

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS DE MICROMINERAIS DE CORDEIROS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA

Francisco Wellington Rodrigues Lima¹;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Rebeca Magda da Silva Aquino²;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Paulo César Lopes de Arruda³;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piri-piri, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁴;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

Rildson Melo Fontenele⁵.

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE.

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo estimar as exigências líquidas de zinco (Zn), ferro (Fe), Manganês (Mn) e cobre (Cu) para cordeiros da raça Somális Brasileira. Foram utilizados quarenta e oito cordeiros, machos, não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente 50 dias de idade. Oito animais foram abatidos no início do experimento para serem utilizados como grupo referência, com o objetivo de estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZ) e composição corporal inicial. Os animais remanescentes foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram em dietas contendo níveis crescentes de EM (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS). Quando o PC médio dos animais em um tratamento atingiu 28 kg, todos os animais experimentais foram abatidos. O trato gastrointestinal limpo, órgãos, carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e tecidos foram pesados para determinar o peso de corpo vazio (PCVZ). Esses componentes foram moídos separadamente e amostrados para análises químicas. Foram geradas equações de regressão entre o logaritmo do conteúdo de macrominerais e o logaritmo do PCVZ. A

derivação dessas equações permitiu a estimativa do teor de microminerais no ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) e a exigência líquida para ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), e posteriormente foi convertido em exigência líquida de ganho de peso corporal. A composição corporal variou de 20,19 a 16,82 mg de Zn; 56,23 a 48,12 mg de Fe; 1,20 a 0,99 mg de Mn; 1,31 a 1,03 mg de Cu por kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC. As exigências líquidas de ganho foram 12,00 mg de Zn; 35,21 mg de Fe; 0,70 mg de Mn e 0,69 mg de Cu por kg de ganho de PC para animais com 20 kg de PC. As exigências de manutenção foram estimadas em 0,133 mg de Zn; 0,271 mg de Fe; 0,003 mg de Mn e 0,015 mg de Cu/kg de PC.

PALAVRAS-CHAVE: Confinamento. Ganho de peso. manutenção. Microelementos.

BODY COMPOSITION AND MICROMINERALS REQUIREMENTS OF SOMALIS BRASILEIRA LAMBS

ABSTRACT: This study estimates the net requirements of zinc (Zn), iron (Fe), manganese (Mn) and copper (Cu) for Somalis Brasileira lambs. The animals were non-castrated and 2 months of age, with initial body weights averaging 13.47 ± 1.76 kg (BW). Eight animals were slaughtered at the beginning of the trial as a reference group, in order to estimate initial empty body weight (EBW) and body composition. The remaining animals were distributed in randomized block design with five treatments and eight replications. The treatments consisted of diets containing increasing levels of ME (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM). When the average body weight of animals in a treatment reached 28 kg, all experimental animals were slaughtered. The cleaned gastrointestinal tract, organs, carcass, head, hide, tail, feet, and tissues were weighed to determine the empty BW (EBW). These parts were ground separately and subsampled for chemical analyses. Regression equations for the logarithm of microminerals were fitted on the EBW logarithm. The derivatives of these equations allowed the estimation of the microminerals content of the empty body weight gain (EBWG) and the net requirement for EBWG, were subsequently converted to net requirement for BW. The body composition varied from 20.19 to 16.82 mg Zn, 56.23 to 48.12 mg Fe, 1.20 to 0.99 mg Mn, 1.31 to 1.03 mg Cu per kg of EBW for animals with 15 to 30 kg BW. The net gain was 12.00 mg Zn, 35.21 mg Fe, Mn 0.70 mg and 0.69 mg Cu per kg gain PC for animals with 20 kg of PC. The maintenance requirements were 0.133 mg Zn, 0.271 mg Fe, Mn 0.003 mg and 0.015 mg Cu/kg BW.

KEY-WORDS: Feedlot. Maintenance. Microelements. Weight gain.

INTRODUÇÃO

Os microminerais, embora representem a menor parte dos minerais depositados no corpo dos animais, desempenham funções vitais no organismo e suas deficiências acarretam alterações nutricionais graves, levando o animal a apresentar desempenho produtivo e reprodutivo aquém do seu potencial (Lee *et al.*, 1999).

Segundo Underwood (1981) as funções desempenhadas por estes minerais no organismo estão relacionadas com a composição estrutural dos órgãos e tecidos corporais, constituintes dos fluidos corporais responsáveis pela manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base, permeabilidade da membrana, irritabilidade do tecido e catalisadores de sistemas enzimáticos e hormonais.

As exigências de minerais são influenciadas pela raça ou grupo genético do animal, aspectos da dieta, nível de produção e condições ambientais (NRC 2007; Resende *et al.*, 2008). Além disso, aspectos relacionados às interrelações (antagonismos e sinergismos) entre os minerais também influenciam seus requerimentos e devem ser considerados (McDowell, 1999).

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

A formulação de dietas para ovinos no Brasil têm sido realizadas com base em tabelas de comitês internacionais, o que segundo Gonzaga Neto *et al.* (2005) pode não expressar os resultados esperados, pela falta ou desperdício de nutrientes, afetando a produtividade e a eficiência econômica da atividade.

Com isso destaca-se a necessidade da determinação das exigências nutricionais para ovinos em condições brasileiras, considerando ainda os diferentes sistemas de criação, raças e regiões geográficas.

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

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. Foram utilizados 48 cordeiros da raça Somalis Brasileira, machos não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente 50 dias de idade. Inicialmente, os animais foram identificados com brincos, pesados, vermifugados e distribuídos em baias individuais providas de cochos

para fornecimento das rações e água à vontade. Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram abatidos para serem utilizados como referência para as estimativas do peso do corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial dos animais remanescentes. Esses animais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com dois blocos e cinco tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de energia metabolizável (EM) (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições por tratamento, e alocados em baias individuais providas de comedouro e bebedouro. As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para conterem aproximadamente 16% de proteína bruta e promoverem ganhos de 200 g/dia; exceto para a relação volumoso:concentrado de 100:0, que foi formulada para atender a exigência de manutenção, com 9% de proteína bruta (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais.

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

Fonte: Lima *et al.* (2024).

FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

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

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

Fonte: Lima *et al.* (2024).

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

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

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

patas e cauda). Os componentes individuais do corpo foram pesados separadamente, incluindo órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traquéia e língua + esôfago, bexiga, rins, trato reprodutivo e baço), do trato digestório limpo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) e gorduras (omental, mesentérica, perirrenal e gordura do coração).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

As exigências de minerais para manutenção foram obtidas através da análise de regressão linear dos minerais retidos (Zn, Fe, Mn e Cu, mg/kg PCVZ) em função da ingestão de minerais (mg/kg PCVZ) segundo Lofgreen e Garrett (1968). O intercepto da regressão foi tomado como as perdas endógenas e metabólicas dos minerais, considerado como a exigência líquida de manutenção.

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

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O GMD e o CMS aumentaram linearmente com o aumento da concentração da energia metabolizável na dieta: GMD (g/dia) = 72,219 + 56,268 EM ($R^2=0,629$); CMS (g/dia) = 391,457 + 81,293 EM ($R^2= 0,354$) (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo e desempenho de ovinos da raça Somális Brasileira.

Item	Referência	Nível de EM na dieta (Mcal/kg MS)					EPM ^l	P-Valor	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q
DA ^a	-	-	104	103	101	102	-	-	-
PCI ^b	13,53	12,44	13,82	13,70	13,60	13,69	-	-	-
PCF ^c	13,53	15,73	21,70	24,23	28,71	26,49	-	-	-
CPA ^d	13,00	15,14	20,96	23,68	28,10	25,99	-	-	-
PCVZ ^e	10,44	11,53	17,09	20,30	24,54	22,89	-	-	-
GMD ^f	-	34,23	73,74	101,24	150,84	126,49	22,72	<0,001	<0,001
CMS ^g	-	390,52	549,45	695,00	762,15	636,83	22,18	<0,001	0,033
CZn ^h	-	16,80	30,37	42,41	57,83	55,57	2,57	<0,001	<0,001
CFe ⁱ	-	20,99	55,26	58,17	61,02	107,97	3,00	<0,001	<0,001
CMn ^j	-	61,37	83,61	82,30	67,32	35,75	0,09	0,104	<0,001
CCu ^l	-	1,36	2,87	2,79	2,73	2,57	4,56	<0,001	<0,001

Fonte: Lima *et al.* (2024).

^aDA: dias para abate; ^bPCI (kg): peso corporal inicial; ^cPCF (kg): peso corporal final; ^dPCA (kg): peso corporal ao abate; ^ePCVZ (kg): peso de corpo vazio; ^fGMD (g/dia): ganho médio diário; ^gCMS (g/dia): consumo de matéria seca; ^hCZn (g/dia): consumo de zinco; ⁱCFe (g/dia): consumo de ferro; ^jCMn (g/dia): consumo de manganês; ^lCCu (g/dia): consumo de cobre; ^lEPM: erro padrão da média.

O aumento da densidade energética da dieta promoveu maior GMD, resultando em peso corporal final superior dos animais que receberam dietas com maior nível energético. Este comportamento deve-se ao maior aporte de nutrientes nas dietas com maiores níveis de concentrado, bem como da maior digestibilidade dessas, uma vez que há redução no teor de FDN.

O consumo de zinco e ferro aumentou linearmente, enquanto o consumo de cobre reduziu linearmente e o consumo de manganês apresentou resposta quadrática: Zn (mg/dia) = $-19,285 + 28,188 \text{ EM}$ ($R^2 = 0,776$); Fe (mg/dia) = $-44,378 + 49,429 \text{ EM}$ ($R^2 = 0,761$); Cu (mg/dia) = $0,601 + 0,882 \text{ EM}$ ($R^2 = 0,569$); Mn (mg/dia) = $-153,669 + 268,708 \text{ EM} - 73,526 \text{ EM}^2$ ($R^2 = 0,8874$).

O conteúdo corporal de gordura aumentou linearmente ($P = 0,005$) com o aumento dos níveis de energia metabolizável na dieta, e ao mesmo tempo observou-se redução linear ($P = 0,006$) no conteúdo corporal de água (Tabela 4). O conteúdo corporal de proteína, zinco, ferro, manganês e cobre não foram influenciados pelos níveis de energia metabolizável da dieta.

Tabela 4. Composição corporal de ovinos da raça Somális Brasileira.

Item	Referência	Nível de EM na dieta (Mcal/kg MS)					EPM	P-valor	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q
Água (%)	58,63	59,13	55,91	56,12	52,43	55,67	0,539	0,006	0,016
Gordura (%)	15,88	17,66	20,25	21,29	26,17	21,56	0,654	0,005	0,020
Proteína (%)	18,90	18,67	19,65	19,05	19,02	18,92	0,307	0,794	0,704
Zinco (mg/kg)	20,61	16,79	19,26	19,89	20,51	18,03	0,055	0,184	0,115
Ferro (mg/kg)	42,63	34,39	39,95	37,82	39,08	34,32	0,159	0,761	0,391
Manganês (mg/kg)	1,15	0,72	0,86	1,07	0,77	0,47	0,008	0,616	0,103
Cobre (mg/kg)	0,74	2,18	0,76	1,08	0,76	0,77	0,016	0,150	0,120

Fonte: Lima *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média.

O aumento no conteúdo corporal de gordura pode ser relacionado ao aumento do consumo de nutrientes decorrente do aumento dos níveis energéticos das dietas. Assim os animais tinham maior aporte de nutrientes que foram direcionados para a formação de tecido adiposo.

O conteúdo corporal de gordura nesse estudo foi superior aos relatados por outros autores trabalhando com ovinos deslançados em condições tropicais (Gonzaga Neto *et al.*, 2005; Regadas Filho *et al.*, 2013). Essa diferença pode ser explicada pelas diferenças raciais onde no presente estudo utilizou-se ovinos da raça Somális Brasileira, caracterizados por acumular gordura corporal como reserva energética.

Segundo Berg e Butterfield (1976), o tecido adiposo contém menor quantidade de água quando comparado com outros tecidos, assim há uma relação inversa entre deposição de gordura e água no corpo do animal.

A partir dos dados da composição corporal, foram determinadas equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos elementos minerais, em função do logaritmo do PCVZ, para cordeiros dos 15 aos 30 kg de PC (Tabela 5).

Tabela 5. Equações alométricas para estimativa da composição corporal (mg/kg PCVZ) de ovinos da raça Somalis Brasileira.

Variável	Equação de regressão	R ²	EPM	P-Valor
PCVZ (kg)	PCVZ = -3,048 + 0,956 PC	0,98	0,022	<0,001
Zn (mg)	Log Zn = 1,540 + 0,777 Log PCVZ	0,71	0,019	<0,001
Fe (mg)	Log Fe = 1,950 + 0,810 Log PCVZ	0,58	0,022	<0,001
Mn (mg)	Log Mn = 0,324 + 0,766 Log PCVZ	0,25	0,033	0,002
Cu (mg)	Log Cu = 0,428 + 0,706 Log PCVZ	0,18	0,037	0,013

Fonte: Lima *et al.* (2024).

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

A baixa concentração dos microminerais no corpo dos animais pode ter causado dispersão dos dados, verificando-se que os ajustes das equações para alguns microminerais foram reduzidos, apesar de significativos. O conteúdo corporal de Zn, Fe, Mn e Cu por kg de PCVZ foram estimados a partir das equações alométricas para estimativa da composição corporal (Tabela 6).

Tabela 6. Estimativa de concentração de microminerais em função do peso de corpo vazio (PCVZ).

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

Fonte: Lima *et al.* (2024).

O conteúdo corporal de microminerais apresentou redução com o aumento do PCVZ e PC. Esta redução deve-se a maior deposição de gordura corporal com o aumento do PC e aproximação da maturidade sexual, uma vez que o tecido adiposo contém menor quantidade de minerais em relação aos demais tecidos corporais (Clawson *et al.*, 1991).

Segundo McDowell (1992), as maiores concentrações dos microminerais encontram-se principalmente nos tecidos moles como pâncreas, fígado, baço, rins, glândulas acessórias e secreções do trato digestório, além do sangue.

Bellof *et al.* (2007), determinando concentrações de Zn, Fe, Mn e Cu nos tecidos muscular, ósseo e adiposo da carcaça de ovinos, observaram que estes encontravam-se em menor concentração no tecido adiposo em relação aos demais tecidos.

Mendes *et al.* (2010) relataram aumento na concentração corporal de Zn, Fe e Cu com o aumento do PC, com valores variando de 60,26 a 76,37; 133,44 a 126,98 e 10,78 a 16,72, mg/kg, respectivamente, para animais com 20 a 30 kg de peso corporal. Estas diferenças podem ser explicadas pelas diferenças entre as raças e o sistema de produção utilizado nos estudos.

Bellof *et al.* (2007), trabalhando com ovinos da raça Merino Alemão com PC variando de 15 a 50 kg relataram comportamentos variados nas concentrações de Zn, Fe, Mn e Cu, onde a concentração de Zn e Mn aumentaram de 25,3 a 28,8 e 0,51 a 0,79 mg/kg PCVZ, respectivamente. Enquanto a concentração de Fe e Cu apresentaram redução com o aumento do PC, apresentando variação de 32,9 a 28,0 e 2,1 a 1,6 mg/kg PCVZ, respectivamente.

Similarmente ao conteúdo de minerais no corpo vazio, o conteúdo de mineral no ganho apresentou redução com o aumento do PC (Tabela 7). Segundo Pereira Filho *et al.* (2008), a composição do ganho é variável durante o crescimento animal, sendo ainda

influenciada pela dieta, raça e idade.

Tabela 7. Equações de predição para o ganho e quantidade de microminerais depositada por quilograma de ganho de peso de PCVZ em ovinos da raça Somalis Brasileira.

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

Fonte: Lima *et al.* (2024).

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

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

Bellof *et al.* (2007) relataram valor médio de conteúdo de minerais depositados por kg de PCVZ de 25,70 mg de Zn; 27,6 mg de Fe; 1,79 mg de Cu e 0,69 mg de Mn, para animais de 18 a 30 kg PC. Esses resultados foram inferiores quando comparados aos obtidos neste estudo para Fe e Mn, e superiores para Zn e Cu.

O conteúdo de microminerais no ganho de peso de corpo vazio corresponde à sua exigência líquida para ganho de 1 kg de PCVZ. Para determinar as exigências líquidas de minerais para ganho de PC (Tabela 8), os dados de composição do ganho de peso foram divididos pelo fator de correção gerado a partir da relação entre o PC e PCVZ. A razão PC/PCVZ obtida neste trabalho foi 1,21, valor superior ao sugerido pelo ARC (1980) de 1,10 e inferior ao valor de 1,32 relatado por Cabral *et al.* (2008) trabalhando com ovinos Santa Inês em pastejo no Semiárido brasileiro.

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

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

utilizaram ovinos da raça Santa Inês em pastejo no Semiárido.

Tabela 8. Exigência líquida de minerais para ganho de peso corporal de ovinos Somalis Brasileira.

PC (kg)	GMD (g/dia)	Exigências líquidas de minerais (mg/dia)			
		Zn	Fe	Mn	Cu
15	100	1,30	3,77	0,08	0,08
	150	1,95	5,65	0,11	0,12
	200	2,59	7,53	0,15	0,15
20	100	1,20	3,52	0,07	0,07
	150	1,80	5,28	0,11	0,10
	200	2,40	7,04	0,14	0,14
25	100	1,13	3,35	0,07	0,06
	150	1,70	5,03	0,10	0,10
	200	2,26	6,70	0,13	0,13
30	100	1,08	3,22	0,06	0,06
	150	1,62	4,83	0,09	0,09
	200	2,16	6,45	0,13	0,12

Fonte: Lima *et al.* (2024).

PC: peso corporal; GMD: ganho médio diário.

As equações utilizadas para estimar as exigências de minerais para a manutenção foram significativas ($P < 0,001$) para todos os microminerais (Tabela 9).

As exigências líquidas de Zn, Fe, Mn e Cu para manutenção foram estimados como o intercepto entre o consumo e a retenção de minerais (mg/kg PCVZ), representando as perdas endógenas do elemento nas fezes, urina e retido no pêlo.

Tabela 9. Equações de regressão para estimar as exigências líquidas de manutenção de macrominerais.

Equações	R ²	EPM	P-Valor	mg/kg PC
Zn Ret.= -0,1613 (0,036) + 0,0938 (0,0166) Zn Ing.	0,54	0,025	<0,006	0,133
Fe Ret.= -0,3288 (0,044) + 0,1183 (0,013) Fe Ing.	0,74	0,072	<0,001	0,271
Mn Ret.= -0,0038 (0,001) + 0,0022 (0,001) Mn Ing.	0,53	0,003	<0,026	0,003
Cu Ret.= -0,0185 (0,004) + 0,2013 (0,038) Cu Ing.	0,51	0,004	<0,001	0,015

Fonte: Lima *et al.* (2024).

Ret: retido, mg/kg PCVZ; Ing: ingerido, mg/kg PCVZ; R²: coeficientes de determinação e EPM: erro padrão da média.

No presente estudo, os requisitos de manutenção de Zn, Fe, Mn e Cu foram 2,66; 5,43; 0,06 e 0,31 mg/dia, para animais com 20 kg de PC. Os requisitos de manutenção também foram calculados usando as equações adotadas pelo NRC (2007), obtendo valores de 1,52

mg de Zn/dia; 0,28 mg de Fe/dia e 0,04 mg de Mn/dia para animais com 20 kg de PC. Essas diferenças devem-se ao fato do NRC (2007) estimar as exigências nutricionais baseadas em animais, raças, sistemas de produção, alimentos e ambientes distintos dos utilizados neste estudo, o que influencia as exigências nutricionais.

CONCLUSÃO

A composição corporal variou de 20,19 a 16,82 mg de Zn; 56,23 a 48,12 mg de Fe; 1,20 a 0,99 mg de Mn; 1,31 a 1,03 mg de Cu por kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC.

As exigências líquidas de ganho foram 12,00 mg de Zn; 35,21 mg de Fe; 0,70 mg de Mn e 0,69 mg de Cu por kg de ganho de PC para animais com 20 kg de PC.

Por fim, as exigências de manutenção foram estimadas em 0,133 mg de Zn; 0,271 mg de Fe; 0,003 mg de Mn e 0,015 mg de Cu/kg de PC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock**. Technical review. London: Agricultural Research Council Working Party, 1980.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15th ed. Virginia: Arlington, 1990.

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

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. New York: J. Wiley. p. 240. 1976.

CABRAL, P. K. A.; SILVA, A. M. A.; SANTOS, E. M. J.; MARQUES, K. B.; GONZAGA NETO, S.; PEREIRA FILHO, J. M. Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em pastejo no semi-árido. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 59-65, 2008.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

CLAWSON, A. J.; GARLICH, J. D.; COFFEY, M. T.; POND, W. G. Nutritional, physiological, genetic, sex, and age effects on fat-free dry matter composition of the body in avian, fish,

and mammalian species: a review. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 9, p. 3617-3644, 1991.

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**. Gainesville: University of Florida, 2000.

LEE, J.; Masters, D. G.; White, C. L.; Grace, N. D.; Judson, G. J. Current tissues in trace element nutrition of grazing livestock in Australia and New Zealand. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, p. 1341-1364. 1999.

LOFGREEN, G. P.; W. N. GARRETT. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 27, p. 793-806, 1968.

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

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais: enfatizando o Brasil**. 3. ed. Gainesville: Universidade da Flórida, 93 p. 1999.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2007.

PEREIRA FILHO, J. M.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ALEJANDRO-YÁÑEZ, E.; FERREIRA, A. C. D. Carcass traits and tissue allometry in Boer×Saanen kids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 905-912. 2008.

REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; MEDEIROS, N. A.; FONTENELE, R. M. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v. 109, n. 2, p. 107-112. 2013.

RESENDE, K. T.; SILVA, H. G. O.; LIMA, L. D.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, suplemento especial, p. 161-177, 2008.

SAS. **SAS System for Windows**, Release 9.1 (TS1M3). SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA. 2003.

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

UNDERWOOD E. J. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 2nd ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, p. 102-103. 1981.

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

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

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Cornell Nutrition Conference Feed Manufactures**, 61th Proceedings, Cornell University, Ithaca, p. 176–185. 1999.