

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE MACROMINERAIS PARA
CRESCIMENTO EM CABRITOS SAANEN DE DIFERENTES
SEXOS**

Alana Nunes Mendonça
Zootecnista

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE MACROMINERAIS PARA
CRESCIMENTO EM CABRITOS SAANEN DE DIFERENTES
SEXOS**

Alana Nunes Mendonça

Orientador: Prof^a. Dr^a. Izabelle Teixeira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias . Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Julho de 2013

Mendonça, Alana Nunes
M409e Exigências líquidas de macrominerais para crescimento em
cabritos Saanen de diferentes sexos/ Alana Nunes Mendonça. . .
Jaboticabal, 2013
vi, 40p. ;28 cm

Dissertação (mestrado) . Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - 2013
Orientadora: Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira
Banca examinadora: Márcia Helena Fernandes, Marcos Jácome
de Araújo
Bibliografia

1. Caprinos 2. Minerais. 3. Exigência de crescimento. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.3:636.087

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da
Informação ó Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de
Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ALANA NUNES MENDONÇA . filha de Bento Luiz Mendonça e Vera Lúcia Nunes, nascida em Araraquara, São Paulo, no dia 08 de outubro de 1984. Em Março de 2006, iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal . SP, onde foi por 2 anos bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), assim como estagiária do laboratório de Estudos em Caprinocultura por 4 anos. Fez estágio curricular no Laboratório de Fisiologia Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, graduando-se em Janeiro de 2011. Em Março do mesmo ano, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, Área de Concentração em Produção Animal, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp - *Campus* de Jaboticabal sob orientação da Prof^a. Dr^a. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira, durante o mestrado foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). No início do ano de 2013 tornou-se Gerente de Projetos do Instituto AEQUITAS em Araraquara.

Conquistas da vida

*"Pedras no caminho me fazem tropeçar
Mas me levanto e continuo caminhando
Tenho muitos obstáculos pela frente
Não me intimido e vou continuando.*

*Depois de tanto caminhar
Chego ao meu destino
Olho para trás e vejo tudo que passou
E sei que valeu a pena.*

*Pois chegou o final
O ponto de chegada
E terei que voltar de onde vim
E recomeçar minha caminhada.*

*A vida é assim, cada conquista
É resultado de nossa caminhada
Cheia de obstáculos
Que enfrentamos sem reclamar.*

*Mas na vida não a só uma conquista
Nem só uma caminhada
Para cada conquista feita
É uma caminhada realizada.*

*Não desista por que
Cada pedra que tropeçamos
É menos um erro a ser feito
Há mais uma conquista a ser conseguida."*

Sabrina Sousa

Ofereço

À minha família...

Paí, mãe e Isa!! Obrigada pelo apoio de sempre, por acreditarem e darem valor a cada coisa que eu conquisto em minha vida!! Obrigada pelos ensinamentos da vida, se hoje sou quem sou.... é por vocês!

Dedico

Ao meu marido (Thiago)...

Juntos descobrimos a paixão de adolescente...brigamos, amamos, choramos, amamos, erramos, amamos, acertamos, amamos mais ainda...crescemos ... e hoje, se eu sei o que é realmente um amor maduro, é porque você me ensinou!! Hoje somos um no corpo de dois.

Obrigada por me fazer a mulher mais feliz do mundo!! Te amo!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro à essa %FORÇA+ que me faz querer sempre seguir em frente, mesmo quando já não há mais aquela luz lá no fundo pra te fazer acreditar.

Agradeço a FCAV, pelos 7 anos de formação não só profissional, mas também pessoal, parte do que me tornei aprendi nesses anos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP . Processo nº 2011/05176-4) pelo auxílio concedido para realização do experimento e pela bolsa de estudos.

Agradeço a prof. Izabelle, por ter aceitado ser minha orientadora mais uma vez, agora no mestrado. Obrigada por acreditar em minha capacidade, em me oferecer desafios, pois foi através desses desafios que consegui chegar onde eu queria.

Em especial à Dra. Márcia H.M.R Fernandes e ao prof. Marcos Jácome de Araújo por ter aceitado fazer parte da banca examinadora e pelas sugestões oferecidas!!

Obrigada a todos que fazem ou fizeram parte da caprino...um grupo de excelência!! Essa união é o que nos motiva a continuar adiante. É difícil agradecer cada um separadamente!! Cada um de vocês tem um lugar especial no meu coração, podem acreditar!! Não é fácil começar uma nova etapa da vida sem esse grupo te sustentando.... a saudade é muito grande!!

Oscar e Lisi, obrigada por sempre estarem dispostos a me ajudar quando precisei, a distância é apenas um detalhe!!

Amigas queridas (Giu, Ka, Ina, Li)!!!Amos vocês!! Obrigada por me ouvirem nos bons e maus momentos, por tudo que passamos durante esses 7 anos. Estou indo embora da facul e não da vida de vocês, ta?!

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS E FIGURAS	ii
LISTA DE ABREVIATURAS	iv
Resumo	v
Abstract	vi
CAPÍTULO 1 . CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução.....	1
2. Minerais.....	2
3. Macrominerais.....	3
3.1. Cálcio e fósforo	4
3.2. Magnésio	7
3.3. Sódio e potássio	8
4. Referências Bibliográficas.....	11
CAPÍTULO 2 . Exigências Líquidas de macrominerais para crescimento em cabritos saanen de diferentes sexos.....	15
2. Material e métodos	16
2.1. Local.....	16
2.2. Animais e instalações.....	16
2.3. Período pré experimental.....	17
2.4. Período experimental	18
2.5. Processamento das amostras para composição corporal.....	21
2.6. Análises Químicas.....	21
2.7. Determinação da composição corporal e exigência de macrominerais para ganho em peso.....	22
2.8. Delineamento experimental e as análises estatísticas	22
3. Resultados.....	24
4. Discussão	31
5. Conclusão.....	37
6. Referências Bibliográficas.....	38

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1 . Considerações Gerais.....	1
Tabela 1: Dados de exigência líquida de Cálcio encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.....	6
Tabela 2: Dados de exigência líquida de Fósforo encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.....	7
Tabela 3: Dados de exigência líquida de Magnésio encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.....	8
Tabela 4: Dados de exigência líquida de Sódio encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.....	10
Tabela 5: Dados de exigência líquida de Potássio encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.....	11
CAPÍTULO 2 -Exigências líquidas de macrominerais para crescimento em cabritos saanen de diferentes sexos.....	15
Tabela 1. Composição média e características físico-químicas do leite de cabra com respectivos desvios-padrão.....	18
Tabela 2. Composição química dos ingredientes da ração experimental, expressas na matéria seca.....	20
Tabela 3. Idade, pesos e composição corporal de cabritos Saanen de diferentes sexos abatidos aos 5, 10 e 15 Kg de peso corporal (\pm erro padrão médio).....	25
Tabela 4. Composição corporal em cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) expressos na matéria natural (MN) e matéria seca desengordurada (MS des) em porcentagem no peso de corpo vazio de cabritos Saanen de diferentes sexos abatidos aos 5, 10 e 15 Kg de peso corporal (\pm erro padrão médio).....	27
Tabela 5. Composição corporal em cálcio (% PCV) de caprinos Saanen de diferentes condições sexuais, abatidos aos 5, 10 e 15 kg de peso corporal (\pm erro padrão médio).....	28

Tabela 6. Equações de regressão para estimar a composição corporal de macrominerais de caprinos Saanen de diferentes condições sexuais na fase inicial do crescimento.....	28
Tabela 7. Exigência líquida de ganho (g/kg PCV) de cálcio, magnésio, fósforo, sódio e potássio em cabritos Saanen em função do sexo e abatidos aos 5, 10 e 15 kg de peso corporal.....	29
Figura 1. Exigências líquidas para ganho em peso (g/kg PC ganho) de cálcio (a), fósforo (b), magnésio (c), sódio (d) e potássio (e), em caprinos Saanen de diferentes sexos e abatidos aos 5, 10 e 15 kg de peso corporal.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS

C	Castrado
Ca	Cálcio
EB	Energia bruta
EE	Extrato etéreo
F	Fêmea
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
GPC	Ganho de peso corporal
GPCV	Ganho de peso de corpo vazio
K	Potássio
Log	Logaritmo
M	Macho
Mg	Magnésio
MN	Matéria Natural
MS	Matéria seca
MS des	Matéria seca desengordurada
Na	Sódio
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
PC	Peso corporal
PCi	Peso corporal inicial
PCf	Peso corporal final
PCV	Peso de corpo vazio
PCVi	Peso de corpo vazio inicial
PCVf	Peso de corpo vazio final
RMSE	Raiz quadrada do erro

EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE MACROMINERAIS PARA CRESCIMENTO EM CABRITOS SAANEN DE DIFERENTES SEXOS

RESUMO É A existência de grandes divergências nas pesquisas referentes a macrominerais corroboram com a necessidade de mais estudos que avaliem as exigências de minerais, e em caprinos em crescimento esta necessidade torna-se ainda mais veemente, desta forma tem-se por objetivo determinar as exigências de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) para ganho em peso em cabritos Saanen de diferentes sexos, utilizando a técnica do abate comparativo. Foram utilizados 48 animais da raça Saanen, sendo 18 fêmeas, 18 machos inteiros e 12 machos castrados com o peso corporal (PC) variando de 5 a 15 kg. Para a determinação da composição corporal foi utilizado o método direto, aplicando a equação alométrica logaritimizada ($\text{Log } y = a + b \text{ Log } x$), e para a estimativa das exigências foi realizado o método de abate comparativo. O delineamento experimental utilizando foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 que incluiu três pesos para o abate (5, 10 e 15 kg) e três condições sexuais (fêmeas, machos inteiros e machos castrados). Os dados foram analisados como modelos mistos, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS. As equações para a estimativa da composição corporal em Ca e Mg foram diferentes para fêmeas comparada aos machos e castrados. As exigências líquidas de macrominerais para ganho em peso de Ca e Mg foram menores para as fêmeas. Em geral, a exigência dos minerais aumentou com o aumento de peso corporal. No período de 5 a 15kg de peso corporal, os machos inteiros e castrados apresentam maiores exigências em Ca e Mg comparado com as fêmeas.

Palavras-chave: abate comparativo, caprinos, composição corporal, minerais

NET MACROMINERAL REQUIREMENTS FOR SAANEN GOATS OF DIFFERENT GENDERS

ABSTRACT – Divergences in the studies on macrominerals corroborate the need for further studies to assess mineral requirements of growing goats, especially evaluating the effect of gender on it. The objective was to determine calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), sodium (Na) and potassium (K) requirements for body weight gain of Saanen goat kids, using the comparative slaughter technique. A total of 48 Saanen goat kids, 18 doelings, 18 male and 12 male castrates with body weight (BW) ranging from 5 to 15 kg were used. At the beginning of the experiment six males and six females were slaughtered (BW = 5.0 ± 0.5) kg body weight, castrated males were not slaughtered at 5.0 kg BW, because the castration occurred at about 15 days old, approximately the same age in which animals reached 5 kg BW, then the male goat kids slaughtered at 5 kg BW were considered to develop the equations of castrated and intact male goat kids. The rest of the kids of each gender were randomly assigned to two treatment groups (slaughter weight, around 10 and 15 kg BW). The experiment was conducted using a completely randomized design in a factorial arrangement 3 x 3 (slaughter weight and gender) and the data were analyzed using PROC MIXED. Body composition was estimated using the allometric equation ($\text{Log } y = a + b \text{ log } x$). The equations for estimating body composition in Ca, Mg and Na were different for the gender studied. Net Ca and Mg requirements for gain were lower for females, while intact and castrated males presented higher sodium requirement. We did not find differences on P and K net requirements for gain between gender.

Keywords: comparative slaughter, goats, body composition, minerals

CAPÍTULO 1 É CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

A procura por produtos de origem caprina nos países desenvolvidos e em desenvolvimento tem proporcionado aumento no número de produtores, sendo esses encontrados em sua maioria nas regiões em desenvolvimento (SAHLU & GOETSCH, 2005). Concomitante ao aumento no interesse por caprinos pode-se observar que houve também avanços científicos referentes a esta espécie em todas as áreas do conhecimento. Na nutrição, por exemplo, as recomendações de energia e proteína, são provenientes de ensaios conduzidos com caprinos de diferentes raças e propósitos produtivos. Entretanto, apesar do avanço científico, a maior parte das informações presentes na literatura com respeito às exigências nutricionais de minerais são dados extrapolados de outras espécies, constituindo uma lacuna do conhecimento.

Dentre todos os nutrientes necessários para obtenção de uma eficiente forma de alimentação estão os minerais, que correspondem a aproximadamente 4% do peso corporal e são essenciais para todos os animais, exercendo influência direta em funções vitais no organismo, refletindo no desempenho animal (DAYRELL, 1993). Deficiências de um ou mais elementos minerais podem resultar em desordens nutricionais sérias, levando o animal a desempenho produtivo e reprodutivo aquém de seu potencial (MIRANDA et al., 2006). As exigências nutricionais de macroelementos minerais são geralmente, estimadas pelo método fatorial (ARC, 1980), o qual baseia-se nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal para atender o crescimento ou desempenho; no caso da gestação leva-se em consideração a retenção de minerais nos produtos da gestação; na lactação leva-se em consideração a secreção de minerais no leite.

Muitos são os fatores que influenciam na determinação das exigências minerais, como fatores ambientais, consumo, peso, idade e genótipo dos animais (CONRAD et al., 1985). Assim como esses fatores, o sexo também influencia na determinação da exigência mineral, pois está diretamente relacionado à deposição de gordura. Sabe-se que maiores deposições desta reduzem, proporcionalmente,

as de minerais e, conseqüentemente, seus requerimentos pelos animais, já que a concentração destes elementos inorgânicos no tecido adiposo é menor que nos músculos e ossos (MIRANDA et al., 2006). Sendo assim, machos castrados, geralmente, são menos exigentes em elementos minerais que os não-castrados (FONTES, 1995). Portanto, é esperado que fêmeas apresentem menores deposições de minerais, seguido dos machos castrados, e estes, menos que os machos não-castrados.

Pesquisas realizadas no Brasil foram, em sua maioria, realizadas com apenas um ou dois sexos. Por exemplo, Costa et al. (2003) utilizaram fêmeas sem raça definida (SRD), porém com pesos muito superiores ao deste estudo, aproximadamente 42 kg, Nóbrega et al. (2009) utilizaram machos ½ Bôer ½ SRD com peso inicial de 15 kg. Queiroz et al. (2000) e Carvalho et al. (2003) estimaram as exigências em fósforo em caprinos machos e castrados, porém estes já estavam em estágio superior de maturidade. Em pesquisas mais recentes, Araújo et al. (2010) utilizaram animais castrados da raça Moxotó e com peso inicial de 15 kg. Diante do exposto, fica evidente a necessidade de pesquisas de exigências nutricionais de macrominerais de cabritos Saanen em diferentes condições sexuais.

2. Minerais

Segundo Underwood e Suttle (1999), os minerais possuem grande importância na nutrição dos animais, pois participam na constituição de enzimas, secreções e hormônios, assim como, fazem o papel de transportadores. Dayrell (1993) destacou que os elementos minerais são essenciais ao metabolismo orgânico, atuando no corpo animal como constituinte das estruturas esqueléticas, regulação do equilíbrio ácido-base, componente ou ativador enzimático e de outras unidades ou sistemas biológicos.

A composição corporal de minerais depende das proporções dos tecidos ósseo, muscular e adiposo, os quais não aumentam na mesma proporção durante o crescimento (ALMEIDA et al., 2001), ocorrendo decréscimos na proporção de água e de minerais no corpo durante a fase de crescimento (BERG e BUTTERFIELD, 1976). A concentração dos elementos inorgânicos no tecido adiposo é menor em

relação aos ossos e músculos, conseqüentemente, maiores deposições de gordura reduzem as deposições de minerais e seus requisitos pelos animais (PAULINO et al., 1999). Portanto, fatores que modificam a composição do ganho, como tipo de dieta, sexo, grupo genético, idade e peso dos animais, podem afetar a composição mineral e, conseqüentemente, os requerimentos líquidos para ganho (PAULINO et al., 1999).

Exigências de macroelementos minerais podem ser determinadas pelo método fatorial, o qual estabelece níveis de exigência líquida para um animal nas fases de manutenção, crescimento, gestação e produção (ARC, 1980; MESCHY, 2000). Para tanto, a análise da composição corporal pode ser realizada pelo método direto, ou análise química dos tecidos do animal, sendo esse o método mais preciso e acurado (RESENDE et al., 2005).

A toxicidade de alguns minerais é um problema potencial. Portanto, identificar as exigências em minerais, bem como, o nível máximo de tolerância (i.e. nível na dieta que, quando consumido por um determinado período de tempo, não prejudica o desempenho do animal) faz-se necessário (NRC, 2005). Sabendo que o sexo é um dos fatores que influenciam as exigências de minerais, Fontes (1995) observou que, em bovinos, animais castrados foram menos exigentes em elementos minerais em relação aos não-castrados e animais de maturidade precoce foram menos exigentes em elementos minerais em relação aos de maturidade tardia.

3. Macrominerais

Os minerais contidos em quantidades relativamente grandes, ou seja, em concentrações maiores que 100 ppm são chamados de macrominerais, como o cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), e sódio (Na) (MCDOWELL, 2003). Os macrominerais representam um componente essencial na dieta de ruminantes e influenciam de modo marcante sua produtividade, pois atuam como cofatores essenciais para utilização de outros elementos como energia e proteína pelo organismo animal, além de não serem sintetizados pelo organismo animal, devendo ser fornecidos diariamente de forma balanceada, na alimentação (SILVEIRA, 1988).

Dentre as deficiências macrominerais mais comuns e que apresentam grandes limitações metabólicas em ruminantes são, cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio (MORAES et al., 1999).

3.1. Cálcio e fósforo

O cálcio e o fósforo, entre outras funções, são responsáveis pela formação do tecido ósseo e devem estar disponíveis na dieta em quantidades e proporções adequadas para atender às necessidades dos animais em relação à idade, raça, categoria ou situação fisiológica e sistema de produção adotado (BAIÃO et al., 2003).

O cálcio é um nutriente decisivo na formulação de ração para todas as espécies animais de produção e sua deficiência em animais jovens leva ao retardo do crescimento e desenvolvimento, podendo levá-los ao raquitismo (NRC, 1981). A deficiência de fósforo resultará em crescimento retardado e aparência não saudável; isso é frequentemente acompanhado por baixos níveis de fósforo no sangue (NRC, 1981). Caprinos podem manter sua produção consumindo rações ligeiramente deficientes em Ca e P, por meio da mobilização de suas reservas corporais, entretanto, se o fornecimento de P for de 20% do total de suas exigências por dois meses, a produção decresce em 60%, a mortalidade de cabritos salta de 7%, com um suprimento adequado de P, para 62% em sua deficiência (RIBEIRO, 1997).

Para que estes minerais sejam assimilados pelo organismo animal, é necessário o fornecimento de nível adequado de ambos minerais na dieta, pois o excesso ou deficiência de um interfere na própria utilização do outro (CAVALHEIRO e TRINDADE, 1992). Segundo McDowell (2003), o cálcio e o fósforo constituem 70% dos minerais e estão presentes principalmente nos ossos e dentes. Com o avanço da idade, em consequência da redução na taxa de crescimento ósseo e o maior tamanho do corpo, reduz-se a necessidade de cálcio e aumenta-se a de fósforo, segundo mineral mais abundante no organismo animal, com 80 a 85% presentes nos ossos e dentes e o restante distribuído em tecidos moles (THOMPSON e WERNER, 1976).

O cálcio e o fósforo normalmente são estudados conjuntamente, devido à interdependência nutricional e ao associado metabolismo existente entre estes dois elementos (BAIÃO, 2002). A relação Ca:P da dieta tem fundamental importância na manifestação de urolitíase em caprinos (RIET-CORREA,2008). Este mesmo autor afirmou que a relação mínima entre Ca e P da dieta para caprinos em crescimento deve ser 2:1 e a relação ideal, 3:1, para e evitar problemas de urolitíase, porém há trabalhos que utilizaram uma menor proporção desses minerais e não observaram problemas de urolitíase em seus animais.

A quantidade de cálcio exigida por caprinos para ganho em peso possui grandes variações entre as linhas de pesquisa. O AFRC (1998) recomenda a adoção de valores exigidos por bovinos, de 10,9 a 16,2 g Ca/kg de peso corporal (PC) ganho, a causa de não recomendar os valores exigidos pelos ovinos é devido ao fato dos caprinos apresentarem uma maior proporção de ossos, sendo, portanto a utilização desses valores subestimados para a espécie caprina. O ARC (1980) considerou que a composição corporal em minerais é constante e independente do peso do animal, sendo utilizado o valor de 14 g Ca/kg de peso de corpo vazio (PCV) ganho. Pesquisas realizadas no Brasil possuem valores muito distintos entre si, devido ao fato de existirem diferenças entre faixa de idade, peso e raça (Tabela 1).

Tabela 1. Dados de exigência líquida de Cálcio encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.

Referência	Recomendação (g/kg PC ganho)	Raça	Faixa de peso	Sexo
		$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$		
RESENDE, 1989	10,38 a 12,15 g	(Alpina/Toggenburg)	5 a 25 kg	Macho
		$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$		
RIBEIRO, 1995	8,4 a 9,4 g	(Alpina/Toggenburg)	5 a 15 kg	Machos
SOUSA, 1998	6,99 a 6,76 g	Alpina;	18 a 26 kg	Machos
FERREIRA, 2003	2,93 a 1,80 g	Saanen;	20 a 35 kg	Machos
TEIXEIRA, 2004	9,1 a 7,9 g	Boer x Saanen	5 a 25 kg	Machos
OLIVEIRA, 2007	9,03 a 9,88 g	Saanen	5 a 20 kg	Machos
FERNANDES, 2012	5,61 a 6,03 g	$\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen	20 a 35 kg	Machos
NRC, 2007	9,4 g			

Assim como para os valores de Ca, dados oriundos de ovinos e bovinos são utilizados para ajustes nas exigências de P em caprinos (NRC, 2007). O ARC (1980) e NRC (1981) consideraram a quantidade de P exigida por caprinos em crescimento constante e igual à de ovino e bovino, sendo sugerido o valor de 6 g de P/kg de PCV ganho. No entanto, o valor preconizado pelo NRC (2007) para caprinos é de 6,5 g P/kg PC ganho. Embora os caprinos apresentem maior proporção de osso no corpo em relação aos ovinos, provavelmente em função da maior concentração de P na saliva e melhor reciclagem de P pela mesma (KESSLER, 1991), necessitam de menor quantidade de P para o ganho em peso (NRC, 2007). Os valores encontrados no Brasil estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Dados de exigência líquida de Fósforo encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.

Referência	Recomendação (g/kg PC ganho)	Raça	Faixa de peso	Sexo
		$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$		
RESENDE, 1989	7,18 a 6,89 g	(Alpina/Toggenburg)	5 a 25 kg	Machos
		$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$		
RIBEIRO, 1995	5,20 a 5,50 g	(Alpina/Toggenburg)	5 a 15 kg	Machos
SOUSA, 1998	5,86 a 6,43 g	Alpina;	18 a 26 kg	Machos
FERREIRA, 2003	4,93 a 3,47 g	Saanen;	20 a 35 kg	Machos
TEIXEIRA, 2004	6,0 a 5,0 g	Boer x Saanen	5 a 25 kg	Machos
OLIVEIRA, 2007	7,59 a 7,79 g	Saanen	5 a 20 kg	Machos
FERNANDES, 2012	4,61 a 4,68 g	$\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen	20 a 35 kg	Machos
NRC, 2007	6,5 g			

3.2. Magnésio

O magnésio está diretamente associado ao cálcio e ao fósforo, tanto na distribuição como no seu metabolismo, e exerce funções essenciais ligadas aos sistemas enzimáticos, particularmente aquele do metabolismo dos carboidratos e lipídios, é requerido na oxidação celular e exerce grande influência na atividade neuromuscular (MCDOWELL, 1999). Está largamente distribuído na natureza, e a quantidade que está contida no corpo é cerca de 70% nos ossos, 29% intracelular e 1% no fluido extracelular, é importante para a integridade dos ossos e dentes e, nos tecidos moles é essencial para a respiração celular e atividade neuromuscular (CONRAD et al., 1985). Em geral, os ossos contêm cerca de 2 g de Mg por kg de material fresco e a relação Ca:Mg é 55:1, enquanto que os músculos contêm 190 mg de Mg/kg (MCDOWELL, 2003). O Mg está associado a funções de produção de energia (e.g. fosforilação oxidativa, formação de ATP), síntese de moléculas essenciais (e.g. carboidratos, lipídios, ácidos nucleicos e proteínas), é componente estrutural de membranas celulares, cromossomos e ossos, transporte de íons e sinalização celular (UNDERWOOD e SUTLLE, 1999; NRC, 2007).

A deficiência de Mg manifesta-se clinicamente por retardo no crescimento, hiperirritabilidade e tetania, vasodilatação periférica, calcificação dos tecidos moles e retenção de placenta (em conjunto com a deficiência de vitamina E), anorexia, falta de coordenação muscular e convulsões (RIBEIRO,1997; UNDERWOOD e SUTLLE, 1999).

As exigências em Mg variam de acordo com a espécie, raça, idade, taxa de crescimento e produção. O ARC (1980) sugere o valor de 0,45 g Mg/kg PCV ganho, já o NRC (2007), com estimativas baseadas no método fatorial, sugere o valor de 0,40 g/kg PC ganho, semelhante aos de ovinos que é de 0,41 g/kg PC ganho. Dados acerca da exigência líquida de magnésio encontrados no Brasil estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Dados de exigência líquida de Magnésio encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.

Referência	Recomendação (g/kg PC ganho)	Raça	Faixa de peso	Sexo
RESENDE, 1989	0,40 a 0,42 g	$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$ (Alpina/Toggenburg)	5 a 25 kg	Macho
RIBEIRO,1995	0,30 g	$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$ (Alpina/Toggenburg)	5 a 15 kg	Machos
FERREIRA, 2003	0,72 a 0,58 g	Saanen;	20 a 35 kg	Machos
TEIXEIRA, 2004	0,34 a 0,37 g	Boer x Saanen	5 a 25 kg	Machos
OLIVEIRA, 2007	0,56 a 0,47 g	Saanen	5 a 20 kg	Machos
FERNANDES, 2012	0,25 a 0,27 g	$\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen	20 a 35 kg	Machos
NRC, 2007	0,40 g			

3.3. Sódio e potássio

O sódio e o potássio são essenciais à vida, tendo como principais funções a regulação do balanço osmótico celular, o equilíbrio ácido-base e atuam em diversos sistemas enzimáticos e balanço hídrico do organismo (McDOWELL, 1999).

O sódio tem a função de manter a pressão osmótica e regular o equilíbrio ácido-base e está envolvido, especificamente, no metabolismo da água, absorção

de nutrientes e transmissão de impulsos nervosos (CONRAD et al., 1985). O potássio é o terceiro elemento mineral mais abundante no corpo animal, representando aproximadamente 0,3% da matéria seca do corpo, os quais 2/3 estão localizados na pele e músculo e se faz presente em uma variedade de funções fisiológicas como já citado.

O sódio, através do sal comum (cloreto de sódio) é talvez o mineral mais comumente suplementado aos animais. Quando oferecido à vontade, caprinos podem consumir sal acima das suas exigências, mas sem aparentes efeitos nocivos. Animais que não recebem sal suficiente podem demonstrar depravação de apetite e até mesmo consumir terra (NRC, 1981). O cloreto de sódio também é importante para a formação da bile, que auxilia na digestão de gorduras, e para a formação do ácido clorídrico do suco gástrico, vital para a digestão de proteína. A sua deficiência acarreta perda de apetite, emagrecimento, diminuição da produção de leite, pelos grossos e olhos sem brilho. Os sintomas de deficiência aguda incluem tremor, debilidade e distúrbios cardíacos, podendo ocasionar o óbito. O excesso causa diarreias e tumores musculares (RIBEIRO, 1997).

Deficiências marginais de potássio resultam em diminuição da ingestão de alimentos, crescimento retardado e redução da produção de leite. Deficiências mais severas causam emaciação e musculatura flácida. Pesquisas realizadas no Brasil nos mostram a divergência entre as exigências líquidas de sódio (Tabela 4).

Tabela 4. Dados de exigência líquida de Sódio encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.

Referência	Recomendação (g/kg PC ganho)	Raça	Faixa de peso	Sexo
		$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$		
RESENDE, 1989	1,20 a 1,12 g	(Alpina/Toggenburg)	5 a 25 kg	Macho
		$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$		
RIBEIRO, 1995	0,90 g	(Alpina/Toggenburg)	5 a 15 kg	Machos
FERREIRA, 2003	0,44 a 0,29 g	Saanen;	20 a 35 kg	Machos
TEIXEIRA, 2004	0,90 a 0,45 g	Boer x Saanen	5 a 25 kg	Machos
OLIVEIRA, 2007	0,84 a 0,46 g	Saanen	5 a 20 kg	Machos
FERNANDES, 2012	0,57 a 0,53 g	$\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen	20 a 35 kg	Machos
NRC, 2007	1,60 g			

Com relação ao K, o ARC (1980) utiliza valor constante de 2 g de K por kg ganho em PCV, independente do animal. A recomendação feita pelo NRC (2007) para caprinos em crescimento é de 2,4 g K/kg ganho PC, valor superior ao preconizado para ovinos em crescimento (1,8 g K/kg ganho PC). Os dados referentes ao potássio estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Dados de exigência líquida de Potássio encontrados em pesquisas desenvolvidas com animais da espécie caprina.

Referência	Recomendação (g/kg PC ganho)	Raça	Faixa de peso	Sexo
		$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$		
RESENDE, 1989	1,47 a 1,22 g	(Alpina/Toggenburg)	5 a 25 kg	Macho
		$\frac{1}{2}$ SRD x $\frac{1}{2}$		
RIBEIRO, 1995	0,70 a 1,00 g	(Alpina/Toggenburg)	5 a 15 kg	Machos
FERREIRA, 2003	0,63 a 0,42 g	Saanen;	20 a 35 kg	Machos
TEIXEIRA, 2004	2,02 a 0,99 g	Boer x Saanen	5 a 25 kg	Machos
OLIVEIRA, 2007	1,32 a 0,79 g	Saanen	5 a 20 kg	Machos
FERNANDES, 2012	1,01 a 0,90 g	$\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen	20 a 35 kg	Machos
NRC, 2007	2,40 g			

As divergências discorridas acima corroboram com a necessidade de mais estudos que avaliem as exigências de minerais em caprinos em crescimento.

4. Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock.** London, Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 351p, 1980.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical Committee on Responses to Nutrients**, Report 10. The nutrition of goats. Ag. Food Res. Council. Nutr. Abstr. Rev. (Series B) 67, 806. 815, 1998.

ALMEIDA, M.I.V. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas e dietéticas de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos mestiços Holandês-Gir em ganho compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.849-857, 2001.

ARAUJO, M.J., et al. Mineral requirements for growth of Moxotó goats grazing in the semi-arid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, v.93, p.1-9, 2010.

BAIÃO, E. A. M. **Composição corporal e exigências em macrominerais (Ca, P, Mg, K e Na) para ganho em peso de cordeiros Santa Inês e seus cruzamentos**

com Bergamácia, Ile de France e Texel. 2002. 92 f. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

BAIÃO, E.A.M. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo para ganho em peso de cordeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1370-1379, 2003

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

CARVALHO, F.F.R., et al. Perda endógena e exigência de fósforo para a manutenção de cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.32, n.2, p. 411-417, 2003.

CAVALHEIRO, A.C.L, TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo.** Porto Alegre: Sagra-DC Luzzato. 141p. 1992.

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

COSTA R.G., et al. Exigências de minerais para cabras durante a gestação: Na, K, Mg, S, Fe e Zn. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.2, p.431-436, 2003.

DAYRELL, M.S. Suplementação mineral para vacas de leite de alta produção. In: Mini-simpósio do colégio brasileiro de nutrição animal. Nutrição e alimentação de gado leiteiro, 9., Valinhos. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1993. p.71-81. 1993.

FERNANDES, M. H. M. R., K. T. Resende, L. O. Tedeschi, I. A. M. A. Teixeira, J. S. Fernandes, Jr. Macromineral requirements for the maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal Animal Science**.v.90, p.1. 9, 2012.

FERREIRA, A.C.D. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macrominerais de caprinos Saanen em crescimento.** 2003, 86 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. **Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de ruminantes**, v. 1, p.419-455. 1995.

KESSLER, J. **Mineral nutrition of goats.** Goat Nutrition, 46: 104. 119, 1991.

McDOWELL, L. R. **Minerals in Animal and Human Nutrition. Minerals in Animal and Human Nutrition.** Elsevier Science BV, 2ª ed, 644 p. 2003.

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

MESCHY, F. **Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats.** Livest. Prod. Sci. 64(1):9-14. 2000.

MIRANDA, E. N. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais de bovinos Caracu selecionados e Nelore selecionados ou não para peso ao sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1201-1211, 2006.

MORAES, S.S.; et al. Deficiências de microelementos em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.19, p.19-33, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL . NRC. Nutrient requirements of goats - Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. **National Academy Press**, Washington D.C., 91p. 1981.

NUTRIENT REQUIREMENTS COUNCIL . NRC. Mineral tolerance of animals. 2nd rev. ed. Washington, DC, **The National Academy Press**, 2005.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF SMALL RUMINANTS: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids - NRC. **The National Academy Press**. Washington, DC, 362p. 2007.

OLIVEIRA, D. **Composição corporal e exigências em macrominerais para ganho em peso de cabritos Saanen.** 2007. 37 f Monografia. (Graduação em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

PAULINO, M.F. et al. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.3, p.634-641, 1999.

QUEIROZ, A. C., et al. Exigências Nutricionais de Caprinos da Raça Alpina em Crescimento. 1. Exigência Nutricional de Fósforo para Manutenção: Perdas Endógenas e Abate Comparativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.4, p.1205-1215, 2000.

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

RESENDE, K.T.; FERNANDES, M.H.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Exigências nutricionais de caprinos e ovinos. **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v. 42, p.114-135, 2005.

RIBEIRO, S. D. de A. **Composição corporal e exigências em energia e proteína e macrominerais de caprinos mestiços em fase inicial de crescimento.** 1995. 101 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) . Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

RIBEIRO, S. D. A. **Caprinocultura: Criação racional de caprinos**. São Paulo: Nobel, p. 71-79. 1997.

RIET-CORREA, F., Simões, S. D. V. e Vasconcelos, J. S. Urolitíase em ovinos e caprinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 28 n. 6, p. 319-322, 2008.

SAHLU, T. & GOETSCH, A.L. A foresight on goat research. **Small Ruminant Research**, v.60, p.7-12, 2005.

SILVEIRA, A. C. Papel e importância dos minerais na produção de ovinos. SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA, v. 1, p. 34-56. 1988.

SOUSA, H. M.H., et al. Exigências nutricionais de caprinos da raça Alpina em crescimento. 3. Exigências nutricionais de energia, proteína, cálcio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.198-202, 1998.

TEIXEIRA, A.M.A. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004, 91 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) . Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

THOMPSON, D.J.; WERNER, J.C. Cálcio, fósforo e flúor na nutrição animal. In: **Simpósio Latino Americano Sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens**, p.1-10. 1976.

UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. Third ed. Midlothian, UK, pp. 283. 392, 1999.

CAPÍTULO 2 É EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE MACROMINERAIS PARA CRESCIMENTO EM CABRITOS SAANEN DE DIFERENTES SEXOS

1. Introdução

O crescimento e desenvolvimento dos animais são determinados em função da idade, assim como da taxa de crescimento dos tecidos. A partir das diferentes proporções desses tecidos, que possuem desenvolvimento distinto, é obtida a composição corporal dos animais, principal ferramenta para a determinação das exigências nutricionais (ALMEIDA et al., 2001). Conseqüentemente, as variações na composição corporal conduzem a diferenças nas exigências de nutrientes, tais como os minerais, que se encontram em maior proporção nos ossos e músculos em relação ao tecido adiposo, dessa forma, animais jovens que apresentam maior proporção de tecido ósseo e muscular, será mais exigente em relação aos animais adultos que possuem em sua composição corporal, maiores proporções de tecido adiposo.

Existem ainda, diferenças no crescimento entre machos e fêmeas, implicando aos machos maior absorção de nutrientes, determinando maior potencial de crescimento, carcaças mais magras e com maior musculatura em relação às fêmeas (JACOBS et al., 1972). Pesquisas sobre exigências de macroelementos minerais de caprinos realizadas no Brasil abordam em sua maioria estudos com apenas um sexo e pesos superiores a 15 kg de peso corporal (QUEIROZ et al. 2000, COSTA et al. 2003, CARVALHO et al. 2003, ARAÚJO et al., 2010 e FERNANDES et al., 2012), não possibilitando resultados conclusivos sobre o efeito do sexo nas exigências de minerais.

Com base nessa escassez de informação, o objetivo deste estudo foi determinar as exigências nutricionais de macrominerais para cabritos Saanen macho, fêmea e castrado em fase inicial de crescimento.

2. Material e métodos

Ao longo do texto, os machos não castrados serão chamados apenas de machos, os machos castrados serão chamados apenas de castrados. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de animais (CEBEA), protocolo nº 008919-08.

2.1. Local

Este estudo foi realizado na UNESP - Jaboticabal . SP, nas dependências do Laboratório de Estudos em Caprinocultura, com média de temperatura (°C) máxima de 31,6 e mínima de 24,5 e umidade relativa (%) máxima de 68,2 e mínima de 21,5. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório Multiusuário de Nutrição Animal, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da FCAV/Unesp.

2.2. Animais e instalações

Foram utilizados 47 animais da raça Saanen com peso corporal (PC) inicial de $5,2 \pm 0,61$ kg, sendo 18 fêmeas, 19 machos e 10 castrados. A idade inicial média foi $17,8 \pm 5,7$; $23,5 \pm 4,1$ e $23,8 \pm 4,7$ dias para fêmeas, machos e castrados respectivamente. Dos 47 animais, 6 machos e 6 fêmeas, escolhidos aleatoriamente, foram abatidos com peso corporal médio de $5,2 \pm 0,61$ kg, no início do experimento. Não foram abatidos os animais castrados no início do experimento (5 kg de PC) pelo fato de não haver tempo hábil para efeito da castração na composição corporal, pois o período máximo entre a castração e o início do experimento (5 kg) foi em média duas semanas. Outros 6 machos, 6 fêmeas e 6 castrados foram abatidos com PC médio de $9,9 \pm 1,65$ kg. O restante dos animais foram abatidos quando atingiram em média $15,2 \pm 1,04$ kg de PC. Os animais foram alojados em gaiolas suspensas com cocho individual para alimentos sólidos e bebedouro para

cada dois animais. Ao ingressarem no experimento os animais foram pesados semanalmente, sempre antes do fornecimento da alimentação matinal.

2.3. Período pré experimental

Durante o período pré-experimental, compreendido entre o nascimento e o momento em que atingissem 5kg de PC, os animais foram alimentados 2 vezes ao dia com leite da espécie caprina, sem qualquer nível de restrição alimentar através de mamadeiras individuais. Nos dois primeiros dias de vida, os animais receberam colostro três vezes ao dia, conferindo assim imunidade passiva aos mesmos. Diante da grande quantidade de animais a serem aleitados simultaneamente foi implantado um banco de leite para o armazenamento de todo o excedente da produção leiteira do Setor de Caprinocultura da UNESP/FCAV.

Para tal, todo excedente foi acondicionado em sacos plásticos com capacidade para 10L, devidamente identificado com o tipo de leite e data de congelamento e em seguida estocado em câmara fria sob a temperatura de -12°C , de forma que pudesse ser retirado, descongelado e utilizado à medida que fosse necessário para alimentar os animais ao longo do experimento. Importante ressaltar que antes do armazenamento, o leite foi submetido à termização (tratamento térmico de 56°C por 60 minutos) prevenindo assim a proliferação de agentes potencialmente causadores de enfermidades e permitindo um aumento do período de conservação. A composição média e características físico-químicas do leite fornecido ao longo do experimento são apresentadas na Tabela 1, encontrando-se dentro da normalidade para a espécie.

Tabela 1. Composição média e características físico-químicas do leite de cabra com respectivos desvios-padrão.

Parâmetro	Média	Desvio-padrão
Proteína bruta - N total (%)	3,29	0,34
Lipídios (%)	3,74	0,65
Lactose (%)	4,33	0,25
Cinzas (%)	0,71	0,09
Cálcio (%) ¹	0,76	0,04
Fósforo (%) ¹	0,98	0,07
Sódio (%) ¹	0,27	0,05
Potássio (%) ¹	1,15	0,08
Água (%)	88,36	1,34
Densidade a 15°C	1,0329	0,0018
pH	6,651	0,072
Acidez °D	16,09	1,09
Teor de cloretos (g%)	0,169	0,053
Crioscopia °H	-0,570	0,008
Sólidos totais (%)	11,59	1,20
Sólidos desengordurados (%)	7,78	1,09
Extrato seco total (%)	12,45	0,79
Extrato seco desengordurado (%)	8,89	0,38

¹ Composição mineral por ICP-OES após digestão ácida em aquecimento condutivo.

2.4. Período experimental

2.4.1. Aleitamento e Desaleitamento

Os mesmos cuidados tomados com o leite durante o período pré-experimental foram adotados com o leite utilizado para o aleitamento durante o período experimental. O aleitamento foi realizado com fornecimento de duas refeições diárias às 07h e as 18h, com controle de sobras a cada refeição (Tabela

1). Os cabritos foram aleitados até os 50 dias de idade, sendo que o processo de desaleitamento foi iniciado aos 34 dias de idade.

Idade (dias)	Manhã	Tarde	Total
01 a 33	750 mL	750 mL	1.500 mL
34 a 38	500 mL	1000 mL	1.500 mL
39 a 43	0 mL	1500 mL	1.500 mL
44 a 50	0 mL	750 mL	750 mL
após 50	FORNECIDO APENAS ALIMENTO SÓLIDO		

2.4.2. Período experimental e alimentação sólida

No período experimental os animais continuaram sendo alimentados à vontade. Com dieta similar, a qual foi formulada visando atender as exigências nutricionais de cabritos leiteiros com ganho de 150 g/dia de peso corporal (PC), de acordo com as recomendações do NRC (2007). O alimento sólido foi oferecido sob forma de ração completa onde o volumoso utilizado foi o feno da planta de milho (colhida no ponto de silagem, picada e seca ao sol até o ponto de feno) e o concentrado a base de milho triturado, farelo de soja, melaço de cana, mistura mineral e óleo de soja, em relação volumoso/concentrado de 47:53 (na matéria seca) (Tabela 2).

Tabela 2. Composição química dos ingredientes da ração experimental, expressas na matéria seca.

Ingrediente	%	MS%	%MS								
			PB	EB ¹	FDN	FDA	Ca	P	Mg	Na	K
Feno de milho	46,9	95,93	8,85	3993,89	50,99	26,32	0,14	0,94	0,17	0,02	2,27
Farelo de soja	19,3	96,18	50,57	4348,74	23,5	12,41	0,26	1,09	0,32	0,14	5,76
Milho moído	25,9	95,61	10,23	3997,62	21,51	3,65	0,03	0,95	0,11	0,01	0,66
Melaço	4,3	94,62	3,44	3039,65	-	-	4,79	0,14	0,47	0,01	3,4
Núcleo mineral	2	96,45	0,12	-	-	-	18,92	6,85	7,36	2,52	0,11
Calcário calcítico	0,8	99,93	0,11	-	-	-	47,63	0,52	0,22	0,01	0,01
Óleo de soja	0,8	100,0	-	9700	-	-	-	-	-	-	-
Total	100	95,9	16,5	3717,7	31,0	13,8	1,06	1,00	0,33	0,09	2,39

¹ EB= Energia bruta (Kcal/kg MS); MS= Matéria seca; PB= Proteína bruta; FDN= = fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; Núcleo Mineral (%), Ca=18,92, P=29,33, Mg=7,36, Na=2,52 e K=0,1; Ca= Cálcio; P= Fósforo; Mg= Magnésio; Na= Sódio; K= Potássio.

2.4.3. Mensuração do consumo

A ração foi oferecida em duas refeições diárias, em torno das 7h e às 18h, de forma a garantir 20% de sobras. O consumo dos animais foi mensurado diariamente a partir da pesagem da quantidade oferecida e recusada, com o auxílio de balança digital com precisão de 10 g.

2.4.4. Procedimentos de abate

Os animais foram pesados imediatamente antes do abate. Os abates foram realizados mediante insensibilização e em seguida, foram sacrificados por hipovolemia através da sangria por secção das veias jugulares e artérias carótidas. Preventivamente, após a sangria, foi realizada secção da medula espinhal na articulação atlanto-occipital para maior insensibilização neuro-motora. Depois de constatada a morte do animal (i.e. ausência de reflexos palpebrais, interdigitais, lingual e anal), foi realizada a abertura cavitária do animal para retirada e separação de todos os órgãos, sempre no sentido crânio-caudal. Todos os órgãos foram

pesados separadamente, primeiramente com conteúdo e posteriormente vazios para determinação do peso de corpo vazio (PCV), o qual foi encontrado subtraindo do peso ao abate, o peso do conteúdo do trato gastrintestinal, bexiga e vesícula biliar.

2.5. Processamento das amostras para composição corporal

Inicialmente, todas as partes do corpo ainda congeladas foram picadas em pequenos cubos medindo em média 6 cm x 6 cm com o auxílio de serra de fita (i.e. aparelho de serra fita coluna com potência de 1HP e lâmina tipo 282). Em seguida as amostras foram moídas quatro vezes, a cada moagem a amostra foi intensamente homogeneizada, até que, após a quarta moagem, foi realizada uma homogeneização final de todo o corpo moído e retiradas três amostras de aproximadamente 50 g cada, armazenadas em placas de Petri plásticas e encaminhadas para liofilização. Após desidratadas, as amostras foram encaminhadas para realização das análises químicas.

2.6. Análises Químicas

As amostras de cada animal foram liofilizadas por 72 horas e posteriormente moídas em moinho de bola. Após essa moagem foram determinados os teores de matéria seca (MS) (AOAC, 1990; método número 930.15), proteína (PB) via método de combustão de Dumas (Leco model FP . 528 LC, Leco Corporation), como descrito por ETHERIDGE et al. (1998), extrato etéreo (EE) (AOAC, 1990, método número 920.39) e minerais.

Para determinação dos minerais, as amostras de corpo vazio e ingredientes da ração foram submetidas a digestão nitro-perclórica (AOAC, 1990; método número 935.13). Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram determinados por

absorção atômica (AOAC, 1990; método número 935.13), os de sódio (Na) e potássio (K) foram determinados por emissão atômica (Fritz e Schenk, 1979) e o de fósforo (P) foi determinado por colorimetria (AOAC, 1990; método número 965.17).

2.7. Determinação da composição corporal e exigência de macrominerais para ganho em peso

A predição da composição corporal foi obtida por meio de equação alométrica logaritimizada que tem como variável dependente a quantidade do componente (Ca, P, Mg, K, Na) presente no corpo vazio e variável independente o PCV (Equação 1) segundo método descrito pelo ARC (1980).

$$\text{Log}_{10}(\text{peso do componente, g}) = a + b \times \text{log}_{10}(\text{PCV, kg}) \quad [1]$$

Onde peso do componente é a quantidade total do mineral no PCV e PCV é o peso de corpo vazio.

A exigência líquida para ganho foi obtida através da derivada da equação de regressão do logaritmo da quantidade do componente presente no corpo vazio, em função do logaritmo do PCV (Equação 2).

$$\text{Conc. Componente} = b \times 10^a \times \text{PCV}^{(b-1)} \quad [2]$$

Onde, conc. componente é a concentração do mineral por unidade de GPCV, g/kg ganho; PCV é o peso de corpo vazio, e a e b são parâmetros determinados pela equação alométrica logaritimizada da composição corporal (Equação 2).

2.8. Delineamento experimental e as análises estatísticas

O experimento foi montado utilizando o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 (3 pesos ao abate e 3 sexos), conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + S_j + RS_{ij} + e_{(ij)}; \text{ em que:}$$

μ = média geral

R_i = efeito relativo ao peso ao abate, $i=5, 10, 15$

S_j = efeito relativo ao sexo, $j=\text{Macho, fêmea ou castrado}$

RS_{ij} = interação peso ao abate x sexo

$e_{(ij)}$ = erro associado a cada Y_{ij}

Tanto para a composição corporal como para as equações de exigências, as diferenças entre os sexos foram declaradas após a presença de interação entre a variável independente e o sexo através do comando CONTRAST em que foram testados os interceptos e slopes das equações de regressão. Quando não havia interação os slopes e o intercepto da equação foi estimado a partir do comando ESTIMATE do procedimento Proc Mixed do SAS.

Os dados de exigências de macrominerais para cada sexo foram analisados utilizando-se a metodologia dos modelos lineares mistos, com máxima verossimilhança restrita, por meio do procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS 9.2, sendo utilizado o sexo como variável classificatória. Para testar as equações alométricas logaritimizadas ($\log y = a + b \log x$), foi utilizado o modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + G_i + b_1 X_1 + b_2 X_1^2 + e_{ij}$; onde:

Y_{ij} = logaritmo do nutriente

μ = média geral

G_i = efeito relativo ao sexo

b_1 = coeficiente de regressão

X_1 = logaritmo do peso de corpo vazio

e_{ij} = erro aleatório, pressuposto NID ($0; \sigma^2$)

3. Resultados

Não foi observado efeito significativo da interação entre sexo e peso ao abate para composição em nutrientes no corpo vazio em cabritos Saanen no início do crescimento ($P > 0,05$; Tabela 3). Foi observada relação inversamente proporcional entre a composição de gordura e água no corpo vazio; a proporção de água decresceu em média 8%, enquanto que a proporção de gordura no corpo vazio aumentou em 118%, à medida que o peso corporal dos cabritos aumentou de 5 para 15 kg (Tabela 3).

Tabela 3. Idade, pesos e composição corporal de cabritos Saanen de diferentes sexos abatidos aos 5, 10 e 15 Kg de peso corporal (\pm erro padrão médio). $\pm 5,7$; $\pm 4,1$ e $\pm 4,7$ dias para fêmeas, machos e castrados.

Variável	Sexo			Peso Corporal			P		
	Castrados	Fêmeas	Machos	5	10	15	Sexo	Peso Corporal	S x PC
Idade inicial	23,8($\pm 4,7$)	17,8 ($\pm 5,7$)	23,5 ($\pm 4,1$)	-	21,6($\pm 10,8$)	24,1($\pm 9,5$)	-	-	-
PCi ¹	5,30($\pm 0,92$)a	4,90(± 86)b	5,10(± 84)ab	5,17(± 86)	5,13(± 86)	5,05(± 91)	-	-	-
PCf ² (kg)	10,4($\pm 0,25$)	9,8($\pm 0,24$)	10,4($\pm 0,23$)	5,3($\pm 0,24$) ^c	10,0($\pm 0,24$) ^b	15,3($\pm 0,25$) ^a	0,09	<0,0001	0,14
PCV ³ (kg)	8,0($\pm 0,4$) ^{ab}	7,7($\pm 0,4$) ^b	8,5($\pm 0,3$) ^a	4,3($\pm 0,22$) ^c	8,1($\pm 0,22$) ^b	11,9($\pm 0,22$) ^a	0,09	<0,0001	0,34
PC: PCV	1,30	1,27	1,22	1,16	1,23	1,26			
	% PCV								
Água	61,66($\pm 0,70$)	60,75($\pm 0,64$)	61,10($\pm 0,63$)	63,56($\pm 0,64$) ^a	61,72($\pm 0,64$) ^b	58,23($\pm 0,68$) ^c	0,63	0,0001	0,88
Matéria seca	38,34($\pm 0,70$)	39,25($\pm 0,64$)	38,90($\pm 0,63$)	36,44($\pm 0,64$) ^c	38,28($\pm 0,64$) ^b	41,77($\pm 0,68$) ^a	0,63	0,0001	0,88
Proteína	24,60($\pm 0,59$)	24,68($\pm 0,68$)	25,17($\pm 0,16$)	25,30($\pm 0,47$)	24,89($\pm 0,47$)	24,26($\pm 0,50$)	0,66	0,32	0,68
Cinzas	5,35($\pm 0,18$)	5,42($\pm 0,16$)	5,52($\pm 0,16$)	5,39($\pm 0,16$)	5,29($\pm 0,16$)	5,61($\pm 0,17$)	0,79	0,40	0,66
Gordura	8,30($\pm 0,45$)	8,83($\pm 0,42$)	7,9($\pm 0,41$)	5,38($\pm 0,42$) ^c	7,90($\pm 0,42$) ^b	11,74($\pm 0,44$) ^a	0,30	<0,0001	0,10

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0.05).

PCi¹ = peso corporal no início do experimento, PCf² = peso corporal no final do experimento, PCV³ = peso de corpo vazio, relação de PC:PCV.

Não houve efeito significativo da interação sexo e peso ao abate para a composição de minerais no corpo vazio, exceto para o cálcio expresso como porcentagem do peso de corpo vazio ($P > 0,05$; Tabela 4).

Os machos apresentaram menor proporção de fósforo no PCV seco e desengordurado que os castrados, em contrapartida, as fêmeas apresentaram maior proporção de sódio no PCV seco e desengordurado ($P < 0,05$) comparado aos machos. A proporção de Mg e K no corpo vazio não diferiu entre sexos (Tabela 4).

Em geral a porcentagem de fósforo e magnésio (% PCV e % MS desengordurada) foi menor para os animais abatidos aos 5 kg de peso corporal ($P < 0,05$; Tabela 4).

Os machos e castrados apresentaram maior proporção de cálcio aos 15 kg de peso corporal ($P < 0,05$; Tabela 5). Por outro lado, as fêmeas apresentaram menor proporção de cálcio aos 5 kg de peso corporal ($P < 0,05$; Tabela 5) comparadas aos machos e castrados.

Tabela 4. Composição corporal em cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) expressos na matéria natural (MN) e matéria seca desengordurada (MS des) em porcentagem no peso de corpo vazio de cabritos Saanen de diferentes sexos abatidos aos 5, 10 e 15 Kg de peso corporal (\pm erro padrão médio).

Variável	Sexo			Peso Corporal			P		
	Castrado	Fêmea	Macho	5 kg	10 kg	15 kg	Sexo	Peso Corporal	S x PC
Macromineral % PCV									
P	1,15(\pm 0,03)	1,11(\pm 0,03)	1,04(\pm 0,03)	1,00(\pm 0,03) ^b	1,09(\pm 0,03) ^b	1,21(\pm 0,03) ^a	0,07	0,0003	0,38
Mg	0,05(\pm 0,002)	0,05(\pm 0,002)	0,06(\pm 0,002)	0,05(\pm 0,002) ^b	0,06(\pm 0,002) ^a	0,06(\pm 0,002) ^a	0,95	0,04	0,22
Na	0,20(\pm 0,008)	0,22(\pm 0,007)	0,20(\pm 0,007)	0,22(\pm 0,007)	0,21(\pm 0,007)	0,20(\pm 0,007)	0,07	0,32	0,64
K	0,28(\pm 0,02)	0,33(\pm 0,02)	0,31(\pm 0,02)	0,30(\pm 0,02)	0,31(\pm 0,02)	0,31(\pm 0,02)	0,11	0,84	0,80
Macromineral % MS desengordurada									
Ca	4,90(\pm 0,19)	4,94(\pm 0,18)	4,80(\pm 0,18)	4,53(\pm 0,19)	4,98(\pm 0,18)	5,12(\pm 0,19)	0,82	0,07	0,08
P	3,87(\pm 0,12) ^a	3,64(\pm 0,11) ^{ab}	3,37(\pm 0,11) ^b	3,22(\pm 0,11) ^c	3,60(\pm 0,11) ^b	4,07(\pm 0,11) ^a	0,009	<0,0001	0,23
Mg	0,18(\pm 0,007)	0,18(\pm 0,006)	0,18(\pm 0,006)	0,15(\pm 0,006) ^b	0,18(\pm 0,006) ^a	0,19(\pm 0,006) ^a	0,99	0,0003	0,16
Na	0,68(\pm 0,02) ^{ab}	0,74(\pm 0,02) ^a	0,66(\pm 0,02) ^b	0,70(\pm 0,02)	0,68(\pm 0,02)	0,69(\pm 0,02)	0,04	0,75	0,52
K	0,94(\pm 0,06)	1,09(\pm 0,05)	0,99(\pm 0,05)	0,97(\pm 0,05)	1,03(\pm 0,05)	1,02(\pm 0,05)	0,13	0,67	0,77

^{a,b,c} Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Tabela 5. Composição corporal em cálcio (% PCV) de caprinos Saanen de diferentes condições sexuais, abatidos aos 5, 10 e 15 kg de peso corporal (\pm erro padrão médio).

	5 kg	10 kg	15 kg
Ca (% MN)			
Macho	1,30(\pm 0,10) ^{bB}	1,52(\pm 0,10) ^{aAB}	1,63(\pm 0,09) ^{aA}
Fêmea	1,61(\pm 0,10) ^{aA}	1,59(\pm 0,12) ^{aA}	1,34(\pm 0,10) ^{bA}
Castrado	1,30(\pm 0,10) ^{bB}	1,45(\pm 0,10) ^{aAB}	1,62(\pm 0,13) ^{aA}

A, B, C Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

a,b,c Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Não foi encontrada diferença entre as equações de predição de peso de corpo vazio (kg) em função de peso corporal (kg) para os diferentes sexos, assim foi utilizada uma equação geral (Eq. [3]).

$$PCV = 0,58 (\pm 0,2) + 0,75 (\pm 0,02) PC \text{ (RMSE= 0,55)} \quad \text{Eq. [3]}$$

As equações de estimativa de composição corporal em Ca e Mg em função do logaritmo do PCV foram diferentes entre os machos e fêmeas ($P < 0,05$; Tabela 6). Por outro lado, não houve efeito de condição sexual para as equações de estimativa de composição corporal em P, Na e K de cabritos na fase inicial do crescimento.

Tabela 6. Equações de regressão para estimar a composição corporal de macrominerais de caprinos Saanen de diferentes condições sexuais na fase inicial do crescimento.

	5 kg	10 kg	15 kg	Equação	RMSE
Ca (g/kg PCV)					
Macho/Castrado	12,80	14,50	15,65	$\log Ca = 0,98(\pm 0,06) + 1,20(\pm 0,06) \log PCV$	0,071
Fêmea	15,75	14,52	13,82	$\log Ca = 1,28(\pm 0,08) + 0,87(\pm 0,09) \log PCV$	0,071
P (g/kg PCV)					
	9,96	11,07	11,81	$\log P = 0,89(\pm 0,04) + 1,17(\pm 0,04) \log PCV$	0,054
Mg (g/kg)					
Macho/Castrado	0,46	0,54	0,60	$\log Mg = -0,52(\pm 0,06) + 1,28(\pm 0,06) \log PCV$	0,066
Fêmea	0,54	0,54	0,54	$\log Mg = -0,26(\pm 0,07) + 0,99(\pm 0,08) \log PCV$	0,066
Na (g/kg)					
	2,16	2,07	2,02	$\log Na = 0,38(\pm 0,04) + 0,93(\pm 0,04) \log PCV$	0,060
K (g/kg)					
	2,98	2,96	2,95	$\log K = 0,48(\pm 0,07) + 0,99(\pm 0,07) \log PCV$	0,098

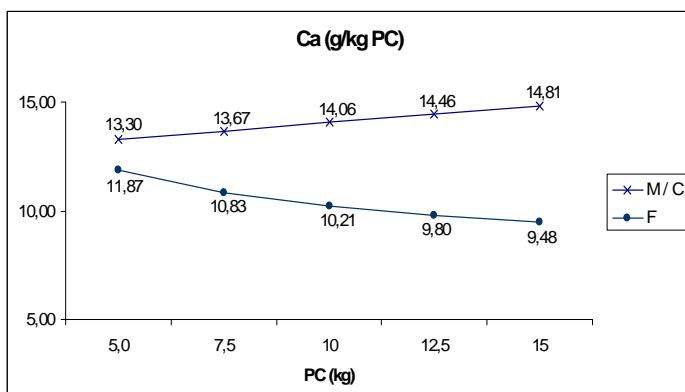
As fêmeas apresentaram composição do ganho em peso de corpo vazio de Ca e Mg inferiores aos machos e castrados ($P < 0,05$) (Tabela 7). A composição do ganho em peso de corpo vazio em P, Na e K não diferiram para cabritos de diferentes condições sexuais. Resultados similares foram obtidos para exigências líquidas de macrominerais para ganho em peso corporal (Figura 1).

Tabela 7. Composição do ganho em peso de corpo vazio (g/kg PCV ganho) de cálcio, magnésio, fósforo, sódio e potássio em cabritos Saanen de diferentes sexos, com peso corporal variando de 5 a 15 kg.

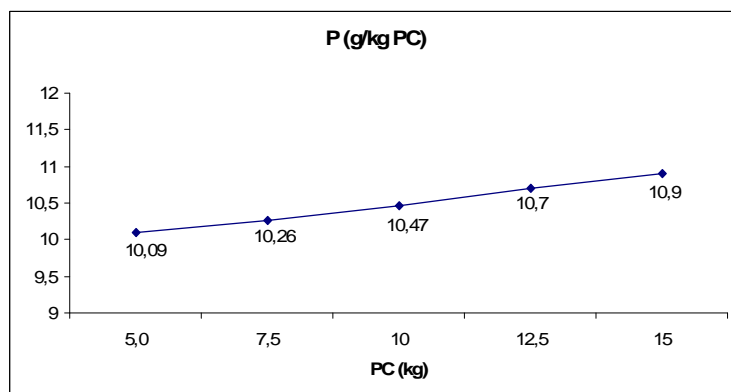
	PC					Equação
	5 kg	7,5 kg	10 kg	12,5 kg	15 kg	
Ca (g/kg PCV ganho)						
M / C	15,36	16,51	17,41	18,15	18,78	$Ca = 1,20 \times 10^{0,98} \times PCV^{0,20}$
F	13,70	13,07	12,63	12,3	12,02	$Ca = 0,87 \times 10^{1,28} \times PCV^{-0,13}$
Mg (g/kg PCV ganho)						
M / C	0,58	0,64	0,69	0,74	0,77	$Mg = 1,28 \times 10^{-0,52} \times PCV^{0,28}$
F	0,54	0,53	0,53	0,53	0,53	$Mg = 0,99 \times 10^{-0,26} \times PCV^{0,01}$
P (g/kg PCV ganho)						
M, F, C	11,65	12,38	12,95	13,42	13,82	$P = 1,17 \times 10^{0,89} \times PCV^{0,17}$
Na (g/kg PCV ganho)						
M, F, C	2,01	1,96	1,93	1,90	1,88	$Na = 0,93 \times 10^{0,38} \times PCV^{-0,07}$
K (g/kg PCV ganho)						
M, F, C	2,95	2,94	2,93	2,92	2,92	$K = 0,99 \times 10^{0,48} \times PCV^{-0,01}$

PC= Peso corporal; PCV= Peso de corpo vazio; M= Macho; C= Castrado; F= Fêmea

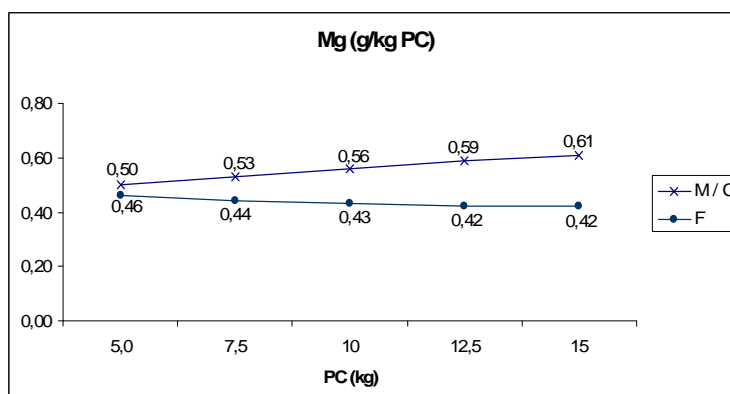
a)



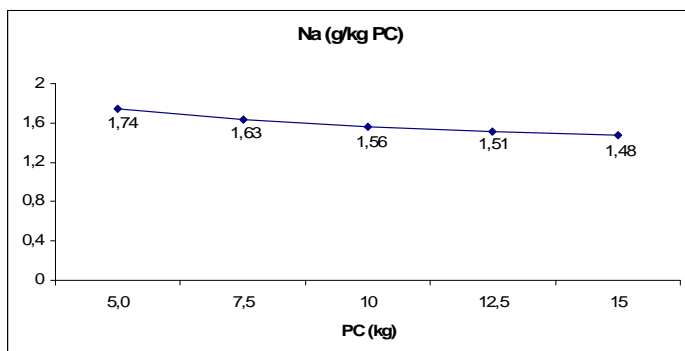
b)



c)



d)



e)

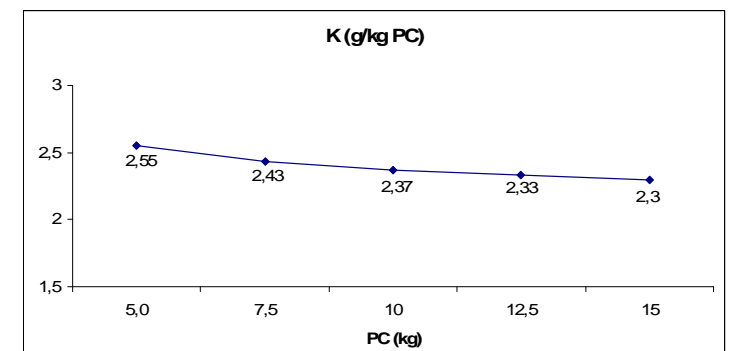


Figura 1. Exigências líquidas para ganho em peso (g/kg PC ganho) de cálcio (a), fósforo (b), magnésio (c), sódio (d) e potássio (e), em caprinos Saanen de diferentes sexos e abatidos aos 5, 10 e 15 kg de peso corporal.

4. Discussão

Neste estudo foram utilizados animais em sua primeira fase de crescimento, onde há uma condição muito particular em relação ao desenvolvimento dos tecidos, principalmente do ósseo que se encontra em maior proporção no início da curva do crescimento e posteriormente, mantém esse desenvolvimento constante (LAWRENCE E FOWLER, 2002). Na sequência, vem o crescimento do tecido muscular e por último o adiposo. Portanto, animais no início do crescimento irão apresentar maior proporção de tecido ósseo e muscular quando comparado ao animal em fase mais avançada de desenvolvimento, possuindo os melhores índices de conversão alimentar e ganho de peso em animais jovens, possuindo até 30% do peso de animais adultos (TAYLOR, 1985).

E sabendo que mais de 90% do Ca, 80% do P e 70% do Mg presentes no corpo do animal estão depositados no tecido ósseo (CONRAD et al.,1985; UNDERWOOD E SUTTLE, 1999) é esperado que haja aumento nestas proporções do nascimento até a fase inicial de crescimento. Esse fato, portanto, nos mostra que há deposição desses minerais neste estágio inicial de crescimento, conseqüentemente as concentrações de Ca, P e Mg aumentam, como observado neste estudo.

Logo após o nascimento, o corpo do animal apresenta a proporção de músculo e osso de 2:1, a qual aumenta cada vez mais com o desenvolvimento do animal. Nos tecidos, a composição química também é alterada com o aumento da idade. Como observado neste estudo, os conteúdos de água e proteína diminuem e aumenta a proporção de lipídios. Essa proporção inversa de gordura e água se dá pelo fato do tecido adiposo possuir somente 10% de água, enquanto que, o tecido muscular possui 78% de água na sua composição (BERG E BUTTERFIELD, 1976). Sabe-se também que maiores deposições de gordura reduzem, proporcionalmente, as de minerais e, conseqüentemente, as suas exigências pelos animais, já que a concentração destes elementos inorgânicos no tecido adiposo é menor que nos músculos e ossos (MIRANDA et al., 2006). Porém é observado um comportamento crescente na composição corporal de minerais dos animais deste experimento, exceto para o sódio que se mantém praticamente estável com o aumento de peso

corporal de maneira geral. Esse comportamento pode ser explicado considerando que os minerais quantificados estão presentes, na sua maior parte, nos ossos, indicando que os cabritos apresentaram, ainda, significativo crescimento do tecido ósseo independente da maior deposição de gordura.

As composições do ganho em peso de corpo vazio de cálcio, magnésio e fósforo variaram de forma semelhante com a composição corporal, ou seja, enquanto as concentrações de Ca, Mg e P aumentaram as de Na e K mantiveram-se estáveis. Estes valores foram superiores aos obtidos por Fernandes et al. (2012) e Araújo et al. (2010), podendo ser justificado devido ao fato dos animais apresentarem um peso inicial superior ao deste estudo, sendo eles 20 e 15 kg respectivamente e também serem de raças diferentes. Em contrapartida, a composição do ganho para o sódio e potássio se aproximaram ao preconizado pelo NRC (2007).

Em relação às exigências líquidas para ganho, foi observado um aumento na exigência de cálcio e magnésio para machos e castrados e fósforo com o aumento do PC, podendo ser atribuído novamente à elevada taxa de crescimento ósseo desses animais jovens. Nosso estudo sugere que em um primeiro estágio de vida, ou seja, quanto mais jovens, os animais necessitam de quantidades crescentes de alguns minerais para o desenvolvimento estrutural do corpo como o cálcio, fósforo e magnésio. Estes achados estão de acordo com o demonstrado por Carvalho et al. (2003), o que é contrário ao preconizado pelos sistemas ARC (1980) e NRC (1985), de que as exigências líquidas de macroelementos minerais são constantes e independem do peso do animal.

A concentração de cálcio no ganho de PC para machos, fêmeas e castrados encontrada nesta pesquisa variou de 9,48 a 14,81 g/kg PC, o fósforo, de 10,09 a 10,90 g/kg PC e o magnésio de 0,42 a 0,61 g/kg PC para animais com 5 a 15 kg de PC, respectivamente. Fazendo um paralelo entre as exigências líquidas para o ganho de cálcio e magnésio obtidas neste trabalho e àquelas citadas pelo NRC (2007), observa-se que as preconizadas são, aproximadamente, 23% inferiores, e para o fósforo 38% menor. Essa diferença observada pode ser devido ao fato do NRC (2007) ajustar os valores de caprinos a partir de dados oriundos de ovinos e bovinos, além disso, as informações foram oriundas de uma revisão feita por

Meschy (2000) que cita trabalhos realizados com animais acima de 15 kg de peso corporal. Estas diferenças, possivelmente, possam ser justificadas pelas diferentes raças, idades e condições experimentais, pelas quais esses dados foram gerados.

Nota-se que há uma divergência entre as exigências para ganho obtidas neste trabalho e os citados pela literatura, sendo esses valores acima dos obtidos em outros estudos. Essa divergência pode ser explicada também devido ao fato dos animais estarem em fase de crescimento muito inferior ao encontrado na maioria dos estudos (COSTA et al., 2003; ARAÚJO et al., 2010; FERNADES et al., 2012), onde a idade mínima é em torno de 4 meses, sendo a idade máxima dos animais aqui estudados de 100 dias. As estimativas das exigências líquidas de Ca, P, Mg, Na e K de diversos trabalhos conduzidos com caprinos, no Brasil, diferem entre si em sua grande maioria. Possivelmente, as diferenças nas estimativas das exigências líquidas de macronimerais deste trabalho, comparadas às do ARC (1980), AFRC (1998) e NRC (2007), são reflexo das diferenças existentes na composição corporal dos animais estudados.

AFRC (1991) relatou que a relação Ca: P é de 2,1 e 1,2 nos ossos e tecidos moles, respectivamente. A relação Ca: P encontrada neste estudo variou de 1,17 a 1,58, ficando próximo dos valores relatados por esta comissão. A correta proporção desta relação é muito importante, pois possuem um metabolismo em comum e associado a fatores como a vitamina D e o paratormônio, importantes no transporte desses elementos no sangue e na mobilização e fixação desses minerais nos ossos. A deficiência da vitamina D em animais jovens pode acarretar raquitismo (crescimento retardado) e, devido às alterações no metabolismo ósseo, fraqueza e dificuldade de se levantar ou deitar (ZEOULA et al., 2006).

Para o Na e K foi observado uma constância na exigência quando expressa no peso de corpo vazio, em contrapartida, quando essa exigência é expressa em ganho no peso corporal, há diminuição da exigência com o aumento do peso. A inter-relação existente entre esses dois minerais deve-se pelas funções de regulação do balanço osmótico celular, o equilíbrio ácido-base e atuarem em diversos sistemas enzimáticos e balanço hídrico do organismo (MCDOWELL, 1999). De acordo com Ahmed et al. (2000) as concentrações de Na normalmente

diminuem com a idade, em parte devido à diminuição no conteúdo extracelular que ocorre entre o nascimento e puberdade.

Como discutido anteriormente, a composição corporal e, conseqüentemente, as exigências de macrominerais variam, principalmente, em função da proporção de ossos na carcaça e concentração de gordura, que, por sua vez, são influenciadas por idade do animal, raça, grupo genético, sexo, manejo alimentar e condições climáticas (WEBSTER, 1986; OWENS et al. 1993). Portanto, os valores de exigências para caprinos preconizados pelo ARC (1980), AFRC (1998) e NRC (2007) devem ser utilizados com certa cautela, uma vez que estes resultados foram obtidos a partir de raças, idades, condições climáticas e alimentação diferentes, podendo ter interferência desses fatores na exigência dos animais.

Em relação ao sexo, Mendonça (2010) estudando caprinos em fase inicial de crescimento observou que a partir dos 10 kg de peso corporal, as fêmeas iniciam um maior depósito de gordura comparada com machos e castrados, essa maior proporção de gordura depositada nas fêmeas demonstra como essas tendem a depositar gordura mais precocemente, seguidas dos animais castrados, o que reflete nas exigências líquida de minerais para ganho, que foram menores nas fêmeas, uma vez que a gordura dilui essa quantidade de macrominerais presentes em seu corpo. Essa maior concentração de gordura no corpo das fêmeas relatada na literatura (MENDONÇA, 2010) influenciou diretamente as concentrações de Ca e Mg, apresentando valores decrescentes com o aumento do peso corporal e inferiores aos machos e castrados.

As concentrações superiores de Ca e Mg nos machos pode ser explicada pelo hormônio masculino testosterona, que promove crescimento muscular e esquelético, determinando maior potencial de crescimento, carcaças mais magras e com maior musculatura nos machos inteiros em relação às fêmeas (JACOBS et al., 1972). Acredita-se que a semelhança nas exigências de minerais para ganho entre machos e castrados pode ser explicada pelo curto tempo de castração que esses animais possuíam, não sendo um interferente nesta fase inicial de crescimento. Diferentemente das fêmeas, a composição em gordura de castrados nesta fase não diferiu dos machos, sendo sua composição corporal semelhante aos machos, espera-se que não haja diferença nas exigências. Jardim et al (2007) avaliando a

influência da castração em carcaças de ovinos, não observaram diferenças entre os machos e castrados quando abatidos aos 120 dias, o que reforça os resultados obtidos neste estudo, uma vez que a idade final dos animais foi aproximadamente 100 dias. Figueiredo et al. (1984) em experimento sobre o efeito da castração na taxa de crescimento e características de carcaça de caprinos da raça Moxotó, também concluíram que não houve efeito da castração sobre as características estudadas, não existindo diferenças significativas no desenvolvimento e características de carcaça entre os machos e castrados, corroborando com os resultados deste estudo.

Como já visto, as quantidades de cálcio e fósforo exigida por caprinos para ganho em peso apresentaram grandes variações entre as linhas de pesquisa. O AFRC (1998) recomenda a adoção de valores exigidos por bovinos, variando de 10,9 a 16,2 g Ca/kg de ganho PC, estando dentro dos valores relatados neste estudo para os diferentes sexos. Por outro lado, observou-se que a recomendação feita pelo ARC (1980) se aplica somente para as fêmeas, sendo essa recomendação inferior às quantidades de Ca/kg de ganho de PCV exigidas por machos e castrados (14 g Ca/kg de ganho de PCV), para o fósforo recomenda 6 g de P/kg de ganho de PCV, também inferior para os diferentes sexos. Gomes et al. (2011) encontraram em machos 10,65 a 11,67 e 8,96 a 9,12 g Ca e P/kg ganho de PCV respectivamente, quando o PC variou de 5 para 20kg, Fernandes et al. (2012) também trabalhando com machos não castrados obteve uma variação de 5,69 a 6,04 g Ca/kg ganho PCV em animais com 20 e 35 kg PC. Por outro lado, Araújo et al. (2010) trabalhando com machos castrados encontraram 12,00 a 12,78 g Ca/kg ganho de PCV de acordo com o aumento de 15 para 25 kg PC, observando uma divergência desses resultados quando comparados ao deste estudo, pois todos apresentam menores exigências para os machos. Essa grande variação nos trabalhos referente às condições sexuais nos mostram que mais trabalhos relacionando animais castrados, machos e fêmeas devem ser realizados, pois a divergência nas exigências são consideráveis. Essas divergências são ainda mais evidentes quando se considera estudos em outras espécies, a exemplo de Chizzotti (2007) que trabalhando com bovinos com as três condições sexuais e PC variando de 228 a 275 Kg, não observou diferença nas exigências líquidas de macrominerais

para crescimento. Antônio et al. (2007) trabalhando com chinchilas machos e fêmeas também não encontraram diferença de exigência de P para os sexos.

Para a exigência em ganho de Mg, o ARC (1980) sugeriu o valor de 0,45 g Mg/kg ganho PCV, já o NRC (2007), com estimativas baseadas no método fatorial, sugeriu 0,40 g/kg ganho de PC, semelhante aos de ovinos que é de 0,41 g/kg PC ganho. Sendo esta última recomendação próxima ao encontrado para as fêmeas deste estudo, porém inferior para os machos e castrados. Araújo et al. (2010) também apresentaram uma exigência crescente de Mg/kg ganho PC, sendo esses valores próximos aos valores encontrados neste estudo. Marcondes et al. (2009) também verificaram diferença na exigência de Mg para bovinos nas três condições sexuais, contrapondo as recomendações dos comitês, onde não levam em consideração a condição sexual dos animais e subestimam suas reais exigências de acordo com a fase de vida.

A exigência de Na e K para ganho de PCV neste estudo foram semelhantes entre os sexos, diferentemente do encontrado por Marcondes et al. (2009) trabalhando com bovinos, que observaram que há diferença na exigência de fêmeas em relação aos machos e castrados. As exigências relatadas para esses dois minerais no ganho de peso corporal foram semelhantes ao recomendado pelo NRC (2007) para caprinos.

Na literatura, verifica-se que existe grande variação nos valores de composição corporal e, conseqüentemente, nas exigências em minerais para caprinos em fase inicial de crescimento e também em função da condição sexual. Essa diferença deve-se às variações de raça e estágio de desenvolvimento em que esses animais são estudados, portanto, uma comparação de trabalho existente na literatura é difícil, sendo necessárias mais pesquisas acerca deste assunto.

É necessário que se analise cabritos Saanen de diferentes sexos em uma maior faixa etária para uma melhor visão da exigência desses animais. Dessa forma será possível verificar se apenas esta fase específica possui diferenças entre os sexos ou se estende com o aumento de peso corporal.

5. Conclusão

As exigências líquidas de Ca e Mg foram diferentes para as condições sexuais estudadas, variando de 9,48 a 11,87 g e 13,30 a 14,81 g de Ca/ kg ganho de PC, 0,42 a 0,46 g e 0,50 a 0,61 g de Mg/kg ganho de PC para fêmeas e machos/castrados respectivamente quando os animais passaram de 5 para 15kg de PC.

As exigências líquidas para ganho em P, Na e K não apresentaram diferença entre as condições sexuais estudadas, variando de 10,09 a 10,90 g P/kg ganho de PC, 1,71 a 1,48 g de Na/kg ganho de PC e 2,55 a 2,30 g de K/kg ganho PC quando os animais passaram de 5 para 15kg de PC.

6. Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical Committee on Responses to Nutrients**, Report 10. The nutrition of goats. Ag. Food Res. Council. Nutr. Abstr. Rev. (Series B) 67, 806. 815, 1998.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London, Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 351p, 1980.

AHMED M. M. M., A. Khalid Siham, M.E.S. Barri. 2000. Macromineral profile in the plasma of Nubian goats as affected by the physiological state. **Small Ruminant Research**. 38:249-254.

ALMEIDA, M.I.V. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas e dietéticas de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos mestiços Holandês-Gir em ganho compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.849-857, 2001.

ANTÔNIO, S. de D.; Velho, J. P.; Carvalho, P. A.; Backes, A. A.; Bonnacarrère, L. M.; Haygert, I. M. P. Predição da composição corporal e exigências líquidas de macrominerais para ganho de peso de chinchila (*Chinchilla lanigera*). **Ciência agrotecnológica**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 548-553, mar./abr., 2007.

ARAÚJO, M.J., A.N. Medeiros, I.A.M.A. Teixeira, R.G. Costa, C.A.T. Marques, K.T. de Resende, G.M.P. de Melo. Mineral requirements for growth of Moxotó goats grazing in the semi-arid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, v.93, p.1-9, 2010.

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

CARVALHO, F.F.R., Resende K.T., Vitti D.M.S.S., Ferreira A.C.D. & Abdalla A.L. Perda endógena e exigência de fósforo para a manutenção de cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 32(2):411-417. 2003

CHIZZOTTI, M. L. **Exigências nutricionais de bovinos Nelore, puros e cruzados, de diferentes classes sexuais**. 101 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa. 2007.

CONRAD, J. H.; McDOWELL, L.R.; ELLIS, G. L.; LOOSLI, J. K. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 90p. 1985.

COSTA R.G., Resende K.T., Rodrigues M.T., Espechit C.B. & Queiroz A.C. Exigências de minerais para cabras durante a gestação: Na, K, Mg, S, Fé e Zn. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 32(2):431-436. 2003.

FERNANDES, M. H. M. R., K. T. Resende, L. O. Tedeschi, I. A. M. A. Teixeira, J. S. Fernandes, Jr. Macromineral requirements for the maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal Animal Science**.v.90, p.1. 9, 2012.

FIGUEIREDO,E.A.P.; et al. Efeito da idade à castração sobre a taxa de crescimento e características de carcaça de caprino Moxotó.**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.6, p.777-782, 1984.

GOMES, R.A., D. Oliveira-Pascoa, I.A.M.A. Teixeira, A.N. de Medeiros, K.T. de Resende, E.A. Yanez, A.C.D. Ferreira. 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.; LEÃO, A.G. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1- 11, 2005.

JACOBS, J. A., FIELD, R. A., BOTKIN, N. P.; et al. Effects of testosterone inheritance on lamb carcass and composition and quality. **Journal Animal Science**, v. 34, n. 1, p.30, 1972.

JARDIM, R. D.; et al. Efeito da idade de abate e castração sobre a composição tecidual e química da paleta e da perna de ovinos corriedale. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 237-242, abr-jun, 2007.

LAWRENCE, T. L. J. ; FOWLER, V. R. Growth of farm animals. **Growth of farm animals**.2. Wallingford: CAB International, 347 p. 2002.

MALAFAIA, P.; PIMENTEL, V. A.; FREITAS, K. P., et al. Desempenho ponderal, aspectos econômicos, nutricionais e clínicos de caprinos submetidos a dois esquemas de suplementação mineral. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 24, n 1, p. 15-22, jan./mar. 2004.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. et al. Exigências nutricionais de protein, energia e macrominerais de bovinos Nelores de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1587-1596, 2009.

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

MENDONÇA, A. N. **Composição corporal e exigências de proteína para ganho em cabritos na fase inicial de crescimento**. 34 f Monografia. (Graduação em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

MESCHY, F. **Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats.** Livest. Prod. Sci. 64(1):9-14, 2000.

MIRANDA, E. N. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais de bovinos Caracu selecionados e Nelore selecionados ou não para peso ao sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.35, n.3, p.1201-1211, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep.** 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 99p. 1985.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF SMALL RUMINANTS: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids - NRC. **The National Academy Press.** Washington, DC, 362p. 2007.

OWENS, F.N., DUBESKI, P., HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.

QUEIROZ, A. C., Gouveia, L. J., Pereira, J. C., Rodrigues, M. T., Resende, K. T., Sousa, H. M. H. Exigências Nutricionais de Caprinos da Raça Alpina em Crescimento. 1. Exigência Nutricional de Fósforo para Manutenção: Perdas Endógenas e Abate Comparativo. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.29, n.4, p.1205-1215, 2000.

SAS Institute. 2009. SAS 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

TAYLOR, C.S. Use of genetic size scaling in evaluation of animal growth. **Journal Animal Science**, v.61, suppl. 2, 1985.

WEBSTER, A.J.F. Factors affecting the body composition of growing and adult animals. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 45, n. 1, p. 45-53, 1986.

UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock.** Third ed. Midlothian, UK, pp. 283. 392, 1999.

ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V. Vitaminas. In: BERCHIELLI, T. T.; et al. (Eds). **Nutrição de Ruminantes.** Jaboticabal: FUNEP, 583p. 2006.