



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

ANNA BEATRIZ RÊGO DO CARMO

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MACRO E
MICRO MINERAL DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA**

FORTALEZA

2013

ANNA BEATRIZ RÊGO DO CARMO

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MACRO E
MICRO MINERAL DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição de Ruminantes.

Orientadora: Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira

FORTALEZA

2013

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

C285c Carmo, Anna Beatriz Rego do.
Composição corporal e exigências nutricionais de macro e micro mineral de ovinos da raça Morada Nova / Anna Beatriz Rego do Carmo. – 2013.
61 f.: il., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Fortaleza, 2013.

Área de Concentração: Nutrição Animal.

Orientação: Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira.

Coorientação: Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro.

1. Nutrição animal. 2. Exigência nutricional. 3. Cordeiro. I. Título.

CDD 636.08

ANNA BEATRIZ RÊGO DO CARMO


COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MACRO E
MICRO MINERAL DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA

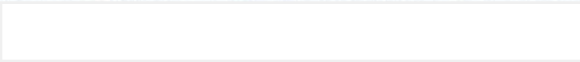
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.


Área de concentração: Nutrição de Ruminantes.


Aprovada em: 30/07/2013

BANCA EXAMINADORA


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


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


Profª. Dra. Andrea Pereira Pinto
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Prof. Dr. Marcus Roberto Góes Ferreira Costa
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Às minhas mães Ana Holanda e Liduina. Pelos ensinamentos e paciência. Sem elas esse trabalho não teria sido possível.

À minha filha Anna Julia razão de cada decisão tomada em minha vida. Meu amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela ajuda para conseguir realizar este trabalho apesar das dificuldades e por não me desamparar em nenhum momento.

Aos meus pais Nascimento e Ana, pelos conselhos mais preciosos e acolhedores não só durante a execução deste trabalho, mas em várias etapas da minha caminhada, além do amor e apoio incondicional.

À minha segunda mãe Liduina, pela ajuda nos cuidados com minha filha, por cuidar dela nos vários momentos em que estive ausente para concluir este trabalho. Pelo apoio, pelas conversas e pelos conselhos tão ricos e importantes na minha vida.

À Universidade Federal do Ceará, pela minha formação profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de realização do curso.

À minha orientadora, professora Elzânia Sales Pereira, pelos ensinamentos profissionais e pessoais. Agradeço pela oportunidade concedida a mim de ser sua bolsista no laboratório e depois no curso de mestrado. Aprendi muito com nossa convivência.

À FUNCAP, pela concessão da bolsa de estudos.

À banca examinadora, pelas sugestões para aprimoramento deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, pela ajuda constante.

As funcionárias do LANA – Laboratório de Nutrição Animal, Helena e Roseane, que muitas vezes fizeram o papel de amigas, ouvintes e até mães, ajudando no que estava ao alcance delas.

Aos colegas de pós-graduação pela convivência tão prazerosa e enriquecedora.

Ao meu grande amigo, irmão e querido Paulo César (PC), a ele devo a minha indicação para ser bolsista no LANA junto à professora, pelos conselhos de seguir em frente com o mestrado, a ajuda nos momentos difíceis, o ombro amigo, por tantos momentos de alegrias e boas risadas com seu senso de humor impar.

A minha amiga Rebeca Magda, amizade tão sincera e verdadeira. Pelos puxões de orelha quando necessário, as conversas, aos ensinamentos nos manejos de ovinos e nas análises no laboratório quando iniciei meu trabalho. Por me apresentar o melhor café desta cidade. Por se fazer tão presente mesmo quando estava ausente fisicamente.

As amigas Elaine e Iana Sérvulo por momentos tão especiais que passamos. Pelas pequenas discussões na salinha, mas também por inesquecíveis momentos de alegria, de risadas

e companheirismos, de ajuda nas disciplinas mais complicadas que fizemos juntas e o apoio quando se fazia necessário.

Aos queridos Chico e Rildson por toda a paciência, ensinamentos e explicações sobre exigências de ruminantes, pelas tantas planilhas e dados questionados e analisados por diversas vezes juntos. Pela ajuda tão importante para que esse trabalho pudesse ser concluído. Pela força dada a mim por diversas vezes ao longo da caminhada.

Ao Nery Junior pela ajuda primordial no início do trabalho, por levar minhas amostras para Viçosa para serem analisadas, pela planilha inicial de controle tão perfeita e organizada, que me ajudaram a iniciar o trabalho de maneira mais clara e objetiva.

As grandes amigas Rachel e Larissa, pela força, o carinho, a amizade de muitos anos compartilhada de maneira tão sincera e calorosa, mulheres fortes, determinadas com quem aprendo a cada dia. Que se fizeram presente em toda caminhada durante minha graduação e nesta etapa tão importante em minha vida.

À pessoa mais importante, minha filha Anna Julia, razão de todas as decisões tomadas ao longo de minha vida. Amor incondicional, fonte de aprendizado constante, motivo de sempre querer o melhor e seguir em frente mesmo quando o caminho for difícil.

A todos que se fizeram importantes nessa caminhada, cada um a sua maneira e contribuição na realização deste trabalho.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo final”.

Chico Xavier

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a composição corporal e as exigências líquidas de macrominerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio) e dos microminerais (ferro, zinco, manganês e cobre) para manutenção e ganho em peso de cordeiros da raça Morada Nova alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Foram utilizados 48 cordeiros, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 12,20 kg \pm 2,05 e aproximadamente 60 dias de idade. Após o período de 10 dias de adaptação, oito animais escolhidos aleatoriamente foram abatidos como animais referência para estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e a composição corporal inicial dos 40 animais remanescentes, os quais foram alocados em baias individuais. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos com níveis crescentes de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS), em delineamento em blocos casualizado e com oito repetições. Quando a média de peso corporal (PC) do tratamento atingiu 25 kg, todos os animais do tratamento, juntamente com dois animais do grupo manutenção (0,96 Mcal/ kg MS) foram abatidos. Este procedimento foi realizado para cada grupo até o abate de todos os animais do experimento. A composição corporal variou de 9,64 a 9,39 g de Ca; 6,83 a 6,59 g de P; 0,34 a 0,33g de Mg; 2,35 a 2,02 g de K e 1,86 a 1,98 g de Na por kg de peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas para ganho de peso dos animais deste trabalho variaram de 7,3 a 7,1 g de Ca; 5,10 a 4,90 g de P; 0,26 g de Mg; 1,50 a 1,30 g de K e 1,60 a 1,90 g de Na por kg de ganho de PC. As exigências dietéticas de Ca, P, Mg, K e Na para animais com 20kg de PC e ganho diário de 200 g/dia foram de 2,12; 1,57; 0,30; 0,28 e 0,38 g, respectivamente. A composição corporal de microminerais variou de 52,37 a 51,13 mg de Fe; 27,23 a 26,55 mg de Zn; 2,16 a 2,78 mg de Mn; 2,30 a 2,61 mg de Cu por kg de peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas para ganho de peso dos animais deste trabalho variaram de 39,71 a 38,76 mg de Fe; 20,61 a 20,09 mg de Zn; 2,21 a 2,85 mg de Mn; 2,08 a 2,39 mg de Cu por kg de ganho de PC.

Palavras – chave: cordeiros, exigência líquida, peso corporal.

ABSTRACT

This work was carried out to determine body composition and net requirements of macro minerals (calcium , phosphorus, magnesium , potassium and sodium) and trace minerals (iron, zinc, manganese and copper) for maintenance and weight gain of Morada Nova lambs fed diets containing different levels of metabolizable energy (ME). 48 lambs were used, not castrated, with average initial body weight (BW) of $12.20 \text{ kg} \pm 2.05$ and approximately 60 days of age. After 10 days of adaptation, eight randomly chosen animals were slaughtered animals as a reference to estimate the initial empty body weight (PCVZi) and initial body composition of the remaining 40 animals, which were placed in individual stalls. The animals were divided into five treatments with increasing levels of metabolizable energy (0.96, 1.28, 1.72, 2.18 and 2.62 Mcal / kg DM) in randomized and randomized block design with eight replications. When the average body weight (BW) treatment reached 25 kg, all animals of treatment, along with two animals of the (0.96 Mcal / kg DM) group were slaughtered. This procedure was performed for each group until the slaughter of all animals in the experiment. Body composition varied from 9.64 to 9.39 g Ca; 6.83 to 6.59 g P; 0.34 to 0.33g of Mg; From 2.35 to 2.02 g of K and 1.86 to 1.98 g of Na per kg body weight of the empty (EBW). The net requirements for weight gain of the animals of this study ranged from 7.3 to 7.1 g Ca; From 5.10 to 4.90 g P; 0.26 g of Mg; 1.50 to 1.30 g of K and from 1.60 to 1.90 g Na per kg gain BW. The dietary requirements of Ca, P, Mg, K and Na to 20kg animals with BW and daily gain of 200 g / day was 2.12; 1.57; 0.30; 0.28 and 0.38 g, respectively. Body composition of trace elements ranged from 52.37 to 51.13 mg Fe; 27.23 to 26.55 mg Zn; 2.16 to 2.78 mg manganese; 2.30 to 2.61 mg Cu per kg of empty body weight (EBW). The net requirements for weight gain of the animals of this study ranged from 39.71 to 38.76 mg Fe; 20.61 to 20.09 mg Zn; 2.21 to 2.85 mg manganese; 2.08 to 2.39 mg Cu per kg gain BW.

Keywords: lambs, net requirement, body weight.

SUMÁRIO

REVISÃO DE LITERATURA	13
REFERÊNCIAS.....	17
CAPÍTULO I	20
RESUMO.....	21
INTRODUÇÃO	22
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS.....	40
CAPÍTULO II	44
RESUMO.....	45
ABSTRACT	46
INTRODUÇÃO	47
MATERIAIS E MÉTODOS	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS.....	60

REVISÃO DE LITERATURA

A alimentação corresponde a maior parcela dos custos operacionais e é um dos principais fatores que afetam o desempenho animal. Sendo assim, faz-se necessário que tecnologias sejam adotadas e desenvolvidas visando melhores condições na pecuária brasileira, onde a composição do rebanho, os alimentos e o clima são típicos e únicos de ambientes tropicais. (MARCONDES *et al.*, 2010).

As exigências nutricionais para ovinos adotadas no Brasil foram desenvolvidas em outros países e muitas vezes extrapoladas de outras espécies (RESENDE *et al.*, 2008). Sendo o balanceamento de rações baseadas em recomendações de comitês internacionais, em que seus estudos e resultados são oriundos de pesquisas realizadas com animais lanados.

Sendo que a adoção desses dados na formulação de rações para ovinos deslanados criados em condições diferentes, pode não proporcionar os resultados esperados, pela falta ou desperdício de nutrientes (PEREZ *et al.*, 2001; GONZAGA NETO *et al.*, 2005). Uma vez que as exigências nutricionais são influenciadas por fatores, tais como condições ambientais, nível nutricional dos animais, raça, espécies, entre outros (RESENDE *et al.*, 2008).

Considerando então essa diversidade de fatores e condições que se apresentam em comparação a outros países, e até dentro do próprio país (diferenças climáticas entre regiões e a disponibilidade e qualidade dos alimentos ofertados) a determinação e o conhecimento adequado dos requerimentos nutricionais dos animais apresentam papel relevante no âmbito nutricional (PAULINO, 2002).

Os ovinos representam uma opção para os sistemas de produção no Nordeste brasileiro por apresentarem características como precocidade, prolificidade, além de uma facilidade de adaptação às condições ambientais adversas, como o semiárido nordestino. (GONZAGA NETO *et al.*; 2005).

A raça Morada Nova é uma das principais raças nativas de ovinos deslanados do Nordeste do Brasil. No entanto, a despeito do crescimento que vem sendo observado no efetivo ovino brasileiro, os rebanhos dessa raça vêm reduzindo de tamanho a cada ano, sendo que muitos criadores têm optado pela criação de outras raças como a Dorper e, principalmente Santa Inês. Tal fato, somado ao cruzamento indiscriminado com animais de raças exóticas, tem posto em risco a existência e a preservação deste importante genótipo. (FACÓ *et al.*, 2008)

Essa raça se destaca pelo baixo peso adulto, sendo que isto pode representar uma vantagem competitiva da raça, principalmente para sistemas de produção extensivos sob as condições semiáridas do Nordeste Brasileiro (FACÓ *et al.*, 2008); grande adaptação ao

ambiente tropical, elevada prolificidade, boa habilidade materna e excelente qualidade de pele. Observa-se também uma longa extensão da estação reprodutiva, idade a puberdade precoce e elevada adaptabilidade à diversidade climática.

Os minerais, elementos inorgânicos encontrados em uma determinada estrutura, podem estar presentes na forma de sal ou combinados a outros elementos orgânicos como carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Estão presentes nas células, exercendo inúmeras funções, sendo suas combinações químicas e concentrações dependentes do elemento e tecido animal (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999; MC DOWELL, 1999).

A determinação dos requerimentos de minerais para animais em crescimento é extremamente complexa, em virtude dos diversos fatores que influenciam de forma direta ou indireta sua utilização pelo animal (MIRANDA, 2005). Entre estes fatores, alguns são inerentes aos alimentos ou às dietas – disponibilidade e forma química do mineral nos ingredientes da dieta; inter-relações (antagonismos e agonismos) entre os minerais; correlações entre as frações orgânica e inorgânica; interações com outros nutrientes – e ao animal – peso corporal, variabilidade entre as raças, nível de produção e status nutricional (COELHO DA SILVA & LEÃO, 1979; NRC, 1996; PAULINO *et al.*, 2004).

Além disso, esses elementos inorgânicos não são sintetizados pelo organismo animal, devendo ser fornecidos de forma balanceada na alimentação diária. No caso dos animais ruminantes, um fornecimento adequado de minerais é importante para otimização da atividade microbiana no rúmen (NRC, 1996), com uma deficiência produzindo impacto negativo sobre o crescimento microbiano, podendo induzir, ou não, uma redução da digestibilidade dos alimentos, dependendo da severidade da carência mineral.

Moraes (2001a) divide os minerais quanto a sua função no metabolismo ruminal como: essenciais por favorecerem o crescimento microbiano, participarem dos processos energéticos e ativarem enzimas microbianas; essenciais à produção de metabólitos bacterianos utilizados pelos ruminantes (vitamina B12); essenciais para a atuação microbiana (digestão da celulose); e essenciais para a manutenção do meio para o suporte da flora ruminal (K, Na, P).

Além de estarem envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, exercem importantes funções reprodutivas, na manutenção do crescimento, na função imune entre outras funções fisiológicas, não só para a manutenção da vida, como também para o aumento da eficiência na produtividade animal (LAMB *et al.*, 2008; WILDE, 2006).

Os minerais embora estejam presentes em menor proporção no corpo do animal (em torno de 5%), participam de inúmeros compostos metabólicos e segundo Gionbelle *et al.* (2010) desempenham funções vitais:

1. Composição estrutural dos órgãos e tecidos corporais, como Cálcio, Fósforo, Magnésio presentes nos ossos e dentes; e o Fósforo presente nas proteínas musculares;
2. Constituintes dos tecidos e fluidos corporais; responsáveis pela manutenção da pressão osmótica, permeabilidade das membranas, equilíbrio ácido base;
3. Catalizadores de sistemas enzimáticos e hormonais.

Deficiências de um ou mais elementos minerais podem resultar em desordens nutricionais sérias, levando o animal a desempenhos produtivo e reprodutivo aquém de seu potencial (PAULINO *et al.* 2004). Portanto, eles são nutricionalmente essenciais e devem estar presentes em quantidades equilibradas nas dietas fornecidas aos animais, ou seja, não só em quantidades suficientes como em proporções adequadas.

Contudo, os minerais nem sempre são encontrados em quantidades desejáveis nos alimentos, não sendo suficiente para a máxima resposta animal, havendo a necessidade de uma suplementação para compensar essa deficiência (TOKARNIA *et al.*, 2000; PEIXOTO *et al.*, 2005). Já que as condições dos sistemas de produção no Brasil apresentam deficiências quanto à fertilidade dos solos onde os animais estão inseridos, refletindo de uma maneira negativa nos teores de minerais nas plantas, alimento básico dos animais ruminantes. (LEONEL *et al.*, 2006).

E quando se tem por objetivo a adequação de dietas nutricionais para animais ruminantes, fatores como composição química do solo, espécies de plantas forrageiras, assim como a qualidade da água a qual esses animais têm acesso (BERCHIELLE *et al.*, 2006), além do tipo de solo, adubações, épocas do ano, idade da forrageira e método de processamento (NRC, 2001), devem ser levados em consideração, pois podem ocasionar uma variação na concentração e disponibilidade de minerais nos alimentos.

Isso ocorre devido ao fato de que em forrageiras, a maturidade leva ao aumento de parede celular e ao decréscimo no conteúdo celular na planta (Van Soest, 1994). O aumento das concentrações de parede celular está associado ao aumento de lignina, essa por sua vez, liga-se à maioria dos minerais, fazendo com que estes se precipitem ou se tornem indisponíveis (NICODEMO E LAURA, 2001).

O conhecimento dos fatores relevantes que podem interferir numa nutrição ideal dos animais deve ter uma atenção primordial, para que aliada ao conhecimento adequado das exigências nutricionais e a composição química dos alimentos seja possível alcançar a eficiência na produção animal. (AFRC, 1991).

Diante disto, fica evidente que a nutrição mineral assume importância fundamental para aumento da produtividade na pecuária, sendo uma das práticas zootécnicas mais viáveis do ponto de vista prático e econômico (CASTRO *et al.*, 2009).

A determinação da composição corporal dos animais é essencial em estudos de nutrição para avaliar alimentos, crescimento animal e exigências nutricionais. Pela composição corporal é possível identificar alterações na composição do crescimento, em função diversos fatores como raça, peso, sexo, composição da dieta, e, ainda, determinar a eficiência e as exigências nutricionais de diferentes categorias de animais (ARAÚJO, 2008).

A composição corporal de minerais no corpo do animal depende das proporções dos tecidos ósseo, muscular e adiposo, os quais não aumentam na mesma proporção durante o crescimento animal (NÓBREGA *et al.*; 2008), onde a maturidade fisiológica de cada tecido ocorre em fases diferentes do crescimento. O tecido ósseo apresenta um crescimento maior nos primeiros meses de vida, o muscular apresenta um crescimento intermediário e o adiposo mais tardio (LUCHIARI FILHO, 2000).

Atualmente, os enfoques das pesquisas que objetivam determinar as exigências de minerais nos animais visam à redução dos níveis desses elementos na dieta, com o intuito de diminuir os custos de produção e também a excreção de elementos inorgânicos para o meio ambiente sem, no entanto, afetar o desempenho animal (MENDONÇA JUNIOR, 2011).

As exigências totais de cada elemento mineral correspondem à soma das exigências para manutenção e para produção, sendo o método fatorial o mais utilizado para fins de predição dos requisitos minerais para animais ruminantes (ARC, 1980). Dividindo-se a exigência líquida pelo coeficiente de absorção do elemento inorgânico no trato digestivo do animal, obtêm-se a exigência dietética desse elemento mineral (PAULINO *et al.*, 2004).

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock.** London: 1980, 351p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARFC. **A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle.** 6.ed. Nutritional Abstract and Reviews. Wallingford: 1991. p. 573- 612.
- ARAÚJO, M. J. **Exigências nutricionais e status mineral de caprinos Moxotó em pastejo semiárido.** 2008. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB: UFPB/CCA.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- CASTRO, G. H. F. *et al.* MINERAIS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE LEITE. **In: Alimentação de gado de leite /** Editores: Lúcio Carlos Gonçalves, Iran Borges, Pedro Dias Sales Ferreira. – Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 412 p.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes.** 1. ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- FACÓ, O. ; PAIVA, S. R.; ALVES, L. R.N *et al.* **Raça Morada Nova: origem, características e perspectivas** - Sobral: Embrapa Caprinos, 2008. 43 p. - (Documentos/ Embrapa Caprinos, ISSN 1676-7659; 75.
- GIONBELLI, M.P.; MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C; PRADOS, L.F.; Exigências Nutricionais de minerais para bovinos de corte. In: **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-Corte /** Ed. Sebastião de Campos Valadares Filho *et al.*, 2ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010. p. 136-193.
- GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T.; ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA, A.M.A.; MARQUES, C.A.T.; LEÃO, A.G. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2133-2142, 2005.
- LAMB, G. C. *et al.* Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in super ovulated Angus heifers. **Animal Reproduction Science**, v.106, p.221-231, 2008.
- LEONEL, F.P.; PEREIRA, J.C.; VIEIRA, R.A.M.; FREITAS, J.A.; DUTRA, A.R.; LIMA, A.V.; RIBEIRO, M.D.; COSTA, M.G. Exigências nutricionais em macronutrientes minerais (Ca, P, Mg, Na e K) para novilhos de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.584-590, 2006.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária de carne bovina.** 1ed. São Paulo: Albino Luchiari Filho, 2000. 134p.
- McDOWELL, L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil.** 3 ed. University of Florida, 1999. 92p.

MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F., *et al.* Requerimentos de energia de animais Nelore puros e cruzados com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2010.

MIRANDA, Eloísio Nunes. **Composição corporal e exigências nutricionais de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade.** Viçosa: UFV, 2005. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa.

MORAES, S.S. **Importância da suplementação mineral para bovinos de corte.** Campo Grande: Embrapa/ CNPGC, 2001a. 26p. (Documento Técnico, 114).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7a ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.ed. rev. Washington, DC: National Academic Press, 2001. 381p.

NICODEMO, M.L.F.; LAURA, V.A. **Elementos minerais em forrageiras: formas químicas, distribuição e biodisponibilidade.** Campo Grande: Embrapa/ CNPGC, 2001, 39p. (Documento Técnico, 115).

NÓBREGA, Giovanna Henriques. **Composição corporal e exigências nutricionais de caprinos ½ Boer ½ SRD em pastejo no semiárido.** Patos, PB: CSTR, UFCG, 2008. 52p.

PAULINO, P.V.R. *et al.* Exigências Nutricionais de Zebuínos: Minerais. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 770-780, 2004.

PAULINO, P. V. R. **Exigências nutricionais e validação da seção HH para predição da composição corporal de zebuínos.** 2002. 158p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2002.

PEIXOTO, P. V.; *et al.* Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.25, n.3, p.195-200, 2005.

PÉREZ, J.R.O.; GERASSEV, L.C.; SANTOS, C.L.; TEIXEIRA, J.C.; BONAGURIO, S. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.5, p.815-822, 2001.

RESENDE, K.T. *et al.* Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira Zootecnia**. v. 37, p. 161–177, 2008.

TOKARNIA, C. H.; *et al.* Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.20, n.3, p.127-138, 2000.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1994. 476p.

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

WILDE, D. Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v.96, p.240-249, 2006.

CAPÍTULO I

Composição corporal e exigências líquidas de macrominerais para ovinos Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a composição corporal e as exigências líquidas de macrominerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio) para o ganho em peso de cordeiros da raça Morada Nova alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Foram utilizados 48 cordeiros, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 12,20 kg \pm 2,05 e aproximadamente 60 dias de idade. Após o período de 10 dias de adaptação, oito animais escolhidos aleatoriamente foram abatidos como animais referência para estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e a composição corporal inicial dos 40 animais remanescentes, os quais foram alocados em baias individuais. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos com níveis crescentes de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS), em delineamento em blocos casualizado e com oito repetições. Quando a média de peso corporal (PC) do tratamento atingiu 25 kg, todos os animais do tratamento, juntamente com dois animais do grupo manutenção (0,96 Mcal/ kg MS) foram abatidos. Este procedimento foi realizado para cada grupo até o abate de todos os animais do experimento. A composição corporal variou de 9,64 a 9,39 g de Ca; 6,83 a 6,59 g de P; 0,34 a 0,33g de Mg; 2,35 a 2,02 g de K e 1,86 a 1,98 g de Na por kg de peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas para ganho de peso dos animais deste trabalho variaram de 7,3 a 7,1 g de Ca; 5,10 a 4,90 g de P; 0,26 g de Mg; 1,50 a 1,30 g de K e 1,60 a 1,90 g de Na por kg de ganho de PC. As exigências dietéticas de Ca, P, Mg, K e Na para animais com 20kg de PC e ganho diário de 200 g/dia foram de 2,12; 1,57; 0,30; 0,28 e 0,38 g, respectivamente.

Palavras-chaves: animais referência, cordeiros, minerais.

**Body composition and net requirement for macrominerals Morada Nova lambs fed
different levels of energy**

ABSTRACT

This work was carried out to determine body composition and net requirements of macro minerals (calcium , phosphorus, magnesium , potassium and sodium) for maintenance and weight gain of Morada Nova breed lambs fed diets containing different levels of metabolizable energy (ME). 48 lambs were used, not castrated, with average initial body weight (BW) of $12.20 \text{ kg} \pm 2.05$ and approximately 60 days of age. After 10 days of adaptation, eight randomly chosen animals were slaughtered animals as a reference to estimate the initial empty body weight (EBW) and initial body composition of the remaining 40 animals, which were placed in individual stalls. The animals were divided into five treatments with increasing levels of metabolizable energy (0.96, 1.28, 1.72, 2.18 and 2.62 Mcal / kg DM) in randomized and randomized block design with eight replications. When the average body weight (BW) treatment reached 25 kg, all animals of treatment, along with two animals of the (0.96 Mcal / kg DM) group were slaughtered. This procedure was performed for each group to the slaughter of all animals in the experiment. Body composition varied from 9.64 to 9.39 g Ca; 6.83 to 6.59 g P; From 0.34 to 0.33 g Mg; From 2.35 to 2.02 g of K and 1.86 to 1.98 g of Na per kg body weight of the empty (EBW). Net requirements for weight gain of the animals of this study ranged from 7.3 to 7.1 g of Ca; From 5.10 to 4.90 g P; 0.26 g of Mg From 1.50 to 1.30 g of K and 1.60 to 1.90 g of Na per kg of gain BW. The dietary requirements of Ca, P, Mg, K and Na for animals with 20kg BW and daily gain of 200 g / day were 2.12; 1.57; 0.30; 0.28 and 0.38 g, respectively.

Keywords: animal reference, lambs, mineral.

INTRODUÇÃO

Os elementos minerais são fundamentais para a sobrevivência e o crescimento dos microrganismos do rúmen, pois contribui para regulação de algumas propriedades físico-químicas como os processos de fermentação, pressão osmótica, capacidade de tamponamento e taxa de diluição (MIRANDA, 2005).

Os macrominerais de maior importância para organismo animal são cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K), podendo ser expressos em g/kg de tecido animal. E são assim definidos por serem exigidos em maior quantidade.

Segundo McDowell (1992), o cálcio e o fósforo constituem 70% dos minerais no corpo animal e estão presentes em maiores concentrações nos ossos. Devido às inter-relações destes elementos, são estudados juntos e a deficiência ou excesso de um interfere na utilização do outro, podendo promover distúrbios metabólicos como perda de peso, diarreia, anemia, perda de apetite e anormalidade óssea (MCDOWELL, 1999).

O cálcio é o mineral mais abundante no organismo animal, aproximadamente 99% está presente no tecido ósseo e o restante (1%) é encontrado no tecido muscular, já que o tecido adiposo não contém cálcio entre seus constituintes (VÉRAS *et al.*, 2001). Além de ser um elemento formador do esqueleto animal e dos dentes, está relacionado nos impulsos nervosos, regularização dos batimentos cardíacos, contrações musculares, coagulação sanguínea e na ativação e estabilização de enzimas.

O fósforo é o segundo mineral mais abundante no corpo animal e cerca de 80% está presente nos ossos e dentes associados ao cálcio, na forma de cristais de hidroxiapatita. A percentagem do fósforo presente no tecido adiposo está na forma de fosfolipídios (AFRC, 1991). Este mineral é um componente dos ácidos nucléicos (essenciais para crescimento e diferenciação celular); ajuda a manter a pressão osmótica e o equilíbrio ácido-básico e participa da formação de aminoácidos e proteínas. Sua absorção ocorre no intestino delgado.

O potássio representa aproximadamente 0,3% da matéria seca do corpo, os quais 2/3 estão localizados na pele e músculo. Está diretamente envolvido na excitabilidade dos nervos e músculos e no balanço ácido básico do corpo (MCDOWELL, 1992). Sendo o cátion mais importante dentro das células. Funciona também no transporte de O₂ e CO₂. Sendo rara a deficiência ou intoxicação por potássio em ovinos, pois normalmente as forragens contem este mineral em quantidades consideravelmente maiores que as exigências.

Outro elemento mineral de grande importância é o magnésio, presente no organismo animal em torno de 70% e exerce função vital também no crescimento dos ossos

(COELHO DA SILVA, 1995), além de serem transmissores de estímulos neuromusculares é importante para o metabolismo de carboidratos e lipídeos, sendo também essencial para a fosforilação oxidativa relacionada à formação de ATP.

O sódio é o principal cátion no fluido extracelular (MCDOWELL, 1992). Este mineral exerce a regulação da pressão osmótica e mantém o equilíbrio hídrico orgânico. Também necessário para absorção de glucose e aminoácidos (LUCCI, 1997). Sendo excretado principalmente na urina na forma de sal, nas fezes em pequenas quantidades e na transpiração. Esta representa a maior via de perda deste mineral, para a maioria das espécies. Desta forma, em condições tropicais ou semiáridas, as quais permitem grandes perdas de água e sais através do suor, o requerimento para Na é maior (ARAÚJO, 2008).

Diante do exposto, o objetivo foi estimar a composição corporal, assim como determinar as exigências líquidas de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio para ganho em peso de ovinos da raça Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no setor de digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE.

Foram utilizados 48 cordeiros da raça Morada Nova, não castrados, com peso corporal médio (PC) inicial de $12,20 \pm 2,05$ kg e aproximadamente 60 dias de idade. Inicialmente todos os animais foram pesados, identificados individualmente com brincos auriculares e devidamente vermifugados contra ecto e endoparasitas.

Após 10 dias de adaptação ao feno de capim Tifton 85 e a ração concentrada, oito animais escolhidos aleatoriamente foram abatidos para serem utilizados como referência para as estimativas do peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e da composição corporal inicial dos 40 animais remanescentes. Estes foram distribuídos em baias individuais contendo cocho e bebedouro, em um delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos contendo níveis crescentes de energia metabolizável (EM) (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS), obtidos por meio de diferentes relações volumoso: concentrado (95:5; 80:20; 60:40 e 20:80) e com oito repetições.

Os alimentos foram fornecidos *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8h e 16h, e ajustados diariamente de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido. As rações foram formuladas de acordo com NRC (2007) para serem isoprotéicas e baseadas na estimativa de ganho de 200 g/dia, exceto a dieta que continha a relação volumoso: concentrado de 95:5 que foi formulada para atender as exigências de manutenção contendo 9% de proteína bruta. Os concentrados ofertados consistiam de milho em grão moído, farelo de soja, ureia, cloreto de sódio, calcário calcítico, fosfato bicálcico e premix mineral.

A composição química dos ingredientes está apresentada na Tabela 1 e, a composições das rações experimentais, na Tabela 2.

Os alimentos fornecidos e as sobras de cada animal foram pesados e amostrados diariamente, em seguida, as amostras foram congeladas para posteriores análises químicas. Ao final de cada semana as amostras foram homogeneizadas, resultando em uma amostra composta animal /tratamento.

As amostras do volumoso, das rações concentradas e as amostras compostas das sobras foram pré-secas a $55 \pm 5^\circ$ C, durante 72 h, em estufa de ventilação forçada, em seguida, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm (Moinho tipo Wiley moinho, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA).

Tabela 1– Composição químico-bromatológica dos ingredientes, feno de capim Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg MS.

Nutriente (g/kg MS)	Feno de Tifton	Farelo Soja	Milho moído	Concentrados				
				1	2	3	4	5
Matéria seca	953,6	951,8	891,0	967,0	962,4	954,3	958,3	947,3
Matéria orgânica	873,8	885,7	879,3	930,4	889,2	911,9	919,5	903,2
Proteína bruta	78,9	546,3	91,4	298,6	525,5	279,3	221,3	188,9
Extrato etéreo	14,6	29,1	53,9	25,4	29,7	36,7	34,2	30,8
Matéria mineral	79,8	66,1	11,7	36,6	73,2	42,4	38,8	44,1
Fibra em detergente neutro	754,0	154,3	176,6	128,7	132,0	142,9	140,6	145,8
Cálcio	4,58	1,51	0,39	0,89	2,46	1,26	1,24	1,90
Fósforo	1,47	3,47	4,71	2,28	3,43	2,10	1,88	3,17
Magnésio	11,78	18,04	6,51	8,03	15,72	6,64	6,64	7,29
Sódio	2,77	3,52	1,40	2,06	3,18	1,66	2,28	2,50
Potássio	1,33	0,78	1,28	4,53	4,65	5,08	6,79	5,99

Tabela 2 – Composição percentual da dieta e composição bromatológica das rações experimentais (g/kg MS).

Parâmetro	Concentração de EM (Mcal/kg MS)				
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62
Composição percentual da dieta (%MS)					
Feno de Tifton	95	80	60	40	20
Concentrado	5	20	40	60	80
Composição do concentrado (g/kg MS)					
Milho grão moído	626,3	158,7	694,5	724,6	756,1
Farelo de soja	326,2	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia	37,7	30,0	12,5	11,2	5,1
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato Bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de Sódio	8,6	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix Mineral ¹	1,2	0,8	0,7	0,7	0,6
Composição bromatológica (g/kg MS)					
Matéria seca	954,3	955,4	953,9	956,4	951,2
Proteína bruta	89,9	168,2	159,1	164,4	166,9
Extrato etéreo	24,9	26,7	27,9	22,4	27,6
Fibra em detergente neutro	722,5	629,6	509,6	386,0	267,4
Cálcio	4,41	3,95	3,06	3,48	3,57
Fósforo	1,57	1,85	2,03	2,27	3,50
Magnésio	2,76	2,85	2,47	2,36	2,22
Sódio	1,45	1,53	2,34	3,42	2,78
Potássio	11,71	12,55	10,94	10,23	9,55

Composição¹: 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.

Quando a média de peso corporal dos animais de um dos tratamentos atingiu 25 kg, todos os animais do tratamento e dois animais do tratamento de menor nível de EM (0,96 Mcal/kg MS) foram abatidos. Este procedimento foi realizado para todos os tratamentos, até que todos os animais fossem abatidos. Antes do abate, os animais foram pesados para determinação do peso corporal anterior ao abate, em seguida foram submetidos a um jejum de sólidos e líquidos por um período de 18 horas. Posteriormente, os animais foram novamente pesados para determinação do peso corporal ao jejum (PCj). O abate dos animais foi realizado por atordoamento na região atla-occipital, em seguida foi feito o sangramento pelo corte da carótida e jugular, e o sangue coletado foi devidamente identificado com seu animal correspondente, sendo pesado e congelado para posteriores análises.

O trato gastrointestinal (TGI) de cada animal foi pesado cheio, esvaziado, lavado e após o escoamento da água foi novamente pesado para que juntamente com o peso dos órgãos e demais componentes do corpo (carcaça, cabeça, patas, sangue e couro) fosse determinado o PCVZ que consiste na diferença entre PCj e o conteúdo do TGI, da vesícula biliar e da bexiga. Os órgãos internos (fígado, coração, pulmões, traqueia, língua, esôfago, bexiga, rins, trato reprodutivo e baço), as gorduras (omental, mesentérica e perirenal) assim como os componentes do trato gastrointestinal foram pesadas separadamente. A relação obtida entre o PCVZ e PC dos animais referência foi utilizada para estimativa do PCVZ inicial dos animais remanescentes no experimento.

As carcaças foram pesadas quentes e em seguida resfriadas (-4°C) por aproximadamente 24 horas. Decorrido esse tempo, as carcaças foram novamente pesadas e divididas longitudinalmente com uso de serra fita sobre a linha média dorsal em duas meias carcaças, a fim de utilizar a meia carcaça direita para determinação da composição química.

Tanto as carcaças quanto as vísceras foram cortadas em cubos, moídas em cutter industrial e devidamente homogeneizadas.

A carcaça, pele, vísceras + sangue + patas e cabeça foram levadas a estufa de ventilação forçada (55° C) por um período de 72 horas. Em seguida, trituradas em multiprocessador de carnes, colocadas em recipientes apropriados e levadas a estufa de 105° C por 24 horas para determinação da matéria seca gordurosa (MSG).

As amostras foram desgorduradas por meio de imersão em éter de petróleo em aparelho tipo Soxhlet. O resíduo após a extração da gordura foi colocado em estufa a 105° C por aproximadamente 24 horas para determinação do teor de matéria seca desgordurada (MSDG). Em seguida foram processadas em moinho de bola, armazenadas em potes hermeticamente fechados, para posteriores determinações de minerais.

As análises para determinação dos macrominerais na matéria seca desengordurada dos componentes corporais dos animais (carcaça, órgãos e pele), dos ingredientes das dietas e das sobras de alimentos, foram efetuadas por meio de digestão ácida com ácido nítrico (HNO_3) e perclórico (HClO_4), obtendo-se desta forma a solução mineral, a partir da qual, após as devidas diluições foram feitas as leituras dos minerais nas amostras conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

As leituras para determinação dos teores de cálcio, magnésio, sódio e potássio foram feitas em espectrofotômetro de absorção atômica, e os teores de fósforo foram determinados por colorimetria (AOAC, 1990).

Foram realizadas ainda análises para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente ácido (FDA). Para analisar a fibra detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa amilase termoestáveis sem o uso de sulfito de sódio.

Para estimativa do conteúdo de macrominerais por quilo de corpo vazio dos animais, adotou-se a equação alométrica logaritmizada, que tem como variável dependente a quantidade do componente mineral presente no corpo vazio dos animais e variável independente o PCVZ, segundo metodologia preconizada pelo ARC (1980):

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

Em que:

Log y = logaritmo na base 10 do conteúdo mineral no corpo vazio do animal (g);

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão do conteúdo do mineral em função do peso de corpo vazio;

Log x = logaritmo do peso de corpo vazio (kg).

As exigências líquidas para ganho de peso de corpo vazio de macrominerais foram determinadas derivando-se as equações de estimativa dos conteúdos corporais em função do logaritmo do PCVZ por kg de ganho, gerando a equação:

$$Y' = b * 10^a * X^{(b-1)}$$

Em que:

Y' = exigência líquida de ganho dos macrominerais (g);

a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal dos macrominerais;

b = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral;

$$X = \text{PCVZ (kg)}.$$

Para conversão da exigência líquida para ganho de PCVZ em exigência líquida para ganho de PC, utilizou-se o fator de correção 1,28, obtido pela razão entre as médias dos pesos de corpo vazio e peso corporal dos animais (PCVZ/PC).

As exigências dietéticas dos macroelementos minerais foram estimadas pelo método fatorial, preconizado pelo ARC (1980), com base nas seguintes equações:

$$RL = G + E, \quad \text{em que:}$$

RL = exigência líquida total;

G = retenção diária do elemento mineral;

E = perdas endógenas;

$$RD = (RL/D) * 100, \quad \text{em que:}$$

RD = exigência dietética;

D = disponibilidade do elemento na dieta.

Foram utilizadas as recomendações dos comitês internacionais ARC (1980) e AFRC (1991) para perdas endógenas e biodisponibilidade dos macrominerais Ca, P, Mg, K e Na dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Perdas endógenas e biodisponibilidade de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio.

Macromineral	Perda endógena	Disponibilidade (%)
Ca ¹	0,228 + 0,623 x CMS	68
P ¹	1,6 x (- 0,06 + 0,693 CMS)	64
Mg ²	3,0 mg /kg PC/dia	17
Na ²	25,8 mg /kg PC/dia	91
K ² fecal	1,0 g /kg CMS	100
Urinário	37,5 mg /kg PC/dia	
Salivar	7,0 mg /kg PC/dia	
Secreções da pele	0,1 g /dia	

¹ Dados obtidos do AFRC (1991)

² Dados obtidos do ARC (1980)

CMS = consumo de matéria seca (kg)

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados de acordo com o modelo matemático $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$, onde Y_{ij} = valor observado no tratamento i , 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 padrão. O peso corporal inicial foi utilizado como covariável.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando GLM PROC da versão SAS 9.0 (SAS, 2003). Ao nível de significância de 0,05% observada nos ajustes de equações de regressão pelo PROC REG SAS (9,0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram que não houve efeito significativo dos níveis da dieta sobre as concentrações de proteína e matéria mineral no corpo dos animais.

No entanto, observou-se um aumento na proporção de gordura corporal enquanto houve um decréscimo no teor de água no corpo dos animais (Tabela 4), o que confirma existir uma relação inversamente proporcional entre esses dois constituintes corporais (WALKER, 1986; ARAÚJO *et al.*, 2010).

Tabela 4. Composição corporal de ovinos da raça Morada Nova

Item	Referência	Nível de EM na dieta (Mcal/kg MS)					EPM	P-valor	
		0,96	1,28	1,72	2,18	2,62		L	Q
Água (%)	73,7	73,7	67,8	68,2	66,4	67,7	0,58	0,213	0,178
Gordura (%)	7,5	6,7	10,1	11,2	12,4	12,1	0,37	0,095	0,398
Proteína (%)	17,6	15,5	18,4	16,9	17,3	17,2	0,27	0,069	0,078
M.M. ¹ (%)	3,5	3,7	3,7	3,0	3,3	3,0	0,08	0,371	0,497
Cálcio (%)	1,07	1,00	1,09	1,04	1,04	0,80	0,036	0,117	0,288
Fósforo (%)	0,77	0,70	0,68	0,64	0,60	0,59	0,017	0,028	0,039
Magnésio (%)	0,04	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,081	0,277	0,213
Sódio (%)	0,22	0,22	0,24	0,24	0,21	0,19	0,001	0,453	0,115
Potássio (%)	0,27	0,22	0,19	0,26	0,26	0,23	0,001	0,588	0,849

M.M: Matéria Mineral¹

Segundo Sanz Sampelayo *et al.* (2003), a gordura é um componente corporal que está diretamente relacionada com a idade, peso corporal dos animais e dieta. À medida que aumenta o PC e o animal se aproxima de sua maturidade fisiológica, ocorrerá conseqüentemente uma redução na deposição de tecido muscular e um aumento do tecido adiposo.

Este aumento de gordura também poderá interferir diretamente na concentração de minerais no corpo do animal, pois a gordura ocasiona um efeito de diluição nos minerais (ARAÚJO *et al.*, 2010).

Houve uma redução linear no teor de P no corpo dos animais (<0,05) à medida que aumentou o nível de energia das dietas. No entanto, não houve uma variação significativa nas concentrações dos minerais Ca, Mg, K e Na entre os tratamentos (P>0,05; Tabela 4). Resultados corroborando com Trindade (2000), para os minerais Mg, K e Na ao trabalhar com animais Santa Inês.

A partir dos dados apresentados na tabela de composição corporal dos animais (Tabela 4), foram determinadas as equações de regressão para estimar o PCVZ em função do PC e dos conteúdos de macrominerais em função do logaritmo de PCVZ, para ovinos da raça Morada Nova apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Equações alométricas para estimativa da composição corporal (g/kg PCVZ) de dos macrominerais em ovinos da raça Morada Nova.

Variáveis	Equação de regressão	R ²	EPM	P valor
PCVZ ¹ (kg)	$PVCZ = -2,6449 + 0,8924 * PC$	0,88	0,028	<0,0001
Cálcio (g)	$\text{Log Ca} = 1,0173 + 0,9678 * \text{Log PCVZ}$	0,79	0,078	<0,0001
Fósforo (g)	$\text{Log P} = 0,8811 + 0,9548 * \text{Log PCVZ}$	0,89	0,052	<0,0001
Magnésio (g)	$\text{Log Mg} = 0,4594 + 0,9866 * \text{Log PCVZ}$	0,87	0,048	<0,0001
Sódio (g)	$\text{Log Na} = 0,1931 + 1,0748 * \text{Log PCVZ}$	0,88	0,052	<0,0001
Potássio (g)	$\text{Log K} = 0,5583 + 0,8178 * \text{Log PCVZ}$	0,85	0,081	<0,0001

PCVZ¹: peso de corpo vazio

Os coeficientes de determinação (R²) mostraram um ajustamento adequado com baixa dispersão dos dados em torno da linha de regressão, gerando equações que foram utilizadas para estimativa dos conteúdos corporais de macrominerais, por kg de PCVZ (Tabela 6).

Tabela 6 - Estimativa dos conteúdos de macrominerais em função do peso de corpo vazio (PCVZ) de ovinos Morada Nova de diferentes pesos corporais (PC).

PC (kg)	PCVZ (kg)	Cálcio	Fósforo	Magnésio	Potássio	Sódio
		(g/Kg PCVZ)				
15	10,74	9,64	6,83	0,34	2,35	1,76
20	15,20	9,53	6,72	0,33	2,20	1,87
25	19,67	9,45	6,65	0,33	2,10	1,95
30	24,13	9,39	6,59	0,33	2,02	2,02

Observa-se na Tabela 6 uma redução no conteúdo corporal dos elementos Ca, P, Mg e K por unidade de peso (g/kg PCVZ) à medida que aumentou o PCVZ dos animais. Comportamento semelhante ao observado nos trabalhos de Geraseev *et al.* (2000); Trindade (2000); Gonzaga Neto *et al.* (2005) e Cabral (2007).

A redução na concentração do mineral Ca pode ser explicada no fato de que o Ca disponível que realmente pode ser absorvida varia de acordo com o estado fisiológico do animal. A eficiência da absorção do Ca diminui com o avançar da idade, animais jovens absorvem Ca de uma maneira mais eficiente que animais mais adultos pelo fato de que à medida que o animal envelhece, ocorre declínio nos receptores da vitamina D no trato

intestinal, o que é conhecido por reduzir a capacidade de resposta a 1,25-diidroxivitamina D, sendo esta a principal responsável pelo transporte ativo de Ca no organismo animal.

Segundo o ARC (1980), a deposição de Ca e P são constantes e independentes do peso corporal dos animais, preconizando os valores de 11 g de Ca e 6 g de P, valores semelhantes para o mineral P, mas 12,36% superior ao observado neste trabalho para o mineral Ca.

No entanto, o AFRC (1991) considerou que a deposição de cálcio e fósforo no corpo do animal decresce à medida que o animal se torna adulto. Este declínio está relacionado principalmente com a redução no crescimento ósseo, onde estão depositadas as maiores quantidades desses minerais.

Ressalta-se que 99% do conteúdo de Ca, 80% do conteúdo de P e 70% do conteúdo de Mg estão presentes nos ossos (MCDOWELL, 1992; PÉREZ *et al.*, 2001). Sendo assim, pode-se afirmar que a proporção de ossos na carcaça animal reflete sobre as concentrações corporais desses minerais (ARAÚJO FILHO, 2012).

A deposição de minerais no corpo dos animais pode também ser influenciada por outros fatores além da concentração de gordura, como sexo, idade e peso corporal (RESENDE *et al.*, 2008).

A redução de K pode ser explicada pela diminuição no crescimento muscular e uma redução na expansão da pele, uma vez que 2/3 do K estão presentes nestes tecidos (MCDOWELL, 1992).

Os valores de composição corporal propostos pelos comitês internacionais ARC (1980) e AFRC (1991) devem ser seguidos com cautela, visto que existem diferenças entre as características corporais dos animais utilizados por estes comitês para obtenção dos dados e os animais utilizados sob nossas condições de clima tropical.

Para a predição da composição do ganho em Ca, P, Mg, K e Na foram derivadas as equações de estimativa da composição corporal apresentadas na Tabela 6, através das quais se obteve as equações de conteúdo destes minerais depositados por kg de ganho em PCVZ (Tabela 7).

Tabela 7 - Equações para predição da composição do ganho em peso de macrominerais (g depositadas /kg de PCVZ).

Variável	Equações de Predição
Cálcio (g)	$Ca = 10,0713 * PCVZ^{-1,0322}$
Fósforo (g)	$P = 7,2612 * PCVZ^{-0,0452}$
Magnésio (g)	$Mg = 0,3425 * PCVZ^{-0,0134}$
Potássio (g)	$K = 2,9576 * PCVZ^{-0,1822}$
Sódio (g)	$Na = 1,3672 * PCVZ^{0,1729}$

A partir das equações apresentadas na Tabela 7, foi possível estimar as quantidades de Ca, P, Mg, K e Na depositadas por kg de ganho de PCVZ (Tabela 8) de ovinos Morada Nova dos 15 aos 30 kg de peso corporal.

Tabela 8 - Quantidades de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio depositados por kg de ganho em peso de corpo vazio (PCVZ), em cordeiros Morada Nova de 15 a 30 kg.

PV (kg)	PCVZ (kg)	Cálcio	Fósforo	Magnésio (g/kg)	Potássio	Sódio
15	10,74	9,33	6,52	0,33	1,92	2,06
20	15,20	9,23	6,42	0,33	1,80	2,19
25	19,67	9,15	6,35	0,33	1,72	2,29
30	24,13	9,09	6,29	0,33	1,66	2,37

As concentrações de Ca e P apresentaram resultados inferiores e superiores respectivamente, aqueles relatados por Gerassev *et al.* 2001 (12,74 a 10,87 g/kg Ca e 6,36 a g/kg P), Perez *et al.* 2001 (11,24 a 10,87 g/kg Ca e 4,97 a 4,76 g/kg P), Baião *et al.* 2003 (14,36 a 12,51 g/kg Ca e 5,15 a 4,97 g/kg P) e Gonzaga Neto *et al.* 2005 (10,75 a 9,32 g/kg Ca e 6,32 a 5,57 g/kg P), trabalhado com ovinos deslanados.

Considerando as concentrações de K no ganho de PCVZ, os resultados foram semelhantes ao proposto pelo ARC (1980), que recomenda 1,80 g/kg PCVZ. Porém os resultados encontrados neste trabalho foram inferiores aos observados por Geraseev *et al.* 2000 (2,91 a 2,77 g/kg PCVZ) e Gonzaga Neto *et al.* 2005 (2,19 a 2,13 g/kg PCVZ); e superiores aos relatados por Araújo Filho, 2012 (1,49 a 1,46 g/kg PCVZ) e Baião *et al.* 2003 (1,43 a 1,33 g/kg PCVZ) ambos trabalhando com ovinos Santa Inês dos 30 aos 45 kg.

Observou-se para concentração de Na um aumento que variou de 2,06 a 2,37 g/kg de PCVZ. Resultado superior ao relatado por Gonzaga Neto *et al.*, (2005) trabalhando com animais Morada Nova, com valores variando de 1,22 a 1,07 g/kg PCVZ. Superior também ao proposto pelo ARC (1980) de 1,1g/kg PCVZ.

Esse valor inferior proposto pelo comitê pode ser explicado pelo fato de que este utilizou grande número de animais castrados, que apresentam maior tendência à deposição de

gordura precoce, provocando assim um efeito de diluição na concentração de minerais no corpo dos animais (GERASEEV *et al.*, 2000).

Os resultados observados para o mineral Mg são semelhantes ao observado por Annenkov (1982). O autor assumiu que a deposição de magnésio no corpo de cordeiros em crescimento é proporcional a seus ganhos em peso e estimou que o conteúdo de magnésio no ganho em peso foi de 0,35 g/kg de Mg. Porém, o resultado deste trabalho foi inferior ao encontrado por Araújo Filho (2012), que apresentou valores variando de 0,88 a 1,06 g/kg e por Baião *et al.*, (2003), 0,47 a 0,44 g/kg, ambos trabalhando com animais Santa Inês dos 30 aos 45 kg PC.

O ARC (1980) sugere que a composição corporal necessária para 1 kg de ganho de PCVZ para ovinos, seja constante e independente do peso do animal. Porém diferentemente do que foram recomendados pelo comitê, os resultados observados neste estudo mostram que os valores variaram com o aumento de ganho de peso dos animais. Isso ocorre porque os tecidos corporais possuem diferentes taxas de crescimento durante o desenvolvimento animal, e o destino de certos nutrientes depende dos tecidos que estão em maior desenvolvimento naquele momento (GOMES *et al.* 2011).

As exigências líquidas de Ca, P, K, Mg e Na para ganho de PC (Tabela 9) foram calculadas, dividindo-se as exigências líquidas para o ganho em PCVZ pelo fator 1,28, calculado a partir da razão entre o PC/PCVZ.

Tabela 9 – Exigências líquidas de macrominerais para ganho de peso corporal (PC) em g/ dia, de cordeiros Morada Nova, dos 15 aos 30 kg de peso corporal.

PC (kg)	GPD (kg)	Exigências líquidas (g/dia)				
		Cálcio	Fósforo	Magnésio	Potássio	Sódio
15	100	0,73	0,51	0,026	0,15	0,16
	150	1,09	0,76	0,039	0,22	0,24
	200	1,46	1,02	0,052	0,30	0,32
20	100	0,72	0,50	0,026	0,14	0,17
	150	1,08	0,75	0,039	0,21	0,26
	200	1,44	1,00	0,055	0,28	0,34
25	100	0,71	0,50	0,026	0,13	0,18
	150	1,07	0,74	0,039	0,20	0,27
	200	1,43	0,99	0,052	0,27	0,36
30	100	0,71	0,49	0,026	0,13	0,19
	150	1,07	0,74	0,039	0,19	0,28
	200	1,42	0,98	0,052	0,26	0,37

GPD: ganho peso diário.

Os resultados mostram que houve uma redução nas exigências líquidas de Ca, P, Mg e K em ovinos Morada Nova dos 15 aos 30 kg de PC, para uma taxa de ganho de 100 g /dia, diferindo dos resultados de outros autores (GERASEEV *et al.*, 2000; GONZAGA NETO *et al.* 2005) trabalhando com animais deslanados em fase de crescimento, em que as exigências de Ca e P apresentaram aumento para taxa de ganho de ganho de 100g.

O ARC (1980) considera que a concentração de cálcio no ganho de PC seja constante durante o crescimento animal. O que difere ao observado neste trabalho, onde ocorre uma redução na concentração deste mineral. No entanto, corrobora com o recomendado pelo ARC (1991), em que este considera que a deposição de Ca e P decrescem à medida que o animal se torna adulto.

A redução nas concentrações de macrominerais justifica-se por ocorrer uma diminuição nas quantidades desses minerais por unidade de ganho de peso corporal, portanto os animais apresentam uma redução na taxa de crescimento ósseo e um aumento na deposição de gordura corporal, fator relevante na deposição de minerais no corpo do animal, já que existem quantidades insignificantes de minerais no tecido adiposo (GOMES *et al.*,2011).

As exigências líquidas para P foram semelhantes aquelas observadas por Pérez *et al.*, (2001) 5,82 a 4,28 g/kg de PC, Baião *et al.*, (2003) 5,5 a 4,72 g/kg de PC. No entanto, inferiores ao relatado por Araújo Filho (2012) 8,4 a 8,5 g/kg de PC e superior aos valores de Gonzaga Neto *et al.*, (2005), 1,22 a 1,88 g de P/kg de PC e ao encontrado por Cabral *et al.*, (2007) 3,9 a 3,7 g/kg de PC. Todos para o ganho de 100 g/dia.

As exigências líquidas de ganho de Na foram superiores ao observado por vários autores (GERASEEV *et al.*,2000; GONZAGA NETO *et al.*,2005; CABRAL *et al.*,2007). O ARC (1980) sugere valor de 1,1g de Na/kg de ganho de PCVZ.

Essas variabilidades entre os resultados podem ser justificadas pelas diferentes condições experimentais, ambientais e genotípicas as quais esses dados foram gerados.

A partir da divisão dos valores de exigência líquida (Tabela 9) pelos coeficientes médios de absorção verdadeira (Tabela 2), recomendados pelo AFRC (1991) para Ca e P, 68 e 64%, respectivamente, e pelo ARC (1980) para Mg, Na e K, 17, 91 e 100%, respectivamente, e das estimativas de exigências líquidas para ganho, foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg, Na e K, por kg de ganho de PC.

Tabela 10 – Exigências dietéticas de macrominerais para ovinos Morada Nova (g/dia) de diferentes pesos corporais (PC).

PC (kg)	GPD (kg)	Exigências dietéticas (g/dia)				
		Cálcio	Fósforo	Magnésio	Potássio	Sódio
15	100	1,07	0,80	0,15	0,15	0,17
	150	1,61	1,19	0,23	0,22	0,23
	200	2,14	1,59	0,30	0,30	0,34
20	100	1,06	0,78	0,15	0,14	0,18
	150	1,59	1,18	0,23	0,21	0,24
	200	2,12	1,57	0,30	0,28	0,35
25	100	1,05	0,77	0,15	0,13	0,18
	150	1,58	1,16	0,23	0,20	0,25
	200	2,10	1,55	0,30	0,27	0,36
30	100	1,04	0,77	0,15	0,13	0,18
	150	1,57	1,15	0,23	0,19	0,25
	200	2,09	1,54	0,30	0,26	0,37

As exigências dietéticas de Ca para animais com 20 kg ganhando 100 g/dia foram superiores as recomendadas pelo ARC (1980) para a mesma categoria animal. O NRC (1985) propõe uma ingestão diária de 5,2 g de Ca para animais com 20 kg, ganhando 200 g/dia. Resultado inferior relatado por Gonzaga Neto *et al.* (2005) e Cabral (2007), 4,75 g e 4,51 g/dia de Ca, respectivamente, para a mesma categoria animal. Porém resultado semelhante foi observado por Pérez *et al.*(2001), 3,23 g/dia de Ca.

Para exigência dietética de P, o NRC (1985) recomenda 2,55 g de P para animais com 20 kg de PC, ganhando 200 g/dia, valor superior 38,43% ao encontrado neste trabalho que foi de 1,57 g de P.

As exigências dietéticas de Mg e K foram inferiores aos resultados obtidos por Geraseev *et al.*,(2000), 0,59 e 0,46 g, Gonzaga Neto *et al.*(2005), 1,01 e 2,34 g e Cabral (2007), 0,91 e 0,14 g respectivamente para estes minerais. No entanto, a exigência dietética de Na foi superior a Cabral (2007), 0,21 g e Geraseev *et al.*(2000), 0,27 g para animais com 20 kg de PC e ganho de 200 g/dia.

A ingestão diária recomendada pelo ARC (1980) para o Na é de 0,69 e 0,97 g por dia para animais com 15 e 25 kg de PC, respectivamente. Valores inferiores 75,3% e 81,4% foram observados neste trabalho (0,17 e 0,18g) comparado ao comitê.

O NRC (1985) estimou as exigências de K e Na com base em ensaios de alimentação, utilizando informações de trabalhos conduzidos com dietas contendo diferentes níveis destes minerais (GERASEEV *et al.*,2001) e recomenda valores de 0,5% de K e uma faixa de 0,09 a 0,18% de Na na MS para animais em crescimento.

No entanto, alguns autores como Gonzaga Neto *et al.* (2005) consideram que esta não é uma maneira muito eficaz e precisa de se determinar exigências visto que há uma grande variabilidade na ingestão de MS entre os animais e o tipo de alimento ingerido pelos mesmos. A maneira mais adequada de se expressar tais exigências seria na forma de quantidade de minerais por dia (RESENDE, 1989).

CONCLUSÃO

A composição corporal variou de 9,64 a 9,39 g de Ca; 6,83 a 6,59 g de P; 0,34 a 0,33g de Mg; 2,35 a 2,02 g de K e 1,86 a 1,98 g de Na por kg de peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas para ganho de peso dos animais deste trabalho variaram de 7,3 a 7,1 g de Ca; 5,10 a 4,90 g de P; 0,26 g de Mg; 1,50 a 1,30 g de K e 1,60 a 1,90 g de Na por kg de ganho de PC. As exigências dietéticas de Ca, P, Mg, K e Na para animais com 20kg de PC e ganho diário de 200 g/dia foram de 2,12; 1,57; 0,30; 0,28 e 0,38 g, respectivamente.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle.** Report 6, Nutrition Abstract Review, series b., 61(9):573-612, 1991.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of Farm livestock.** London. 351p, 1980.

ANNENKOV, B.N. Mineral feeding of sheep. In: GEORGIEVSKII, V.I., ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.I. **Mineral nutrition of animals.** London: Butterworths, 1982, p.321- 54.

Official Methods of Analysis AOAC. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists International, Arlington, VA. 1990, Supl. 2.

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.

ARAÚJO FILHO, J. M. **Desempenho produtivo e exigências de macrominerais em carneiros Santa Inês sob restrição alimentar.** Fortaleza, CE. UFC, 2012. 108 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará.

BAIAO, E.A.M.; PEREZ, J.R.O.; BAIAO, A.A.F.; GERASEEV, L. C.; OLIVEIRA, A. N.; TEIXEIRA, J.C. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforos para Ganho em peso de cordeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n. 6, p.1370-1379, 2003.

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.

CABRAL, P. K. A. **Composição corporal e exigências nutricionais em macrominerais de ovinos Santa Inês no semiárido.** Patos, PB. UFCG, 2007. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido). Universidade Federal de Campina Grande. 2007.

COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: O sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES**, 1, 1995, Viçosa, MG. Viçosa, MG: JARD, 1995. p.467-504

CONRAD, J.H. *et al.* **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais.** Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1985. 90p

GERASEEV, L. C.; PEREZ, J. R. O.; PRADO, O. V.; RESENDE, K. T.; SILVA FILHO, J. C.; BONAGURIO, S. Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo para ganho e manutenção de cordeiros Santa Inês dos 15 aos 25kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.261-268, 2000.

GIONBELLI, M. P.; MARCONDES, M. I. ; VALADARES FILHO, S. C.; PRADOS, L. F. Exigências nutricionais de minerais para bovinos de corte. In: **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-CORTE** / Ed. Sebastião de Campos Valadares Filho *et al.*; 2ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010. p.136-193.

GOMES, R. A.; PASCOA, D. O. ; TEIXEIRA, I. A. M. A.; MEDEIROS, A. N.; RESENDE, K. T.; YANÊS, E. A.; FERREIRA, A. C. D. Macromineral requirements for growing Saanen goat kids. **Small Ruminant Research**. v. 99, p.160-165, 2011.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; RESENDE, K. T.; ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA, A. M. A.; MARQUES, C. A. T.; ROMBOLA, L. G. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2133- 2142, 2005.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Bulletin No. 339, University of Florida, Gainesville, USA, 2000.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T. M., VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LUCCI, C.S. 1997. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Ed. Manole Ltda. 169p.

MAYNARD, L.A., LOOSLI, J.K., HINTZ, H.F. et al. 1984. **Nutrição Animal**. Tradução por Antônio B.N. Figueiredo Filho. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. 736p.

MCDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. London: Academic Press, 524 p. 1992.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. V. 85, p.1217-1240, 2002.

MIRANDA, E. N. Composição corporal e exigências nutricionais de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade. Viçosa: UFV, 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.

MORIS, J.G. Assessment of sodium requirements of grazing beef cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v.50, n.1, p.145-152, 1980.

McDOWELL, L. R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. Academic Press, San Diego, CA, 524 p, 1992.

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais: enfatizando o Brasil**. Gainesville: Universidade da Flórida, 1999. 93p.

NATIONAL RESENDE COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of sheep**. Washington, 1985. 99p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. rev. ed. Washington, D. C.: National Academy Press. 2000. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New Camelids**. National Academy of Science, Washington, 2007.

PAULINO, M. F.; FONTES, C. A. de A.; JORGE, A. M.; QUEIROZ, A. C. de; SILVA, J. F. C. da; GOMES JUNIOR, P. Composição corporal e exigências de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 634-641, 1999.

PÉREZ, J. R. O.; GERASEEV, L. C.; SANTOS, C. L.; TEIXEIRA, J. C.; BONAGURIO, S. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n.5, p. 815-822, 2001.

RADOSTITS, O.M., GAY C.C., BLOOD D.C. & HINCHCLIFF, K.W. 2002. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**, p.677-680. 9ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1737p.

RESENDE, K. T. **Métodos e estimativa da composição corporal e exigências nutricionais de proteína, energia e macroelementos inorgânicos de caprinos em crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 130p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.

RESENDE, K.T. *et al.* Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 37, p. 161–177, 2008.

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 Ruminant Research**, v.49, n.1, p.61-67, 2003.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide to statistics**. Versão 9. Nort Carolina: SAS Institute, 2003.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos -métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SOUZA, C. M. S. **Exigências nutricionais de minerais e caracterização da carcaça de caprinos Canindé em pastejo no semiárido paraibano**. Areia, PB. UFPB, 2010. 132p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba. 2010.

TRINDADE, I. A. C. M. **Composição corporal e exigências nutricionais em macrominerais de ovinos lanados e deslanados, em crescimento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2000. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Estadual Paulista.

UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**, third ed. New York: CABI international. 1999.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral-detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO DA SILVA, J. F. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente de bovinos Nelore, não castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1106-1111, 2001.

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.

CAPITULO II

Composição corporal e exigências nutricionais de microminerais de ovinos Morada Nova

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a composição corporal e as exigências líquidas de microelementos minerais (ferro, zinco, manganês e cobre) para o ganho em peso de cordeiros da raça Morada Nova alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Foram utilizados 48 cordeiros, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 12,20 kg \pm 2,05 e aproximadamente 60 dias de idade. Após o período de 10 dias de adaptação, oito animais escolhidos aleatoriamente foram abatidos como animais referência para estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e a composição corporal inicial dos 40 animais remanescentes, os quais foram alocados em baias individuais. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos com níveis crescentes de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS), em delineamento em blocos casualizado e com oito repetições. Quando a média de peso corporal (PC) do tratamento atingiu 25 kg, todos os animais do tratamento, juntamente com dois animais do grupo manutenção (0,96 Mcal/ kg MS) foram abatidos. Este procedimento foi realizado para cada grupo até o abate de todos os animais do experimento. A composição corporal variou de 52,37 a 51,13mg de Fe; 27,23 a 26,55 mg de Zn; 2,16 a 2,78 mg de Mn; 2,30 a 2,61 mg de Cu por kg de peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas para ganho de peso dos animais deste trabalho variou de 39,71 a 38,76 mg de Fe; 20,61 a 20,09 mg de Zn; 2,21 a 2,85 mg de Mn; 2,08 a 2,39 mg de Cu por kg de ganho de PC.

Palavras-chave: animais referência, cordeiros, microminerais.

ABSTRACT

The present study was performed in order to determine body composition and requirements of microelements liquid gain minerals (iron, zinc, copper and manganese) of Morada Nova lambs fed diets containing different levels of metabolizable energy (ME). A total of 48 lambs, not castrated, body weight (BW) averaging $12.20 \text{ kg} \pm 2.05$ and approximately 60 days of age. After 10 days of adaptation in which all animals received the same diet, eight animals were slaughtered animals as a reference to estimate the empty body weight (EBW) and initial body composition of the 40 remaining animals, which were placed in individual stalls. The animals were divided into five treatments with increasing levels of metabolizable energy (0.96, 1.28, 1.72, 2.18 and 2.62 Mcal / kg DM), and in a randomized block design with eight replications. When the average treatment reached 25 kg BW treatment of all animals, along with two animals of the reference group (0.96 Mcal / kg DM) were slaughtered. This procedure was performed for each group until all the animals were slaughtered. Body composition varied from 52.37 to 51.13 mg of Fe; 27.23 to 26.55 mg of Zn; 2.16 to 2.78 mg of Mn; 2.30 to 2.61 mg of Cu per kg EBW. Net requirements for weight gain of the animals in this study ranged from 39.71 to 38.76 mg of Fe; 20.61 to 20.09 mg of Zn; 2.21 to 2.85 mg of Mn; 2.08 to 2.39 mg of Cu per kg of gain BW.

Keywords: reference animals, lambs, minerals trace.

INTRODUÇÃO

Os microminerais ou elementos traços, como também são conhecidos, estão distribuídos em todo o corpo do animal em pequenas quantidades (SOUZA, 2010), correspondendo a menos de 0,3 % do total dos minerais depositados no corpo e 0,02 % na dieta fornecida aos animais (MAHAN & SHIELDS JUNIOR, 1998), desempenhando funções importantes no metabolismo corporal dos animais (LEE, KNOWLES & JUDSON, 2002).

Estes elementos são fundamentais para a manutenção do bom funcionamento do organismo animal, em que os mesmos são integrantes e reguladores enzimáticos de inúmeras reações orgânicas (MENDES *et al.*, 2010).

A falta de um controle rigoroso no fornecimento dos elementos minerais é responsável pela baixa produção de carne e leite, problemas reprodutivos, crescimento retardado, abortos, fraturas e queda da resistência orgânica. Tanto a deficiência severa, acompanhada por taxas de elevada mortalidade, como as deficiências subclínicas, cujos sintomas não são perceptíveis clinicamente, podem levar a perdas consideráveis na produtividade dos animais (MORAIS, 2001).

O excesso de alguns minerais pode dificultar a absorção ou interagir no metabolismo de outros, causando perdas na produtividade dos rebanhos e alterações reprodutivas. Dessa forma, as concentrações dos elementos essenciais devem ser mantidas dentro de limites estreitos para resguardar o funcionamento e a integridade dos tecidos, não ocorrendo prejuízos no crescimento, saúde e produtividade do animal (WUNSCH *et al.*, 2005).

Nos animais, o zinco (Zn) é um elemento que exerce importante função no sistema imunológico e tem sido relacionado com quase todos os aspectos de imunidade. A deficiência nutricional deste mineral é constantemente associada com maior morbidez e mortalidade dos animais (McDOWELL, 2001).

O manganês (Mn) é um mineral que atua como cofator em sistemas enzimáticos, como constituinte de várias metaloenzimas e na síntese de hormônios da reprodução (HURLEY & DOANE, 1989). Sua deficiência pode acarretar em alterações reprodutivas graves, tanto em machos quanto em fêmeas.

O cobre (Cu) é um dos microelementos essenciais para os animais e plantas. Nos animais ele participa da hematopoiese, metabolismo dos tecidos conectivos, formação da mielina e dos ossos e pigmentação e formação de lã e pelos (RADOSTITS *et al.*, 2002). Para

bovinos, as necessidades de cobre na dieta variam de 4 a 10 ppm e para ovinos são de 5 ppm (NRC, 1996).

Em função da deficiência de metodologias específicas que proporcionem resultados mais acurados, comitês científicos e autores estabeleceram as recomendações para os requerimentos dos animais em microminerais (SOUZA, 2010), incluindo uma margem de segurança nos seus valores, para que fosse possível garantir que as necessidades dos animais fossem atendidas de maneira adequada com objetivo de que os sinais de deficiência fossem evitados (MESCHY, 2000).

Diante do exposto, é importante a realização de estudos relacionados à eficiência de utilização de microminerais em ovinos deslanados, principalmente na raça Morada Nova, com o objetivo de gerar tabelas nutricionais adequadas à realidade do semiárido nordestino.

Sendo assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de estimar a composição corporal e determinar as exigências líquidas em Fe, Zn, Cu e Mn para ganho de peso de ovinos da raça Morada Nova alimentados com dietas contendo diferentes níveis energéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no setor de digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE.

Foram utilizados 48 cordeiros da raça Morada Nova, não castrados, com peso corporal médio (PC) inicial de $12,20 \pm 2,05$ kg e aproximadamente 60 dias de idade. Inicialmente todos os animais foram pesados, identificados individualmente com brincos auriculares e devidamente vermifugados contra ecto e endoparasitas.

Após 10 dias de adaptação ao feno de capim Tifton 85 e a ração concentrada, oito animais escolhidos aleatoriamente foram abatidos para serem utilizados como referência para as estimativas do peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e da composição corporal inicial dos 40 animais remanescentes. Estes foram distribuídos em baias individuais contendo cocho e bebedouro, em um delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos contendo níveis crescentes de energia metabolizável (EM) (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS), obtidos por meio de diferentes relações volumoso: concentrado (95:5; 80:20; 60:40 e 20:80) e com oito repetições.

Os alimentos foram fornecidos *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8h e 16h, e ajustados diariamente de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido. As rações foram formuladas de acordo com NRC (2007) para serem isoprotéicas e baseadas na estimativa de ganho de 200 g/dia, exceto a dieta que continha a relação volumoso: concentrado de 95:5 que foi formulada para atender as exigências de manutenção contendo 9% de proteína bruta. Os concentrados ofertados consistiam de milho em grão moído, farelo de soja, ureia, cloreto de sódio, calcário calcítico, fosfato bicálcico e premix mineral.

A composição química dos ingredientes está apresentada na Tabela 1 e, a composições das rações experimentais, na Tabela 2.

Os alimentos fornecidos e as sobras de cada animal foram pesados e amostrados diariamente, em seguida, as amostras foram congeladas para posteriores análises químicas. Ao final de cada semana as amostras foram homogeneizadas, resultando em uma amostra composta animal /tratamento.

As amostras do volumoso, das rações concentradas e as amostras compostas das sobras foram pré-secas a $55 \pm 5^\circ$ C, durante 72 h, em estufa de ventilação forçada, em seguida, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm (Moinho tipo Wiley moinho, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA).

Tabela 1– Composição químico-bromatológica dos ingredientes, feno de Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg MS.

Nutriente (g/kg MS)	Feno de Tifton	Farelo Soja	Milho moído	Concentrados				
				1	2	3	4	5
Matéria seca	953,6	951,8	891,0	967,0	962,4	954,3	958,3	947,3
Matéria orgânica	873,8	885,7	879,3	930,4	889,2	911,9	919,5	903,2
Proteína bruta	78,9	546,3	91,4	298,6	525,5	279,3	221,3	188,9
Extrato etéreo	14,6	29,1	53,9	25,4	29,7	36,7	34,2	30,8
Matéria mineral	79,8	66,1	11,7	36,6	73,2	42,4	38,8	44,1
Fibra em detergente neutro	754,0	154,3	176,6	128,7	132,0	142,9	140,6	145,8
(mg/kg MS)								
Zinco	14,29	51,74	110,48	36,71	177,42	82,00	41,48	64,13
Ferro	59,12	99,02	177,24	88,29	135,73	71,39	214,05	199,65
Manganês	62,66	15,37	25,22	4,01	65,98	17,42	7,17	16,10
Cobre	3,33	0,92	8,52	7,67	6,62	10,48	2,81	2,24

Tabela 2 – Ingredientes e composição bromatológica das rações experimentais (g/kg MS).

Parâmetro	Concentração de EM (Mcal/kg MS)				
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62
<i>Composição percentual da dieta (%MS)</i>					
Feno de Tifton ¹	95	80	60	40	20
Concentrado ¹	5	20	40	60	80
<i>Composição do concentrado (g/kg MS)</i>					
Milho grão moído	626,3	158,7	694,5	724,6	756,1
Farelo de soja	326,2	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia	37,7	30,0	12,5	11,2	5,1
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato Bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de Sódio	8,6	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix Mineral ²	1,2	0,8	0,7	0,7	0,6
<i>Composição bromatológica</i>					
Matéria seca (g/kg MS)	954,3	955,4	953,9	956,4	951,2
Proteína bruta (g/kg MS)	89,9	168,2	159,1	164,4	166,9
Extrato etéreo (g/kg MS)	24,9	26,7	27,9	22,4	27,6
FDN ³ (g/kg MS)	722,5	629,6	509,6	386,0	267,4
Zinco (mg /kg MS)	15,41	18,77	79,54	54,91	36,04
Ferro (mg /kg MS)	60,58	64,95	89,76	66,48	171,54
Manganês (mg /kg MS)	59,72	50,93	63,99	35,52	18,27
Cobre (mg /kg MS)	3,55	4,20	4,65	3,02	2,46

¹Concentração centesimal em relação à 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. ³FDN: Fibra em detergente neutro.

Quando a média de peso corporal dos animais de um dos tratamentos atingiu 25 kg, todos os animais do tratamento e dois animais do tratamento de menor nível de EM (0,96 Mcal/kg MS) foram abatidos. Este procedimento foi realizado para todos os tratamentos, até que todos os animais fossem abatidos. Antes do abate, os animais foram pesados para determinação do peso corporal anterior ao abate, em seguida foram submetidos a um jejum de sólidos e líquidos por um período de 18 horas. Posteriormente, os animais foram novamente pesados para determinação do peso corporal ao jejum (PCj). O abate dos animais foi realizado por atordoamento na região atla-occipital, em seguida foi feito o sangramento pelo corte da carótida e jugular, e o sangue coletado foi devidamente identificado com seu animal correspondente, sendo pesado e congelado para posteriores análises.

O trato gastrointestinal (TGI) de cada animal foi pesado cheio, esvaziado, lavado e após o escoamento da água foi novamente pesado para que juntamente com o peso dos órgãos e demais componentes do corpo (carcaça, cabeça, patas, sangue e couro) fosse determinado o PCVZ que consiste na diferença entre PCj e o conteúdo do TGI, da vesícula biliar e da bexiga. Os órgãos internos (fígado, coração, pulmões, traqueia, língua, esôfago, bexiga, rins, trato reprodutivo e baço), as gorduras (omental, mesentérica e perirenal) assim como os componentes do trato gastrointestinal foram pesadas separadamente. A relação obtida entre o PCVZ e PC dos animais referência foi utilizada para estimativa do PCVZ inicial dos animais remanescentes no experimento.

As carcaças foram pesadas quentes e em seguida resfriadas (-4°C) por aproximadamente 24 horas. Decorrido esse tempo, as carcaças foram novamente pesadas e divididas longitudinalmente com uso de serra fita sobre a linha média dorsal em duas meias carcaças, a fim de utilizar a meia carcaça direita para determinação da composição química.

Tanto as carcaças quanto as vísceras foram cortadas em cubos, moídas em cutter industrial e devidamente homogeneizadas.

A carcaça, pele, vísceras + sangue + patas e cabeça foram levadas a estufa de ventilação forçada (55° C) por um período de 72 horas. Em seguida, trituradas em multiprocessador de carnes, colocadas em recipientes apropriados e levadas a estufa de 105° C por 24 horas para determinação da matéria seca gordurosa (MSG).

As amostras foram desengorduradas por meio de imersão em éter de petróleo em aparelho tipo Soxhlet. O resíduo após a extração da gordura foi colocado em estufa a 105° C por aproximadamente 24 horas para determinação do teor de matéria seca desengordurada (MSDG). Em seguida foram processadas em moinho de bola, armazenadas em potes hermeticamente fechados, para posteriores determinações de minerais.

As análises para determinação dos microminerais na matéria seca desengordurada dos componentes corporais dos animais (carcaça, órgãos e pele), dos ingredientes das dietas, das sobras de alimentos e da seção HH, foram efetuadas por meio de digestão ácida com ácido nítrico (HNO_3) e perclórico (HClO_4), obtendo-se desta forma a solução mineral, a partir da qual após as devidas diluições foram feitas as leituras dos minerais nas amostras conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

As leituras para determinação dos teores de zinco, ferro, manganês e cobre foram feitas em espectrofotômetro de absorção atômica.

Foram realizadas ainda análises para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente ácido (FDA). Para analisar a fibra detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa amilase termoestáveis sem o uso de sulfito de sódio.

Para estimativa do conteúdo de macrominerais por quilo de corpo vazio dos animais, adotou-se a equação alométrica logaritmizada, que tem como variável dependente a quantidade do componente mineral presente no corpo vazio dos animais e variável independente o PCVZ, segundo metodologia preconizada pelo ARC (1980):

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

Em que:

Log y = logaritmo na base 10 do conteúdo mineral no corpo vazio do animal (g);

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão do conteúdo do mineral em função do peso de corpo vazio;

Log x = logaritmo do peso de corpo vazio (kg).

As exigências líquidas para ganho de peso de corpo vazio de macrominerais foram determinadas derivando-se as equações de estimativa dos conteúdos corporais em função do logaritmo do PCVZ por kg de ganho, gerando a equação:

$$Y' = b * 10^a * X^{(b-1)}$$

Em que:

Y' = exigência líquida de ganho dos macrominerais (g);

a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal dos macrominerais;

b = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral;

X = PCVZ (kg).

Para conversão da exigência líquida para ganho de PCVZ em exigência líquida para ganho de PC, utilizou-se o fator de correção 1,28, obtido pela razão entre as médias dos pesos de corpo vazio e peso corporal dos animais (PCVZ/PC).

As exigências dietéticas dos macroelementos minerais foram estimadas pelo método fatorial, preconizado pelo ARC (1980), com base nas seguintes equações:

$$RL = G + E, \quad \text{em que:}$$

RL = exigência líquida total;

G = retenção diária do elemento mineral;

E = perdas endógenas;

$$RD = (RL/D)*100, \quad \text{em que:}$$

RD = exigência dietética;

D = disponibilidade do elemento na dieta.

Foram utilizadas as recomendações dos comitês internacionais ARC (1980) e AFRC (1991) para perdas endógenas e biodisponibilidade dos macrominerais Ca, P, Mg, K e Na dispostos na Tabela 3.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados de acordo com o modelo matemático $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$, onde Y_{ij} = valor observado no tratamento i , 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 padrão. O peso corporal inicial foi utilizado como covariável.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando GLM PROC da versão SAS 9.0 (SAS, 2003). Ao nível de significância de 0,05% observada nos ajustes de equações de regressão pelo PROC REG SAS (9,0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 3 de composição corporal mostram que não houve efeito significativo dos níveis da dieta sobre as concentrações de microminerais no corpo dos animais ($P>0,05$). No entanto, o mineral manganês apresentou efeito da dieta sobre sua concentração no corpo dos animais ($P<0,05$).

Tabela 3 - Composição corporal de microminerais em ovinos da raça Morada Nova.

Item	Referência	Nível de EM na dieta (Mcal/kg MS)					EPM	P-valor	
		0,96	1,28	1,72	2,18	2,62		L	Q
Água (%)	73,7	73,7	67,8	68,2	66,4	67,7	0,58	0,213	0,178
Gordura (%)	7,5	6,7	10,1	11,2	12,4	12,1	0,37	0,095	0,398
Proteína (%)	17,6	15,5	18,4	16,9	17,3	17,2	0,27	0,069	0,078
M.M. ¹ (%)	3,5	3,7	3,7	3,0	3,3	3,0	0,08	0,371	0,497
Ferro (mg/kg)	47,68	53,59	49,02	66,17	61,66	56,80	0,59	0,390	0,417
Zinco (mg/kg)	20,31	26,25	25,28	28,82	29,51	23,67	0,20	0,863	0,255
Manganês (mg/kg)	1,41	2,52	1,22	2,60	0,93	0,40	0,08	0,001	0,001
Cobre (mg/kg)	1,04	0,76	0,71	0,53	0,84	0,93	0,01	0,291	0,273

¹ M.M: Matéria Mineral

Apesar de estarem amplamente distribuídos no corpo do animal, os microminerais estão depositados em órgãos e/ou fluidos corporais específicos em pequenas quantidades (ARAÚJO, 2008). Pesquisas indicam que a maioria dos microminerais encontra-se depositada em órgãos a exemplo do fígado, baço, rins e coração. O sangue apresenta elevada fonte de micromineral, principalmente Fe, estando este cerca de 60% na forma de hemoglobina (GRACE, 1983; McDOWELL, 1992; UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

Bellof *et al.* (2007) analisando a concentração de microminerais no tecido adiposo de ovinos, observaram concentrações do elemento Fe e Zn variando de 40,7 a 12,4 e 29,1 a 10,8 mg /kg MS, respectivamente, para animais com pesos de 18 e 55 kg PC. Estes autores relatam ainda em sua pesquisa que maiores quantidades de microminerais foram encontradas na carcaça de animais de maior peso.

A partir dos dados obtidos na composição corporal dos animais, foram determinadas as equações de regressão para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) em função do peso corporal (PC), além do logaritmo dos conteúdos de microminerais presentes no corpo vazio dos animais em função do logaritmo de PCVZ (Tabela 4).

Tabela 4 - Equações de regressão para o peso do corpo vazio (PCVZ) em função do peso corporal (PC), e do logaritmo da quantidade de microminerais em função do logaritmo do PCVZ de ovinos Morada Nova.

Variáveis	Equação de Regressão	R ²	EPM	P-valor
PCVZ (kg)	$PCVZ = -2,6446 + 0,8924 * PC$	0,87	0,02	<0,0001
Ferro (mg)	$\text{Log Fe} = 1,7497 + 0,9703 * \text{Log PCVZ}$	0,70	0,08	<0,0001
Zinco (mg)	$\text{Log Zn} = 1,4674 + 0,9686 * \text{Log PCVZ}$	0,71	0,07	<0,0001
Manganês (mg)	$\text{Log Mn} = 0,0133 + 1,3117 * \text{Log PCVZ}$	0,28	0,11	<0,0001
Cobre (mg)	$\text{Log Cu} = 0,1983 + 1,1583 * \text{Log PCVZ}$	0,44	0,11	<0,0001

R² e EPM = Coeficiente de Determinação e Erro Padrão da Média, respectivamente.

Devido à baixa concentração dos microminerais no corpo dos animais, conseqüentemente uma maior susceptibilidade de dispersão dos dados, verifica-se que os coeficientes de determinação (R²) mostram ajustamento razoável das equações, porém apresentando baixos valores para Mn e Cu. Comportamento semelhante encontrado por Mendes *et al.* (2010) trabalhando com ovinos Santa Inês para o micromineral Cu (0,47) e Araújo (2008) para o mesmo mineral trabalhando com caprinos Moxotó.

A partir dessas equações de regressão foram estimados os conteúdos corporais de microminerais por kg de PCVZ (Tabela 5). Os resultados obtidos mostram uma redução nos conteúdos de Fe e Zn, o contrário ocorreu com os minerais Mn e Cu à medida que aumentou o PCVZ dos animais.

Tabela 5 - Estimativa dos conteúdos de microminerais em função do peso de corpo vazio (PCVZ) de ovinos Morada Nova de diferentes pesos corporais (PC).

PC (kg)	PCVZ (kg)	Ferro	Zinco (mg / Kg PCVZ)	Manganês	Cobre
15	10,74	52,37	27,23	2,16	2,30
20	15,20	51,83	26,93	2,41	2,43
25	19,67	51,44	26,72	2,61	2,53
30	24,13	51,13	26,55	2,78	2,61

Comportamento semelhante ao verificado neste estudo foi observado por Bellof & Pallauf (2007) para os minerais Fe e Mn. Estes autores observaram que as concentrações de Fe no corpo vazio de ovinos diminuíram de 32,9 para 28,0 mg /kg PCVZ, enquanto que o mineral Mn foi relatado por estes autores um acréscimo em sua concentração, variando de 0,51 a 0,79 mg /kg PCVZ, valores inferiores ao encontrado neste trabalho para o mineral citado anteriormente.

Mendes *et al.*, (2010) trabalhando com animais Santa Inês verificaram um decréscimo no conteúdo corporal em Fe, variando de 133,44 a 126,98 mg/kg PCVZ, comportamento semelhante ao relatado neste estudo (52,37 a 51,13 mg/kg).

A absorção de Fe dietético pode ser influenciada pela presença de quelantes na dieta, como a histidina, a mucina ou a frutose. Estas substâncias solubilizam o Fe e o protegem de seu estado ferroso, sendo pouco absorvido.

Segundo HAENLEIN, (1992) compostos como fitato (sequestra a molécula de Fe e a torna indisponível), fosfatos inorgânicos, oxalatos, carbonatos, taninos e parasitismo podem interferir negativamente na utilização do Fe pelo organismo animal.

Para o elemento Cu, os resultados mostram um acréscimo no conteúdo deste mineral no corpo do animal à medida que aumentou o PCVZ dos animais. Comportamento semelhante ao observado pelos autores Mendes *et al.*,(2010).

A absorção do Cu dietético varia com a idade do animal e com a presença de substâncias na dieta que interfiram em sua absorção, como a presença de enzimas, produzidas dentro dos enterócitos e que se liga ao mineral ocasionando sua perda nas fezes pela descamação do epitélio. Outro fator que limita a absorção de Cu dietético é a presença de enxofre e molibdênio na dieta.

Araújo (2008), trabalhando com caprinos Moxotó, encontrou resultados que mostraram um acréscimo da composição corporal dos minerais estudados à medida que aumentou o PCVZ dos animais. Para o mineral Zn os resultados entre os dois trabalhos mostraram-se semelhantes, enquanto que os minerais Fe, Cu e Mn do autor citado acima, apresentaram resultados inferiores aos encontrados neste estudo.

A partir das equações, obtidas pela derivação das equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos microelementos minerais (Tabela 4), em função do PCVZ, estimou-se a composição em microminerais para ganho de peso do corpo vazio de ovinos Morada Nova (Tabela 6).

Tabela 6- Equações para predição da composição do ganho em peso de microminerais (mg depositadas/kg de PCVZ).

Variável (mg)	Equações de Predição
Ferro	$Fe = 54,5263 * PCVZ^{-0,030}$
Zinco	$Zn = 28,4148 * PCVZ^{-0,031}$
Manganês	$Mn = 1,3525 * PCVZ^{0,312}$
Cobre	$Cu = 1,8286 * PCVZ^{0,158}$

A partir das equações para predição da composição (Tabela 6), foram calculadas as quantidades de microminerais por kg de ganho de PCVZ (Tabela 7).

Tabela 7 - Quantidades de microminerais depositados por kg de ganho em peso de corpo vazio (PCVZ), em cordeiros Morada Nova de 15 a 30kg.

PC (kg)	PCVZ (kg)	Ferro	Zinco	Manganês	Cobre
		(mg / Kg PCVZ)			
15	10,74	50,81	26,37	2,83	2,66
20	15,20	50,29	26,09	3,16	2,81
25	19,67	49,91	25,88	3,42	2,93
30	24,13	49,61	25,71	3,65	3,03

As deposições dos microminerais estudados no ganho de peso seguiu comportamento semelhante aos resultados apresentados para composição corporal no corpo vazio dos animais (mg /kg PCVZ; Tabela 5).

Observou-se uma redução na ordem de 2,36% e 2,50% para os minerais Fe e Zn; enquanto que Mn e Cu apresentaram um acréscimo de 22,46% e 12,21% quando o peso corporal aumentou de 15 para 30 kg (Tabela 7). Comportamento semelhante nos resultados encontrados por Araújo (2008) trabalhando com caprinos da raça Moxotó para os minerais Cu e Mn. Assim como Mendes *et al.* (2010) trabalhando com ovinos Santa Inês encontrou em seu trabalho um acréscimo na concentração de Cu à medida que aumentou o peso corporal dos animais. Porém, ambos os autores apresentam resultados superiores aos relatados neste trabalho para os minerais citados.

As quantidades de minerais no ganho de peso de corpo vazio correspondem à exigência líquida para o ganho de 1 kg de PCVZ do animal. Para que se possa determinar a exigência líquida para ganho de peso corporal (PC), os dados de composição para ganho de peso foram divididos pelo fator de correção obtido pela relação entre o PC/ PCVZ dos animais (Tabela 8).

Tabela 8 – Exigências líquidas de microminerais para ganho de peso corporal (PC) em mg/dia, de ovinos Morada Nova de diferentes pesos corporais.

PC (kg)	GPD (g/dia)	Exigências líquidas (mg / dia)			
		Ferro	Zinco	Manganês	Cobre
15	100	3,97	2,06	0,221	0,21
	150	5,95	3,09	0,33	0,31
	200	7,94	4,12	0,44	0,42
20	100	3,93	2,04	0,25	0,22
	150	5,89	3,06	0,37	0,33
	200	7,86	4,08	0,49	0,44
25	100	3,90	2,02	0,27	0,23
	150	5,85	3,03	0,40	0,34
	200	7,80	4,04	0,53	0,46
30	100	3,88	2,01	0,29	0,24
	150	5,81	3,01	0,43	0,35
	200	7,75	4,02	0,57	0,47

As exigências líquidas para ganho de peso dos ovinos Morada Nova variou de 39,7 a 38,8 mg de Fe; 20,6 a 20,1 mg de Zn; 2,2 a 2,9 mg de Mn e 2,1 a 2,34 mg de Cu /kg PC ganho. Os resultados encontrados se assemelham aos resultados de outros autores trabalhando com caprinos para o mineral Zn, onde Araújo (2008) relatou valores que variaram de 24,15 a 29,78 mg /kg PC ganho.

As recomendações para o mineral Zn pelo NRC (2007) foram de 25 mg de Zn /kg PC ganho. Resultado semelhante ao encontrado neste estudo. Já para o mineral Fe, o referido comitê preconiza para ovinos em crescimento 55 mg de Fe /kg PC ganho. Valor superior em 27,8% ao encontrado neste estudo.

Essas recomendações são baseadas em resultados oriundos de ensaios de alimentação e/ou adaptados de outras espécies, pois há uma falta de informações sobre as exigências de microminerais baseadas no método fatorial.

As recomendações feitas por comitês internacionais devem ser utilizadas com moderação, pois se devem levar em consideração as condições semiáridas do Brasil. Isso porque as forrageiras aqui utilizadas possuem elevadas concentrações de fatores antinutricionais como é o caso da presença do tanino (Beelen *et al.*, 2006).

Para o mineral Mn, o NRC (2007) preconiza 0,47 mg /kg PC. Resultado superior em 78% ao encontrado neste estudo.

Os valores elevados observados neste estudo para o mineral Mn pode ser justificado pela elevada concentração deste na forragem ofertada aos animais durante o experimento (62,66 mg /kg MS). Esta justificativa é apoiada nos relatos do NRC (2007), onde este comitê relata que as deficiências de Mn em animais ruminantes não têm sido verificadas devido às pastagens apresentarem em sua composição um elevado nível de Mn (86 mg /kg MS; NRC 2007).

Para a exigência líquida de Cu, o NRC (2007) sugere uma equação preconizada para ovinos: $Cu \text{ (mg /dia)} = 0,004 * PC \text{ (kg)} + 0,0137 * \text{Produção de lã (kg /ano)} + 0,00106 * PC \text{ ganho (dia)}$, que foi desenvolvida a partir de dados do ARC (1980). Se considerarmos um animal de 25 kg PC, com um ganho médio de 100 g /dia e a produção de lã igual a zero, encontra-se o valor de 2,06 mg /kg PC, valor semelhante ao encontrado neste estudo para um animal de 15kg PC ganhando 100 g /dia (2,08 g/kg PC ganho).

CONCLUSÃO

A composição corporal de microminerais variou de 52,37 a 51,13 mg de Fe; 27,23 a 26,55 mg de Zn; 2,16 a 2,78 mg de Mn; 2,30 a 2,61 mg de Cu por kg de peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas para ganho de peso dos animais deste trabalho variaram de 39,71 a 38,76 mg de Fe; 20,61 a 20,09 mg de Zn; 2,21 a 2,85 mg de Mn; 2,08 a 2,39 mg de Cu por kg de ganho de PC.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of Farm livestock**. London. 351p, 1980.

AOAC, **Official Methods of Analysis**.15th ed. Association of Official Analytical Chemists International, Arlington, VA.1990, Supl. 2.

ARAÚJO, M. J. **Exigências nutricionais e status mineral de caprinos Moxotó em pastejo semiárido**. Areia, PB: UFPB/CCA, 2008. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba.

BEELEN, P.M.G.; BERCHIELLI, T.T.; BEELEN, R. MEDEIROS, A.N. Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and enzymatic activity. **Small Ruminant Research**, v.61, p.35-44, 2006.

BELLOF, G.; MOST, E.; PALLUF, J. Concentration of copper, iron, manganese and zinc in muscle, fat and bone tissue of lambs of the breed German Merino Land sheep in the course of the growing period and different feeding intensities. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, n.91, n.3 p.100–108, 2007.

BELLOF, G.; PALLAUF, J. Deposition of copper, iron, manganese and zinc in empty body growing of lambs of the breed German Merino Land sheep. **The Animal Consortium**, 1:6, 827-834, 2007.

GERASEEV, L. C.; PEREZ, J. R. O.; PRADO, O. V.; RESENDE, K. T.; SILVA FILHO, J. C.; BONAGURIO, S. Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo para ganho e manutenção de cordeiros Santa Inês dos 15 aos 25kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.261-268, 2000.

GRACE, N.D. The Mineral Requirements of Grazing Ruminants. Occasional Publication No. 9, **New Zealand Society of Animal Production**, Palmerston North, 150 p. 1983a.

HAENLEIN, G.F.W. Advances in the nutrition of macro and micro elements in goats. p. 933-950 in **Proceedings V International Conference on Goats**, New Delhi, India, 1992.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Bulletin No. 339, University of Florida, Gainesville, USA, 2000.

HURLEY, W. L.; DOANE, R. M. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.784-804, 1989.

LEE, J.; KNOWLES, S.O.; JUDSON, G.J. **Trace-element and Vitamin Nutrition of Grazing Sheep**.285 – 311.In. FREER, M.; DOVE, H. Sheep Nutrition. CAB International, 2002.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T. M., VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

MAHAN, D.C.; SHIELDS JR., R.G. Macro- and micromineral composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight. **Journal of Animal Science**, v.76, n.2, p.506-512, 1998.

MCCRACKEN, K.J. Nutritional obesity and body composition. **Proceedings of the Nutrition Society**. (45) 91-100, 1986.

MCDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**, London: Academic Press, 1992. 524p.

MESCHY, F. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. **Livestock Production Science**, v.64, p.9-14, 2000.

MENDES, R. S.; SILVA, A. M. A; SILVA, G. L. S.; NOBREGA, G. H.; LÔBO, K. M.; PEREIRA FILHO, J. M. Exigências líquidas de zinco, cobre e ferro para cordeiros em pastejo no semiárido. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 279-284, 2010.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. V. 85, p.1217-1240, 2002.

MORAIS, S. S. **Importância da suplementação mineral para bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 26 p., 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. Washington, D. C. National Academy of Sciences, 7 ed., 242 p., 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New Camelids**. National Academy of Science, Washington, 2007.

PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T. Minerais. In: BERCHIELLI, T. T.; et al. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006, 583p.

RADOSTITS, O. M., GAY C. C., BLOOD D. C. & HINCHCLIFF, K. W. 2002. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**, p.677-680. 9ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1737p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos -métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, C. M. S. **Exigências nutricionais de minerais e caracterização da carcaça de caprinos Canindé em pastejo no semiárido paraibano**. Areia, PB. UFPB, 2010. 132p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba. 2010.

SPEARS, J.W. Trace mineral bioavailability of ruminants. *Journal of Nutrition*, v.133, p.1506-1509, 2003.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide to statistics**. Versão 9. North Carolina: SAS Institute, 2003.

UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**, third ed. New York: CABI international. 1999.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral-detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

WALKER, D.M. Body Composition of animals during sucking and the immediate post-weaning period. **Proceedings of the Nutrition Society**.45, 81-89, 1986.

WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant feeds. p 176-185 in Proc. of **Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**, Cornell University, Ithaca, USA, 1999.

WUNSCH, C.; BARCELLOS, J. O. J.; PRATES, E. R.; GRECELLÉ, R. A.; COSTA, E. C. Microminerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos da Serra, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n.4, p.903-908, 2005.