do PCVZ (kg).

A composição do ganho em peso foi determinada por meio da diferença entre o total de cada mineral no corpo vazio dos animais abatidos ao final do experimento, em relação ao total de cada mineral no corpo vazio dos animais referência (ARC, 1980).

As exigências líquidas de macrominerais para ganho de PCVZ foram obtidas derivando-se a equação alométrica logaritmizada do conteúdo corporal do mineral, em função do logaritmo do PCVZ, obtendo-se a equação:

$$Y' = b \cdot 10^a \cdot x^{(b-1)}$$

Em que: Y' = exigência líquida de ganho do mineral (g); a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; b = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; x = PCVZ (kg).

Para a conversão da exigência líquida de ganho de PCVZ em exigência líquida de ganho de PC, utilizou-se o fator obtido pela relação de PC/PCVZ.

As exigências líquidas de manutenção foram obtidas através de regressão linear entre a ingestão e a retenção de minerais (g/kg de PCVZ) (LOFGREEN & GARRETT, 1968). O intercepto da equação foi considerado como sendo as perdas endógenas e metabólicas, considerado como exigência líquida de manutenção.

O modelo matemático adotado foi: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$, onde Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ; μ = média geral da população; α_i = efeito do tratamento $i = 1, 2, 3, 4, 5$; β_j = efeito do bloco $j = 1, 2$; e_{ij} = erro aleatório.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando GLM PROC da versão SAS 9.0 (SAS, 2003). Os efeitos de grau linear e quadrático foram obtidos após análise de variância ao nível de significância de 5%, observado nos ajustes das equações de regressão pelo PROC REG SAS versão 9.0.

Resultados e Discussão

O consumo de matéria seca (CMS) apresentou resposta quadrática ao aumento da concentração de energia metabolizável (EM) da dieta. O aumento do nível de EM da dieta influenciou positivamente ($P<0,05$) o ganho médio diário (GMD), que aumentou linearmente, resultando em aumento no peso corporal final dos animais, devido provavelmente, ao maior aporte nutricional. O consumo de P aumentou linearmente com o aumento do nível de EM na dieta ($P<0,05$). Este comportamento deve-se ao maior consumo de concentrado, que possui maior quantidade desse elemento em relação ao volumoso. O consumo de Mg, Na e K apresentaram efeito quadrático, acompanhando o CMS, enquanto o consumo de Ca não foi influenciado ($P>0,05$) pelos tratamentos experimentais. Este comportamento pode ser atribuído ao conteúdo de minerais das dietas, que apresentou variação com o aumento da inclusão de concentrado.

Tabela 3. Parâmetros de peso corporal, desempenho, e consumo de matéria seca de macrominerais de cordeiros Somálicos Brasileira

Item	Ref.	Níveis de EM (Mcal/kg MS)							
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69	EPM	L	Q
PCI (kg)	13,53	12,44	13,82	13,70	13,60	13,69	-	-	-
PCF(kg)	13,53	15,73	21,70	24,23	28,71	26,49	-	-	-
PCA(kg)	13,00	15,14	20,96	23,69	28,10	25,99	-	-	-
PCVZ(kg)	10,44	11,53	17,15	20,32	24,54	22,88	-	-	-
GMD(g) ^a	-	34,23	73,74	101,24	150,84	126,49	7,32	<0,05	0,57
Consumo (g/dia)									
MS ^b	-	390,52	549,45	695,00	762,15	636,83	30,91	<0,05	<0,05
Ca ^c	-	2,06	2,63	2,35	3,12	2,09	0,10	0,25	0,06
P ^d	-	0,89	1,74	1,99	2,41	2,65	0,11	<0,05	<0,05
Mg ^e	-	0,58	1,02	1,05	1,50	1,25	0,06	<0,05	<0,05
Na ^f	-	0,21	0,60	1,06	2,20	1,06	0,11	<0,05	<0,05
K ^g	-	9,59	11,39	10,60	10,10	6,06	0,41	0,07	<0,05

PCI = peso corporal inicial; PCF = peso corporal final; PCA = peso corporal ao abate; PCVZ = peso de corpo vazio; GMD = ganho médio diário; MS = matéria seca; EM = energia metabolizável; EPM = erro padrão da média; L = linear; Q = quadrático.

^a $\hat{Y} = -52,90 + 70,24EM$ ($R^2=0,60$); ^b $\hat{Y} = -277,72 + 714,97EM - 132,78EM^2$ ($R^2=0,64$); ^c $\hat{Y} = 2,46$; ^d $\hat{Y} = -0,573 + 1,184EM$ ($R^2=0,67$); ^e $\hat{Y} = -0,348 + 0,891EM - 0,096 EM^2$ ($R^2=0,49$); ^f $\hat{Y} = -1,603 + 1,765EM - 0,232EM^2$ ($R^2=0,38$); ^g $\hat{Y} = -11,229 + 26,249EM - 7,326EM^2$ ($R^2=0,47$).

Houve aumento linear da concentração de gordura corporal ($p<0,05$) com o aumento dos níveis de energia metabolizável na dieta e, concomitantemente, observou-se redução linear do conteúdo corporal de água ($p<0,05$) (Tabela 4). Esse comportamento pode ser atribuído, principalmente, às características raciais e nutricionais, uma vez que foram utilizados neste estudo cordeiros da Raça Somálicos Brasileira, caracterizada pelo acúmulo de

gordura corporal como reserva energética, alimentados com níveis crescentes de energia metabolizável na dieta.

Segundo Regadas Filho *et al.* (2013), animais de maturação precoce tendem a apresentar maiores deposições de gordura no ganho em relação aos animais de maturação tardia, podendo influenciar as exigências nutricionais. Esta rápida deposição de gordura é de grande importância para animais da raça Somálias Brasileira, pois estes são animais selecionados em região Semiárida, caracterizada por apresentar escassez de alimentos durante parte do ano. O teor de gordura corporal é influenciado pela idade, peso corporal (PC), dieta e sexo (AFRC, 1991; SANZ SAMPELAYO *et al.*, 2003), como os animais pertenciam à mesma raça, classe sexual e iniciaram o período experimental com peso semelhante, estas diferenças no conteúdo de gordura corporal podem ser atribuído às dietas. A diminuição do conteúdo corporal de água pode ser explicada pela mudança da composição do ganho de peso de animais com o aumento do PC e influências dietéticas, uma vez que este constituinte é inversamente correlacionada com o teor de gordura (WALKER, 1986). Não houve efeito da concentração da EM das dietas sobre as concentrações de proteína e macrominerais.

Tabela 4. Composição química do corpo vazio de ovinos da raça Somálias Brasileira

Item	Ref.	Níveis de EM (Mcal/kg MS)					EPM	P-valor	
		1.18	2.07	2.25	2.42	2.69		L	Q
Água (%)	58,63	59,13	55,91	56,12	52,43	55,67	0,539	0,006	0,016
Gordura (%)	15,88	17,66	20,25	21,29	26,17	21,56	0,654	0,005	0,020
Proteína (%)	18,90	18,67	19,65	19,05	19,02	18,92	0,307	0,794	0,704
Cinzas (%)	2,81	2,89	3,12	3,25	3,66	3,24	1,712	<0,001	<0,001
Cálcio (%)	0,948	0,576	0,768	0,768	0,709	0,677	0,028	0,172	0,060
Fósforo (%)	0,427	0,415	0,430	0,410	0,405	0,391	0,014	0,599	0,691
Magnésio (%)	0,023	0,020	0,022	0,022	0,022	0,022	0,001	0,136	0,228
Sódio (%)	0,108	0,094	0,106	0,105	0,107	0,102	0,002	0,206	0,265
Potássio (%)	0,153	0,135	0,153	0,150	0,152	0,141	0,003	0,368	0,232

A exigência de manutenção corresponde à quantidade do mineral necessária para atender as perdas inevitáveis do corpo, também chamadas de secreções endógenas. A estimativa das exigências nutricionais de minerais variam consideravelmente entre os diferentes comitês (ARC, 1980; AFRC, 1991; NRC, 2007; CSIRO, 2007), sendo as exigências de manutenção as que apresentam maiores variações. As exigências de manutenção de Ca, P, Mg, Na e K foram, respectivamente, 1,05; 0,55; 0,025; 0,082 e 0,162 g/dia para animais com 20 kg de PC (Tabela 5).

Tabela 5. Equações de regressão para estimativa das exigências líquidas de manutenção dos microminerais

Mineral	Equações	R ²	EPM	P-Valor	mg/kg PC
Ca	Ca Ret.= 0,0635 - 0,389 Cons.	0,53	0,003	<0,001	52,50
P	P Ret.= -0,0333 + 0,4576 P Cons.	0,42	0,002	<0,001	27,59
Mg	Mg Ret.= 0,0015 - 0,0166 Mg Cons.	0,54	0,001	<0,001	1,26
Na	Na Ret.= 0,0049 + 0,5734 Na Cons.	0,52	0,003	<0,001	4,12
K	K Ret.= 0,0098 - 0,0109 K Cons.	0,64	0,001	<0,001	7,44

Ret.= retido, g/kg PCVZ; Cons.= consumo, g/kg PCVZ

As exigências de manutenção obtidas nesse estudo foram inferiores às estabelecidas pelo NRC (2007), com exceção da exigência de Ca. A exigência de manutenção é influenciada pelas condições fisiológicas, idade, sexo, atividade física e condições ambientais (NRC, 2000; NRC, 2007), podendo-se atribuir a esses fatores as diferenças encontradas neste trabalho. Ji *et al.* (2013) relataram exigência de manutenção de P de 0,50 g/dia para animais com 20 kg PC em cordeiros mestiços Dorper x Thin-Tailed Han, valor próximo ao observado no presente estudo. Fernandes *et al.* (2012) relataram exigência de manutenção para Ca, P, Mg, K e Na de 27,4; 26,2; 1,11; 7,13 e 4,36 mg/PC em caprinos mestiços Boer x Saanen, sendo inferiores aos valores relatados nesse estudo, com exceção do Na.

A partir dos dados de composição corporal dos animais experimentais foram ajustadas equações de regressão para estimativa do peso de corpo vazio (PCVZ) e do conteúdo corporal de minerais. Os coeficientes de determinação das equações de regressão obtidos com os dados deste trabalho, de modo geral, mostraram bom ajuste das equações aos dados (Tabela 6).

Tabela 6. Equações alométricas para estimativa da composição corporal (g/kg PCVZ) de ovinos da raça Somálias Brasileira

Variável	Equação de regressão	R ²	EPM	P-Valor
PCVZ (kg)	PCVZ = -3,048 + 0,956 PC	0,98	0,022	<0,0001
Ca (g)	Log Ca = 0,833 + 0,978 Log PCVZ	0,54	0,029	<0,0001
P (g)	Log P = 0,870 + 0,777 Log PCVZ	0,75	0,021	<0,0001
Mg (g)	Log Mg = -0,638 + 0,945 Log PCVZ	0,72	0,022	<0,0001
Na (g)	Log Na = 0,124 + 0,928 Log PCVZ	0,85	0,022	<0,0001
K (g)	Log K = 0,490 + 0,763 Log PCVZ	0,81	0,018	<0,0001

PCVZ = peso de corpo vazio; R² = coeficientes de determinação; EPM = erro padrão da média.

Observou-se decréscimo no conteúdo corporal de macrominerais (g/kg PCVZ) com o aumento do PC (Tabela 7). Este comportamento também é descrito pelo AFRC (1991), que reporta redução na deposição de minerais no ganho de peso como aumento do PC e

aproximação da maturidade sexual, devido principalmente ao aumento do tecido adiposo e redução na proporção dos tecidos muscular e ósseo no corpo animal.

Segundo Paulino *et al.* (2004), o tecido adiposo contém baixa quantidade de minerais em sua composição, existindo uma relação inversa entre a deposição de gordura e deposição de minerais no corpo dos animais, assim, fatores que influenciam a deposição de gordura no ganho também influenciam a deposição de minerais, destacando-se o sexo, grupo genético, idade e peso corporal (NRC 2007; RESENDE *et al.*, 2008).

O ARC (1980) considera a concentração de minerais no conteúdo corporal constante e independente do aumento do PC, preconizando concentração de 11,0; 6,0 e 0,41 g por kg PCVZ para Ca, P e Mg, respectivamente. Porém, para que a composição corporal seja constante durante o crescimento é necessário que os tecidos adiposo, ósseo e muscular cresçam na mesma proporção, o que não acontece no crescimento animal (LAWRENCE & FOWLER, 2002).

O conteúdo corporal de macrominerais (g/kg PCVZ) relatado no presente estudo foi inferior ao preconizado pelo ARC (1980), e apresentou redução como o aumento do peso corporal. Este comportamento também foi relatado por outros autores trabalhando com ovinos deslanados (PÉREZ *et al.*, 2001; BAIÃO *et al.*, 2003; GONZAGA NETO *et al.*, 2005; CABRAL *et al.*, 2008).

Os macrominerais Ca e P são os principais constituintes dos ossos e dentes dos animais, que juntos contém aproximadamente 98 e 85% do conteúdo corporal desses minerais, respectivamente (MCDOWELL, 1992). A absorção do Ca e do P é influenciada pela relação entre esses dois elementos no corpo do animal, assim, é importante que seja mantido o equilíbrio no conteúdo corporal desses minerais. Nesse estudo a relação Ca:P média observada no corpo dos animais foi de 1,69, valor próximo ao preconizado pelo AFRC (1991), que varia de 1,71 a 1,76, e inferior ao preconizado pelo ARC (1980) de 1,80.

O Mg está estreitamente associado ao Ca e P na distribuição no corpo e no metabolismo. O esqueleto contém 65 a 70% deste elemento, enquanto 30 a 35% encontram-se no tecido muscular e tecidos moles (AFRC, 1991; MCDOWELL, 1992). Assim, a redução na concentração corporal de Ca, P e Mg pode ser atribuída à redução na proporção do tecido ósseo no corpo dos animais, em detrimento à maior deposição de tecido adiposo.

Segundo Ahmed *et al.* (2000) as concentrações de Na normalmente diminuem com a idade, em parte devido à diminuição no conteúdo extracelular que ocorre entre o nascimento e puberdade, já que o Na é principal cátion do fluido extracelular. A redução do K pode ser atribuída à redução da proporção corporal do tecido muscular e da pele, já que a

maior parte desse elemento encontra-se nesses tecidos (COELHO DA SILVA, 1995; MCDOWELL, 1992). As concentrações de Na e K para cordeiros Somálicos Brasileira neste estudo foram próximas às relatada pelo ARC (1980), de 1,10 e 1,80 g por kg PCVZ respectivamente.

Gonzaga Neto *et al.* (2005), trabalhando com cordeiros Morada Nova em crescimento, relataram concentrações superiores de Ca, P, Mg, Na e K, com valores variando de 14,33 a 12,42; 8,12 a 7,15; 0,47 a 0,46; 1,60 a 1,40; 2,30 a 2,23 g por kg de PCVZ, respectivamente, para animais com PC variando de 15 a 25 kg.

Tabela 7. Estimativa de concentração de macrominerais em função do PCVZ em cordeiros da raça Somálicos Brasileira

PC	PCVZ	Ca	P	Mg	Na	K
kg		g/kg PCVZ				
15	11,29	6,45	4,32	0,20	1,12	1,74
20	16,07	6,40	3,99	0,20	1,09	1,60
25	20,85	6,37	3,77	0,19	1,07	1,50
30	25,63	6,34	3,60	0,19	1,05	1,43

PC= peso corporal; PCVZ = peso corporal vazio.

Similarmente ao conteúdo de mineral no corpo vazio, o conteúdo de mineral no ganho apresentou redução com o aumento do PC (Tabela 8). Comportamento similar foi observado por outros autores trabalhando com ovinos deslanados (GERASEEV *et al.*, 2000a; GERASEEV *et al.*, 2000b; GONZAGA NETO *et al.*, 2005; CABRAL *et al.*, 2008).

Segundo o ARC (1980) a deposição de minerais no ganho (g/kg de PCVZ) é constante, preconizando valores de 11,0; 6,0; 0,41; 1,10 e 1,80 g para Ca, P, Mg, Na e K respectivamente, valores superiores aos encontrados no presente estudo.

Tabela 8. Equações de predição para o ganho e quantidade de macrominerais depositada por quilograma de ganho de PCVZ em cordeiros Somálicos Brasileira

Item	Equações de predição	PC (kg)			
		15	20	25	30
Ca (g)	Ca= 6,6579*PCVZ ^{-0,022}	6,31	6,26	6,23	6,20
P (g)	P= 5,7600*PCVZ ^{-0,223}	3,35	3,10	2,93	2,79
Mg (g)	Mg= 0,2175*PCVZ ^{0,055}	0,19	0,19	0,18	0,18
Na (g)	Na= 1,2347*PCVZ ^{-0,072}	1,04	1,01	0,99	0,98
K (g)	K= 2,3579*PCVZ ^{-0,237}	1,33	1,22	1,15	1,09

PC = peso corporal; PCVZ = peso de corpo vazio.

Para estimar as exigências líquidas de minerais para ganho de PC (Tabela 9), os dados de composição do ganho de peso foram divididas pelo fator de correção 1,21, gerado a

partir da relação entre o PC/PCVZ. Esse valor foi superior ao sugerido pelo ARC (1980) de 1,10 e próximo ao relatado por Gonzaga Neto *et al.* (2005) de 1,26.

Segundo Araújo *et al.* (2010) as exigências de minerais variam com PC e ganho de peso. As exigências líquidas para ganho de peso encontradas nesse estudo aumentaram com o aumento de GMD, confirmando que maiores taxas de ganho de peso aumentam as exigências de minerais. De forma contrária, o aumento do PC provocou redução dos requerimentos de minerais. Esta redução deve-se à maior deposição de tecido adiposo em contraste à menor deposição de tecido ósseo e muscular à medida que o animal torna-se adulto e aproxima-se da maturidade sexual.

Tabela 9. Exigência líquida de macrominerais para ganho de peso de cordeiros da raça Somális Brasileira (g/dia)

PC (kg)	GMD (g/dia)	Exigência líquida de macrominerais (g/dia)				
		Cálcio	Fósforo	Magnésio	Sódio	Potássio
15	100	0,522	0,277	0,016	0,086	0,110
	150	0,763	0,416	0,024	0,129	0,165
	200	1,044	0,555	0,031	0,171	0,219
20	100	0,518	0,256	0,015	0,084	0,101
	150	0,777	0,385	0,023	0,125	0,151
	200	1,036	0,513	0,031	0,167	0,202
25	100	0,511	0,242	0,015	0,082	0,095
	150	0,772	0,363	0,023	0,123	0,142
	200	1,030	0,484	0,030	0,164	0,190
30	100	0,513	0,231	0,015	0,081	0,090
	150	0,769	0,347	0,023	0,121	0,136
	200	1,025	0,462	0,030	0,162	0,181

PC = peso corporal; GMD = ganho médio diário.

O AFRC (1991) preconiza exigências líquidas de ganho de Ca e P de 10,6 e 6,2 g/kg de PC, valores superiores aos encontrados nesse estudo. Este fato mostra que é necessário ter cautela ao utilizar as exigências nutricionais preconizadas por esse comitê para animais em condições tropicais.

Em relação aos trabalhos realizados no Brasil, observa-se uma grande variação nas exigências nutricionais de minerais, uma vez que esses dados são provenientes de estudos com uma grande variedade de genótipos e condições ambientais. Gonzaga Neto *et al.* (2005) em estudo com cordeiros Morada Nova, relataram valores de exigências líquidas de ganho de 12,5; 7,4; 0,6; 1,4 e 2,7 g/kg de PC para Ca, P, Mg, Na e K, respectivamente, para animais com 20 kg de PC. Cabral *et al.* (2008) em estudo para determinação de exigências nutricionais de ovinos Santa Inês em pastejo no semiárido, reportaram valores de 10,2 e 3,6

g/kg de PC para Ca e P. Enquanto Geraseev *et al.* (2000b) trabalhando com ovinos Santa Inês com 15 a 25 kg de PC relataram exigências líquidas de 0,5; 1,2 e 2,3 g/kg de PC para Mg, Na e K.

Conclusões

A composição corporal de macrominerais variou de 6,45 a 6,34 g de Ca; 4,32 a 3,60 g de P; 0,20 a 0,19 g de Mg; 1,12 a 1,05 g de Na e 1,74 a 1,43 g de K/kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC. As exigências líquidas de manutenção foram 52,50 mg de Ca, 27,59 mg de P, 1,26 mg de Mg, 4,12 mg de Na e 7,44 mg de K/kg de PC. As exigências líquidas de ganho variaram de 5,22 a 5,13 g de Ca; 2,77 a 2,31 g de P; 0,16 a 0,15 g de Mg; 0,86 a 0,81 g de Na e 1,10 a 0,90 g de K/kg de ganho de PC para animais com 15 a 30 kg de PC.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical committee on responses to nutrients. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle.** Report 6. Nutrition Abstracts and Reviews. Série B, v. 61, n. 9, p. 573-612, 1991.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock.** Technical review. London: Agricultural Research Council Working Party, 1980.
- AHMED, M.M.M. *et al.* Macromineral profile in the plasma of Nubian goats as affected by the physiological state. **Small Rum. Res.**, v. 38, p. 249-254. 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis.** 15. ed. Arlington: AOAC International, 1117 p. 1990.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official Methods of Analysis**, 17th Ed. Gaithersburg. 2000.
- ARAÚJO, M.J. *et al.* Mineral requirements for growth of Moxotó goats grazing in the semi-arid region of Brazil. **Small Rumin. Res.**, v. 93, p. 1–9. 2010.
- BAIÃO, E.A.M. *et al.* Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo para ganho em peso de cordeiros. **Ciênc. agrotec.**, v. 27, n. 6, p. 1370-1379, 2003.
- BEEDE, D.K. **Mineral and water nutrition in dairy nutrition management.** Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract., Philadelphia, v. 7, n. 2, p. 373-390, 1991.
- CABRAL, P.K.A. *et al.* Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em pastejo no semi-árido. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v. 30, n. 1, p. 59-65, 2008.
- CASALI, A.O. *et al.* Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.
- CHIZZOTTI, M. L. *et al.* Net requirements of calcium, magnesium, sodium, phosphorus, and potassium for growth of Nelore×Red Angus bulls, steers, and heifers. **Livestock Sci.** 124:242-247, 2009.
- COSTA, M. R. G. F. *et al.* Body composition and net energy and protein requirements of Morada Nova lambs. **Small Rumin. Res.** 114:206–213, 2013.
- FERNANDES, M. H. M. R.; Resende, K. T.; Tedeschi, L. O. Macromineral requirements for the maintenance and growth of Boer crossbred kids. **J. Anim. Sci.** 90:1-9, 2012.
- HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** Gainesville: University of Florida, 2000.

- GALVANI, D. B. *et al.* Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Rumin. Res.**, v. 81, p. 55-62, 2009.
- GERASEEV, L.C. *et al.* Composição Corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo para ganho e manutenção de cordeiros Santa Inês dos 15 kg aos 25 kg de Peso Vivo. **R. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 1, p. 261-268, 2000a.
- GERASEEV, L.C. *et al.* Composição corporal e exigências nutricionais de magnésio, potássio e sódio de cordeiros Santa Inês em crescimento dos 15 kg aos 25 kg de Peso Vivo. **R. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 6, p. 2338-2346, (Suplemento 2), 2000b.
- GONZAGA NETO, S. *et al.* Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais para cordeiros Morada Nova. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 6, p. 2133-2142, 2005.
- LAWRENCE, T.L.J., FOWLER, V.R. *Growth of Farm Animals*, second edition. CAB International, Wallingford, 347 pp. 2002.
- MCDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. London: Academic Press, 524p. 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7nd ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2007.
- PAULINO, P.V.R. *et al.* Exigências Nutricionais de Zebuínos: Minerais. **R. Bras. Zootec.**, v. 33, n. 3, p. 770-780. 2004.
- PÉREZ, J.R.O. *et al.* Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em crescimento. **Pesq. agropec. bras.**, v. 36, n. 5, p. 815-822, 2001.
- REGADAS FILHO, J. G. L. *et al.* Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Rumin. Res.**, v. 109, n.2, p. 107-112, 2013.
- RESENDE, K.T. *et al.* Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, p. 161-177, 2008.
- SAS INSTITUTE INC. **Statistical analysis system for windows**. Release 9.1. Cary: SAS Institute, 2003.
- SANZ SAMPELAYO, M. R. *et al.* Growth, body composition and energy utilization in pre-ruminant goat kids. Effect of dry matter concentration in the milk replacer and animal age. **Small Rumin. Res.**, 49:61-67, 2003.
- SILVA, A. M. A. *et al.* Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Rumin. Res.**, v. 49, p. 165-171, 2003.
- SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **Mineral nutrition of livestock**. 3. ed. London: CAB International, 1999. 614 p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

WALKER, D.M. Body Composition of animals during sucking and the immediate post-weaning period. In: **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 45, p. 81–89.1986.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. *In*: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.

Capítulo II

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS DE MICROMINERAIS DE OVINOS DA RAÇA SOMÁLIS BRASILEIRA

Resumo

Objetivou-se com o presente estudo estimar a composição corporal e a exigência nutricional de zinco, ferro, manganês e cobre de cordeiros da raça Somális Brasileira em crescimento. Foram utilizados quarenta e oito cordeiros, não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente de 50 dias de idade. Oito animais foram abatidos no início do experimento para serem utilizados como grupo referência, com o objetivo de estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e composição corporal inicial. Os animais remanescentes foram alocados em delineamento em blocos casualizados com dois blocos e cinco tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições por tratamento. A composição corporal de microminerais variou de 20,19 a 16,82 mg de Zn; 56,23 a 48,12 mg de Fe; 1,20 a 0,99 mg de Mn; 1,31 a 1,03 mg de Cu por kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC. As exigências líquidas de manutenção foram de 0,133 mg de Zn; 0,271 mg de Fe; 0,003 mg de Mn e 0,015 mg de Cu/kg de PC. As exigências líquidas de ganho variaram de 12,97 a 10,80 mg de Zn; 37,65 a 32,22 mg de Fe; 0,76 a 0,63 mg de Mn e 0,77 a 0,60 mg de Cu/kg de ganho de PC para animais com 15 a 30 kg de PC.

Palavras-chave: Confinamento, Ganho de peso, Microelementos.

BODY COMPOSITION AND MICROMINERALS REQUIREMENTS OF BRAZILIAN SOMALIS LAMBS BREED

Abstract

The objective of this study was to determine mineral body composition and net requirements of Zn, Fe, Mn and Cu for growth of Brazilian Somalis lambs. Were used forty-eight lambs, non-castrated, with an average initial body weight (BW) of 13.47 ± 1.76 kg and about 50 days old. Eight animals were slaughtered at the start of the trial, as a reference group, in order to estimate the initial empty body weight (EBW) and body composition. The remaining animals were randomly divided into five treatments consisted of different energy levels (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM), with eight replications per treatment. The micromineral body composition ranged from 20.19 to 16.82 mg Zn/kg EBW, 56.23 to 48.12 mg Fe/kg EBW, 1.20 to 0.99 mg Mn/kg EBW and 1.31 to 1.03 mg Cu/kg EBW in Somalis Brasileira lambs with BW that ranged from 15 to 30 kg. The maintenance requirements were 0.133 mg Zn, 0.271 mg Fe, 0.003 mg Mn and 0.015 mg Cu/kg BW. The net micromineral requirements ranged from 12.97 to 10.80 mg Zn; 37.65 to 32.22 mg Fe; 0.76 to 0.63 mg Mn and 0.77 to 0.60 mg Cu/kg BW for animals with BW ranging from 15 to 30 kg.

Keywords: Feedlot, Microelements, Weight gain.

Introdução

Os elementos minerais, embora estejam presentes no corpo do animal em menor proporção do que outros nutrientes como proteína e gordura, desempenham funções vitais no organismo e suas deficiências acarretam alterações nutricionais graves, levando o animal a apresentar desempenho produtivo e reprodutivo aquém do seu potencial. Os minerais possuem basicamente três tipos de função no organismo animal (UNDERWOOD AND SUTTLE, 1999) sendo: 1- composição estrutural dos órgãos e tecidos corporais, como: cálcio, fósforo, magnésio, flúor e silício nos ossos e dentes, e o fósforo e enxofre nas proteínas musculares; 2-constituintes dos tecidos e fluidos corporais responsáveis pela manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base, permeabilidade da membrana e irritabilidade do tecido, como sódio, potássio, cloro, cálcio e magnésio no sangue, fluido cérebrospinal e suco gástrico; 3-catalizadores de sistemas enzimáticos e hormonais.

Os microminerais estão distribuídos em todo corpo animal em pequenas quantidades, perfazendo menos de 3% do total dos minerais depositados no organismo (MAHAN & SHIELDS JR., 1998). Estes elementos desempenham diversas funções no organismo e a sua deficiência causa grandes prejuízos à saúde e produtividade animal (LEE *et al.*, 1999).

As exigências de minerais são influenciadas pela raça ou grupo genético do animal, aspectos da dieta, taxa de produção e pelo ambiente de criação (MCDOWELL, 1999; NRC 2007; RESENDE *et al.*, 2008). Fatores inerentes aos alimentos ou às dietas, como as frações orgânicas ou inorgânicas do mineral em certo alimento, a disponibilidade ou a forma química desse elemento nos ingredientes da dieta, e ao animal, como o nível de produção e nutrição prévia. Além disso, aspectos relacionados às interrelações (antagonismos e sinergismo) entre os minerais também influenciam seus requerimentos e devem ser considerados.

As exigências de minerais para manutenção incluem os minerais necessários para manter intactos os tecidos de um animal que não está crescendo, desempenhando trabalho, reproduzindo ou gerando qualquer produto (UNDERWOOD, 1981). A manutenção do corpo envolve metabolismo interno para circulação, respiração e outros processos vitais, juntamente com perdas externas e movimentos normais do animal. Essas exigências são relativas às necessidades do animal para atender as perdas inevitáveis do corpo, também chamadas de secreções endógenas.

No Brasil são escassos os trabalhos de pesquisa sobre exigências de microminerais em pequenos ruminantes, e os poucos trabalhos que existem têm encontrado valores muito variáveis e diferentes daqueles preconizados pelos comitês de exigências nutricionais internacionais.

Diante disso, objetivou-se com o presente estudo estimar a composição corporal e as exigências nutricionais de Zn, Fe, Mn e Cu para cordeiros da raça Somális Brasileira em crescimento alimentados com dietas de diferentes níveis de energia metabolizável.

Material e Métodos

O experimento foi realizado nas instalações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. Foram utilizados 48 cordeiros da raça Somális Brasileira, machos não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente 50 dias de idade. Inicialmente, os animais foram identificados com brincos, pesados, vermifugados e distribuídos em baias individuais providas de cochos para fornecimento das rações e água à vontade. Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram abatidos para serem utilizados como referência para as estimativas do peso do corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial. Os animais remanescentes foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com dois blocos e cinco tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de energia metabolizável (EM) (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições por tratamento. Os animais foram alocados em baias individuais providas de comedouro e bebedouro. As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para conter aproximadamente 16% de proteína bruta e promover ganhos de 200 g/dia; exceto para a relação volumoso:concentrado de 100:0, que foi formulada para atender a exigência de manutenção, com 9% de proteína bruta (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg

Nutriente (g/kg MS)	Feno	Soja	Milho	Concentrados			
				1	2	3	4
Matéria seca	920,2	917,9	924,4	919,2	921,2	919,8	919,3
Matéria orgânica	943,7	932,9	979,8	940,7	967,4	967,1	963,8
Proteína bruta	92,5	427,4	79,9	450,8	262,1	214,7	188,8
Extrato etéreo	23,3	22,2	64,8	29,9	50,0	59,9	56,0
Matéria mineral	56,3	67,1	20,2	59,3	32,6	32,9	36,2
Fibra em detergente neutro	791,0	190,0	114,2	169,4	131,6	121,5	121,0
FDNcp	721,8	119,6	94,2	118,1	100,9	91,1	85,0
Fibra em detergente ácido	352,4	104,9	33,7	85,4	57,6	54,9	54,5
Carboidratos totais	827,9	483,3	835,1	460,0	595,7	692,4	705,3
Carboidratos não fibrosos	106,1	363,7	740,9	396,2	517,5	621,6	629,5
(mg/kg MS)							
Zn	43,18	73,15	32,23	97,73	81,15	78,97	90,78
Fe	102,73	188,27	158,89	183,35	129,59	114,35	193,48
Mn	143,86	33,58	11,26	33,58	19,40	23,48	26,41
Cu	3,33	6,46	0,08	7,67	3,41	2,81	3,70

FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína

Tabela 2. Ingredientes do concentrado e composição bromatológica das rações experimentais

Ingrediente	Concentração de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
Composição do concentrado (g/kg MS)					
Feno de Tifton ¹	100	80	60	40	20
Concentrado ¹	0	20	40	60	80
Milho grão moído	-	158,7	694,5	724,6	756,2
Farelo de soja	-	806,5	285,3	248,8	225,9
Uréia	-	30,0	12,5	11,2	5,0
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato Bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de Sódio	-	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix Mineral ²	-	0,8	0,7	0,7	0,6
Composição bromatológica (g/kg MS)					
Matéria seca	920,2	920,0	920,6	920,0	919,5
Proteína bruta	92,5	164,2	160,3	165,8	169,5
Extrato etéreo	23,3	24,6	34,0	45,3	49,5
Fibra em detergente neutro	791,0	666,7	527,2	389,3	255,0
Fibra em detergente ácido	352,4	299,0	234,5	173,9	114,0
Carboidratos totais	827,9	754,3	735,0	746,6	729,8
Carboidratos não fibrosos	106,1	164,1	270,6	415,4	524,8
Nutrientes digestíveis totais	347,8	576,8	608,8	668,5	745,0
(mg/kg MS)					
Zn	43,18	54,09	58,37	64,66	81,26
Fe	102,73	118,85	113,47	109,70	175,33
Mn	3,33	4,19	3,36	3,01	3,63
Cu	143,86	121,80	94,08	71,63	49,90

¹Composição centesimal em relação a porção do concentrado das dietas; ²Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm; Mn 9.750 ppm; Zn – 35.000 ppm; I – 1.000; ppm; Se - 225 ppm; Co – 1.000 ppm.

As rações foram fornecidas aos animais duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 h), permitindo até 20% de sobras, enquanto a água foi mantida constantemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados semanalmente para monitoramento do ganho médio diário (GMD). Quando o peso corporal médio dos animais de um dos tratamentos atingiu 28 kg, todos os animais experimentais foram abatidos.

Antes do abate os animais foram submetidos a jejum de sólido e líquido por 18 horas. Após esse tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA). No momento do abate, os animais foram insensibilizados por atordoamento na região atla-occipital, seguido de sangria por meio da secção das veias carótida e jugular. O sangue foi coletado em recipiente, pesado e armazenado. O trato gastrointestinal foi pesado cheio, esvaziado e lavado. Após o escorrimento de toda a água, o trato gastrointestinal foi novamente pesado, assim como as demais partes do corpo (carcaça, cabeça, pele, órgãos, patas e cauda). Os componentes individuais do corpo foram pesados separadamente, incluindo

órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traquéia e língua + esôfago, bexiga, rins, trato reprodutivo e baço), trato digestório limpo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) e gorduras (omental, mesentérica, perirrenal e gordura do coração).

O peso de corpo vazio (PCVZ) foi estimado como sendo a diferença entre o peso corporal ao abate (PCA) e o peso referente ao conteúdo do trato gastrintestinal (CTGI), bexiga (CB) e vesícula biliar (CVB), em que $PCVZ = PCA - (CTGI + B + VB)$.

Após a amputação da cabeça, patas, cauda e aparelho reprodutivo as carcaças foram lavadas, sendo pesadas após o escoamento de toda a água para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). Após as pesagens, a meia carcaça direita e todos os componentes não carcaça foram congelados e posteriormente serrados em serra de fita e moídos em *cutter*. Após homogeneização, uma porção de aproximadamente 500 g de cada amostra foi coletada e armazenada em *freezer* à -10°C . Posteriormente, 30 g de cada amostra corporal foram liofilizadas por 48 horas em um liofilizador no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipiente hermeticamente fechado para posteriores análises químicas.

Amostras compostas do feno, concentrados e sobras, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada até peso constante. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de faca com tela de um milímetro de diâmetro (moinho Wiley, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). As amostras foram analisadas para os teores de matéria seca (MS; AOAC, 1990; número método 930.15), matéria mineral (MM; AOAC, 1990; número método 924.05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; número método 984.13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; número método 920.39). As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991). Os teores de carboidratos totais (CT) foram calculados segundo a equação de Sniffen *et al.* (1992) : $CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% \text{ de cinzas})$. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo a equação adaptada de Weiss (1999): $CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% FDN_{cp} + \% EE + \% \text{ de cinzas})$. Para os concentrados, devido à presença de uréia na sua constituição, o teor de CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000): $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivado de uréia} + \% \text{ da uréia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% \text{ de cinzas}]$.

Para determinação da composição mineral dos ingredientes, rações, sobras e amostras do corpo dos animais foram preparadas soluções minerais por via úmida. Após as devidas diluições, os microminerais foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica.

Para estimar a energia metabolizável (EM) das dietas foi realizado ensaio de digestibilidade. Como indicador interno utilizou-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) para estimar a excreção diária de matéria seca fecal. As amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal a cada 15 dias, por três dias consecutivos: às 8:00 no primeiro dia, às 12:00 no segundo dia e às 16:00 no terceiro dia. As amostras de fezes, alimentos (feno de capim-Tifton 85 e concentrados) e sobras foram submetidas à pré-secagem, em seguida, foram moídas em moinho com peneira de 1 mm. Os teores de FDNi das amostras moídas de fezes, sobras, volumoso e concentrados foram obtidos por meio dos resíduos da incubação *in situ* durante um período de 240 horas no rúmen de um bovino adulto, conforme descrito por Casali *et al.* (2008). Quando retirados do rúmen, os sacos de náilon foram lavados em água corrente até total clareamento da água. Posteriormente, foram submersas em solução de detergente neutro (VAN SOEST & ROBERTSON, 1985) a 100°C durante uma hora. Em seguida foram lavadas com água fervente e depois com acetona. Para completa secagem, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerado como sendo a fração de FDNi.

A energia digestível (ED) foi determinada considerando-se 4,409 Mcal/kg de NDT. A ED foi convertida em EM utilizando-se uma eficiência de 82% (NRC, 2000).

A quantidade dos minerais retidos no corpo dos animais foi determinada em função da concentração destes elementos nas amostras analisadas. A partir destes dados, foram obtidas equações de regressão para a composição corporal. Para estimar o conteúdo de minerais por quilograma de corpo vazio, adotou-se a equação alométrica logaritmizada, preconizada pelo ARC (1980):

$$\text{Log } y = a + b \log x$$

Em que: Log y = logaritmo do conteúdo total do mineral no corpo vazio (g); a = intercepto; b = coeficiente de regressão do conteúdo do mineral em função do PCVZ; log x = logaritmo do PCVZ (kg).

A composição do ganho em peso foi determinada por meio da diferença entre o total de cada mineral no corpo vazio dos animais abatidos ao final do experimento, em relação ao total de cada mineral no corpo vazio dos animais-referência (ARC, 1980).

As exigências líquidas de microminerais para ganho de PCVZ foram obtidas derivando-se a equação alométrica logaritmizada do conteúdo corporal do mineral, em função do logaritmo do PCVZ, obtendo-se a equação:

$$Y' = b \cdot 10^a \cdot x^{(b-1)}$$

Em que: Y' = exigência líquida de ganho do mineral (g); a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; b = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; x = PCVZ (kg).

Para a conversão da exigência líquida de ganho de PCVZ em exigência líquida de ganho de PC, utilizou-se o fator obtido pela relação de PC/PCVZ.

As exigências líquidas de manutenção foram obtidas através de regressão linear entre a ingestão e a retenção de minerais (mg/kg de PCVZ) (Lofgreen e Garrett, 1968). O intercepto da equação foi considerado como sendo as perdas endógenas e metabólicas, considerado como exigência líquida de manutenção.

O modelo matemático adotado foi: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$, onde Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ; μ = média geral da população; α_i = efeito do tratamento $i = 1, 2, 3, 4, 5$; β_j = efeito do bloco $j = 1, 2$; e_{ij} = erro aleatório.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando GLM PROC da versão SAS 9.0 (SAS, 2003). Os efeitos de grau linear e quadrático foram obtidos após análise de variância ao nível de significância de 5%, observado nos ajustes das equações de regressão pelo PROC REG SAS versão 9.0.

Resultados e Discussão

O consumo de matéria seca (CMS) apresentou resposta quadrática ao aumento da concentração de energia metabolizável (EM) da dieta (Tabela 3). O aumento do nível de EM da dieta influenciou positivamente ($P<0,05$) o ganho médio diário (GMD), que aumentou linearmente, resultando em aumento no peso corporal final dos animais, devido provavelmente, ao maior aporte nutricional. O consumo de matéria seca tem grande importância no desempenho de ovinos e pode ser considerado determinante do aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de manutenção e ganho em peso dos animais (Sniffen *et al.*, 1993).

O consumo de ferro (Fe) aumentou linearmente com o aumento da EM na dieta ($P<0,05$), enquanto o consumo de zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) apresentaram comportamento quadrático (Tabela 3). O aumento linear do consumo de Fe deve-se à maior inclusão de concentrado na dieta, uma vez que os grãos apresentaram maior conteúdo desse elemento em relação ao volumoso.

Tabela 3. Parâmetros de desempenho, consumo de matéria seca e consumo de microminerais de cordeiros Somálios Brasileira

Item	Ref.	Níveis de energia metabolizável (Mcal/kg MS)							
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69	EPM	L	Q
PCI (kg)	13,53	12,44	13,82	13,70	13,60	13,69	-	-	-
PCF (kg)	13,53	15,73	21,70	24,23	28,71	26,49	-	-	-
PCA (kg)	13,00	15,14	20,96	23,69	28,10	25,99	-	-	-
PCVZ (kg)	10,44	11,53	17,15	20,32	24,54	22,88	-	-	-
GMD (g) ^a	-	34,23	73,74	101,24	150,84	126,49	7,32	<0,05	<0,57
Consumo (mg/dia)									
MS ^b	-	390,52	549,45	695,00	762,15	636,83	30,91	<0,05	<0,05
Zn ^c	-	16,80	30,37	42,41	57,83	55,57	2,57	<0,05	<0,05
Fe ^d	-	20,99	55,26	58,17	61,02	107,97	3,00	<0,05	<0,05
Mn ^e	-	61,37	83,61	82,30	67,32	35,75	0,09	0,10	<0,05
Cu ^f	-	1,36	2,87	2,79	2,73	2,57	4,56	<0,05	<0,05

PCI = peso corporal inicial; PCF = peso corporal final; PCA = peso corporal ao abate; PCVZ = peso de corpo vazio; GMD = ganho médio diário; MS = matéria seca; EM: energia metabolizável; EPM= erro padrão da média; L = linear; Q= quadrático.

^a $\hat{Y} = -52,90 + 70,24EM$ ($R^2=0,60$); ^b $\hat{Y} = -277,72 + 714,97EM - 132,78EM^2$ ($R^2=0,64$); ^c $\hat{Y} = -19,285 + 28,188 EM$ ($R^2=0,77$); ^d $\hat{Y} = -44,378 + 49,429 EM$ ($R^2=0,76$); ^e $\hat{Y} = -153,669 + 268,708 EM - 73,526 EM^2$ ($R^2=0,88$); ^f $\hat{Y} = 0,601 + 0,882 EM$ ($R^2=0,56$).

Houve aumento linear na concentração corporal de extrato etéreo (EE) ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de EM da dieta e, concomitante, redução linear do conteúdo corporal de água ($P<0,05$) (Tabela 4). Por outro lado, a concentração corporal de proteína e microminerais não sofreram influência dos níveis de EM das dietas.

O aumento no teor de EE pode estar relacionado com a maior ingestão de nutrientes devido ao aumento da densidade energética da dieta, o que promoveu maior disponibilidade de nutrientes para a formação de tecido adiposo. O tecido adiposo contém menor quantidade de água em comparação com outros tecidos corporais, assim, existe uma relação inversa entre estes dois componentes (Berg e Butterfield, 1976).

Tabela 4. Composição química do corpo vazio de ovinos da raça Somális Brasileira

Item	Ref.	EM na dieta (Mcal/kg DM)					EPM	P-valor	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q
Água (%)	58,63	59,13	55,90	56,12	52,43	55,67	0,539	0,006	0,016
EE (%)	15,88	17,66	20,25	21,29	26,17	21,56	0,654	0,005	0,020
Proteína (%)	18,90	18,67	19,65	19,05	19,02	18,92	0,307	0,794	0,704
Cinzas (%)	2,81	2,89	3,12	3,25	3,66	3,24	1,712	<0,001	<0,001
Zinco (mg/kg)	20,61	16,79	19,26	19,89	20,51	18,03	0,055	0,184	0,115
Ferro (mg/kg)	42,63	34,39	39,95	37,82	39,08	34,32	0,159	0,761	0,391
Manganês (mg/kg)	1,15	0,72	0,86	1,07	0,77	0,47	0,008	0,616	0,103
Cobre (mg/kg)	0,74	2,18	0,76	1,08	0,76	0,77	0,016	0,150	0,120

EM: energia metabolizável; EE: extrato etéreo

O teor de EE corporal encontrado neste estudo foi superior aos relatados por outros autores que trabalharam com exigências nutricionais de ovinos deslanados em condições tropicais (GONZAGA NETO *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2013; REGADAS FILHO *et al.*, 2013). Isto pode ser atribuído principalmente às diferenças raciais, já que a raça Somális Brasileira apresenta alta deposição de gordura corporal para ser utilizada como reserva energética em períodos de escassez de alimentos.

As exigências líquidas de manutenção foram obtidas através de regressão linear entre a ingestão e a retenção de minerais, segundo metodologia de Lofgreen e Garrett (1968) (Tabela 5).

Tabela 5. Equações de regressão para estimativa das exigências líquidas de manutenção dos microminerais

Mineral	Equações	R ²	EPM	P-Valor	mg/kg PC
Zn	Zn Ret.= -0.1613 + 0.0938 Zn Cons.	0,54	0,007	<0,001	0,133
Fe	Fe Ret.= -0.3288 + 0.1183 Fe Cons.	0,74	0,001	<0,001	0,271
Mn	Mn Ret.= -0.0038 + 0.0022 Mn Cons.	0,53	0,026	<0,001	0,003
Cu	Cu Ret.= -0.0185 + 0.2013 Cu Cons.	0,51	0,001	<0,001	0,015

Ret= retido, mg/kg PCVZ; Cons= consumo, mg/kg PCVZ

As exigências de manutenção de Zn, Fe, Mn e Cu foram 2,66, 5,43, 0,06 e 0,30 mg/dia para animais com 20 kg de PC. As exigências de manutenção também foram calculados usando as equações adotadas pelo NRC (2007), obtendo valores de 1,52 mg Zn/dia, 0,28 mg Fe/dia e 0,04 mg Mn/dia para animais com 20 kg de PC. Estas diferenças devem-se ao fato de o NRC (2007) estimar que as exigências nutricionais baseadas em animais de raças e condições ambientais distintas das utilizados neste estudo, o que influencia as exigências nutricionais.

A partir dos dados da composição corporal foram determinadas equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de minerais em função do logaritmo do PCVZ, para animais dos 15 aos 30 kg de PC (Tabela 6).

Tabela 6. Equações alométricas para estimativa da composição corporal (mg/kg PCVZ) de ovinos da raça Somális Brasileira

Variável	Equação de regressão	R ²	EPM	P-Valor
PCVZ (kg)	$PCVZ = -3,048 + 0,956 PC$	0,98	0,022	<0,0001
Zinco (mg)	$\text{Log Zinco} = 1,540 + 0,777 \text{ Log PCVZ}$	0,71	0,019	<0,0001
Ferro (mg)	$\text{Log Ferro} = 1,950 + 0,810 \text{ Log PCVZ}$	0,58	0,022	<0,0001
Manganês (mg)	$\text{Log Manganês} = 0,324 + 0,766 \text{ Log PCVZ}$	0,25	0,033	0,0028
Cobre (mg)	$\text{Log Cobre} = 0,428 + 0,706 \text{ Log PCVZ}$	0,18	0,037	0,0130

R²=coeficientes de determinação e EPM = erro padrão da média.

A baixa concentração dos microminerais no corpo dos animais pode ter causado dispersão dos dados, verificando-se que os ajustes das equações para alguns microminerais foram reduzidos, apesar de significativos. O conteúdo corporal dos Zn, Fe, Mn e Cu por kg de PCVZ foram estimados a partir das equações alométricas para estimativa da composição corporal (tabela 7).

Tabela 7. Estimativa de concentração de microminerais em função do peso de corpo vazio (PCVZ)

PC (kg)	PCVZ (kg)	Zinco (mg/kg)	Ferro (mg/kg)	Manganês (mg/kg)	Cobre (mg/kg)
15	11,29	20,19	56,23	1,20	1,31
20	16,07	18,67	52,58	1,10	1,18
25	20,85	17,61	50,05	1,04	1,10
30	25,63	16,82	48,12	0,99	1,03

Observou-se redução no conteúdo corporal de microminerais no PCVZ com o aumento do peso corporal. Esse comportamento deve-se ao aumento na deposição de gordura corporal, uma vez que a gordura contém menor quantidade de minerais em relação aos demais

tecidos corporais (Clawson *et al.*, 1991). Segundo McDowell (1992) as maiores concentrações de microminerais encontram-se nos tecidos moles como pâncreas, fígado, baço, rins, glândulas acessórias e secreções do trato gastrointestinal, além do sangue.

Bellof *et al.* (2007) trabalhando com ovinos da raça Merino Alemão com PC variando de 15 a 50 kg relataram comportamentos variados nas concentrações de Zn, Fe, Mn e Cu, onde a concentração de Zn e Mn aumentaram de 25,3 a 28,8 e 0,51 a 0,79 mg/kg PCVZ respectivamente. Enquanto a concentração de Fe e a Cu apresentou redução com o aumento do PC, com variação de 32,9 a 28,0 e 2,1 a 1,6 mg/kg PCVZ respectivamente. Mendes *et al.* (2010) relataram aumento na concentração corporal de Zn, Fe e Cu com o aumento do PC, com valores variando de 60,26 a 76,37; 133,44 a 126,98 e 10,78 a 16,72, mg/kg respectivamente, para animais com 20 a 30 kg de peso corporal. Estas diferenças podem ser justificadas pelas diferenças entre as raças utilizadas nos estudos.

Similarmente ao conteúdo de minerais no corpo vazio, o conteúdo de mineral no ganho de peso apresentou redução com o aumento do PC (Tabela 8).

Tabela 8. Equações de predição para o ganho e quantidade de microminerais depositada por quilograma de ganho de peso de PCVZ em cordeiros Somálicos Brasileira

Item	Equações de predição	PC (kg)			
		15	20	25	30
Zinco (mg)	$Zn=26,9415*PCV^{-0,223}$	15,69	14,50	13,69	13,07
Ferro (mg)	$Fe= 72,1913*PCV^{-0,190}$	45,55	42,59	40,54	38,98
Manganês (mg)	$Mn= 1,6152*PCV^{-0,234}$	0,92	0,84	0,79	0,76
Cobre (mg)	$Cu= 1,8915*PCV^{-0,294}$	0,93	0,84	0,77	0,73

PC = peso corporal; PCVZ = peso de corpo vazio.

Mendes *et al.* (2010) relataram aumento na concentração de Zn e Cu com o aumento do PC variando, respectivamente, de 95,0 a 120,4 e 22,3 a 34,6 mg/kg de ganho de PCVZ, quando o PC variou de 15 a 30 kg. Enquanto a concentração de Fe apresentou redução com o aumento do PC, com valores variando de 117,3 a 111,6 mg/kg de PCVZ.

Bellof *et al.* (2007) relataram valor médio de conteúdo de minerais depositados por kg de PCVZ de 25,70 mg de Zn; 27,6 mg de Fe; 1,79 mg de Cu e 0,69 mg de Mn, para animais de 18 a 30 kg PC. A deposição de minerais encontrada no presente estudo foi superior para Fe e Mn, e inferior para Zn e Cu.

O conteúdo de microminerais no ganho de peso de corpo vazio corresponde à sua exigência líquida para ganho de 1 kg de PCVZ. Para estimar as exigências líquidas de minerais para ganho de PC (Tabela 9), os dados de composição do ganho de peso foram divididas pelo fator de correção gerado a partir da relação entre o PC e PCVZ. A razão

PC/PCVZ obtida neste trabalho foi 1,21, valor superior ao sugerido pelo ARC (1980) de 1,10 e inferior ao valor de 1,32 relatado por Cabral *et al.* (2008) trabalhando com ovinos Santa Inês em pastejo no Semiárido brasileiro.

Tabela 9. Exigências líquidas de minerais para ganho de peso corporal (mg/dia) de ovinos Somális Brasileira

PC (kg)	GMD (g/dia)	Exigências líquidas de minerais (mg/dia)			
		Zinco	Ferro	Manganês	Cobre
15	100	1,297	3,765	0,076	0,077
	150	1,946	5,648	0,114	0,115
	200	2,594	7,531	0,151	0,153
20	100	1,199	3,521	0,070	0,069
	150	1,799	5,282	0,105	0,104
	200	2,398	7,042	0,139	0,138
25	100	1,131	3,351	0,066	0,064
	150	1,697	5,027	0,098	0,096
	200	2,263	6,702	0,131	0,128
30	100	1,080	3,222	0,063	0,060
	150	1,621	4,834	0,094	0,090
	200	2,161	6,445	0,125	0,121

PC = peso corporal; GMD = ganho médio diário.

De acordo com Lee (1999) as exigências de microminerais variam durante o crescimento devido a alterações nas necessidades metabólicas dos tecidos individuais. As exigências líquidas para ganho de peso encontradas nesse estudo aumentaram com o aumento de GMD, e reduziram com o aumento do PC dos animais.

Mendes *et al.* (2010) relataram aumento nas exigências líquidas de Zn, Fe e Cu com o aumento do GMD e redução na exigência de Fe com o aumento do PC enquanto a exigência de Zn e Cu aumentaram. Estes autores relataram exigências líquidas de Zn, Fe e Cu de 7,20; 8,89 e 1,69 mg/dia, respectivamente, para cordeiros com 20 kg de PC e GMD de 100 g. Esses valores foram superiores aos encontrados no presente estudo, podendo-se atribuir essas diferenças aos fatores genéticos e ambientais, já que Mendes *et al.* (2010) utilizaram ovinos da raça Santa Inês em pastejo no Semiárido.

Conclusão

A composição corporal de microminerais variou de 20,19 a 16,82 mg de Zn; 56,23 a 48,12 mg de Fe; 1,20 a 0,99 mg de Mn; 1,31 a 1,03 mg de Cu por kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC. As exigências líquidas de manutenção foram de 0,133 mg de Zn; 0,271 mg de Fe; 0,003 mg de Mn e 0,015 mg de Cu/kg de PC. As exigências líquidas de ganho variaram de 12,97 a 10,80 mg de Zn; 37,65 a 32,22 mg de Fe; 0,76 a 0,63 mg de Mn e 0,77 a 0,60 mg de Cu/kg de ganho de PC para animais com 15 a 30 kg de PC.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock**. Technical review. London: Agricultural Research Council Working Party, 1980.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15nd ed. Virginia: Arlington, 1990.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official Methods of Analysis**, 17th Ed. Gaithersburg. 2000.
- BAIÃO, E.A.M. *et al.* Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo para ganho em peso de cordeiros. **Ciênc. agrotec.**, v. 27, n. 6, p. 1370-1379, 2003.
- BELLOF, G.; MOST, E.; PALLAUF, J. Concentration of copper, iron, manganese and zinc in muscle, fat and bone tissue of lambs of the breed German Merino Landsheep in the course of the growing period and different feeding intensities. **J. anim. physiol. anim. Nutr.**, v. 91, n. 100, p. 108, 2007.
- CABRAL, P.K.A. *et al.* Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em pastejo no semi-árido. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v. 30, n. 1, p. 59-65, 2008.
- CASALI, A.O. *et al.* Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.
- CLAWSON, A.J. *et al.* Nutritional, physiological, genetic, sex, and age effects on fat-free dry matter composition of the body in avian, fish, and mammalian species: a review. **J. Anim. Sci.**, v. 69, n. 9, p. 3617-3644, 1991.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000.
- LEE, J. *et al.* Current tissues in trace element nutrition of grazing livestock in Australia and New Zealand. **Aust. J. Agr. Res.**, v. 50, p. 1341-1364. 1999.
- MAHAN, D.C.; SHIELDS JR., R.G. Macro- and micromineral composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight. **J. Anim. Sci.**, v. 76, n. 2, p. 506-512, 1998.
- MCDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. London: Academic Press, 1992. 524p.
- MCDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais: enfatizando o Brasil**. 3. ed. Gainesville: Universidade da Flórida, 1999. 93 p.

- MENDES, R. S. *et al.* Exigência líquida de zinco, cobre e ferro para cordeiros em pastejo no semiárido. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v. 32, n. 3, p. 279-284, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2007.
- PEREIRA FILHO, J.M. *et al.* Carcass traits and tissue allometry in Boer×Saanen kids. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, p. 905-912. 2008.
- REGADAS FILHO, J. G. L. *et al.* Composição corporal e exigências líquidas protéicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **R. Bras. Zootec.**, v. 40, n. 6, p. 1339-1346, 2011.
- RESENDE, K. T. *et al.* Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, *suplemento especial*, p. 161-177, 2008.
- SAS, 2003. **SAS System for Windows**, Release 9.1 (TS1M3). SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.
- SNIFFEN, C. J. *et al.* Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **J. Dairy Sci.**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.
- UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **Mineral nutrition of livestock**. 3. ed. London: CAB International, 1999. 614 p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- WALKER, D.M. Body Composition of animals during sucking and the immediate post-weaning period. In: **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 45, p. 81–89. 1986.
- WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.