

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM CAPRINOS
SAANEN DE DIFERENTES SEXOS NA FASE FINAL DE
CRESCIMENTO**

Diogo da Costa Soares
Médico Veterinário

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM
CAPRINOS SAANEN DE DIFERENTES SEXOS
NA FASE FINAL DE CRESCIMENTO**

Diogo da Costa Soares

Orientador: Prof. Dr. Kleber Tomás de Resende

Co-orientadora: Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Maio de 2013

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DIOGO DA COSTA SOARES – filho de Rozalvo Soares de Oliveira e Maria de Lourdes da Costa, nascido em Natal, Rio Grande do Norte, no dia 19 de Agosto de 1986. Em Março de 2006, iniciou o Curso de Graduação em Medicina Veterinária, na Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB, onde foi por 3 anos bolsista de iniciação científica e monitor durando 1 ano, assim como estagiário do laboratório de Nutrição Animal. Fez estágio curricular no setor de caprinocultura da Unesp/Jaboticabal, 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. Dr. Kleber Tomás de Resende, durante o mestrado foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). No final do ano de 2012 participou do processo seletivo para o curso de Doutorado na Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB, sendo admitido em 1º lugar no Programa de Doutorado Integrado – PDIZ/UFPB.

*“Eu sou brasileiro, filho do Nordeste,
não nego meu sangue, não nego meu nome.
Eu sou de uma terra que o povo padece,
mas não esmorece e procura vencer”.*

(Patativa do Assaré)

Dedico...

Aos meus pais, Rozalvo Soares e Maria de Lourdes.

*VOCÊS SÃO MINHA BASE SÓLIDA,
AMO VOCÊS!!!*

Ofereço...

*A minha Noiva, Aline Bezerra Alves, pelo amor,
compreensão, dedicação, apoio e por tantos sacrifícios...
Aos meus familiares... À distância e a saudade só
fizeram aumentar meu amor e admiração por vocês...*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, coragem e principalmente paciência para enfrentar os momentos mais difíceis e continuar seguindo meu caminho.

Aos meus pais Rozalvo Soares e Maria de Lourdes, pelo amor incondicional que tens por mim. Sei que não sou filho único, mas vocês têm o dom de estarem presentes em todos os momentos importantes na vida de cada filho, seja onde for. Muito obrigado por fazerem o possível e o impossível para que eu sempre faça o que mais gosto na vida, apesar de muitas vezes isso exigir sacrifícios da parte de vocês. Sou grato e sempre serei, por terem me dado a educação necessária para eu ser uma pessoa batalhadora e de princípios. TE AMO PAPAI E TE AMO MAMÃE!

Aos meus irmãos Thiago da Costa Soares, Ruth Louíse da Costa Soares e Saulo da Costa Soares, e aos meus "primos irmãos" Arthur e Victória, por tantos momentos inesquecíveis que passamos juntos; AMOOOO VOCÊS..

A minha Noiva Aline Bezerra Alves (Meu FI) pelo amor, dedicação, amizade, força e principalmente paciência... Obrigado por fazer parte da minha vida, pelos conselhos e por permanecer sempre ao meu lado!!!!
"Quando tudo parece dar errado, acontecem coisas boas que não teriam acontecido se tudo tivesse dado certo"(Renato Russo) TE AMO...

As minhas tias Lucineide (Tota), Luciene (Galelinha), Mônica, Célia, Verônica, Maria das Neves (Tia Nevinha) e minha querida tia Preta (que foi e continuará sendo minha 2ª mãe, apesar da distância, meu amor pela Sra. não muda) e aos meus tios Elias e Renato; Obrigado por sempre se fazerem presentes na minha vida pessoal e acadêmica. Acredito que o interesse pela vida do sobrinho é um "gás novo" que sempre me instigou a querer ser melhor a cada dia. Nunca deixem de se interessar pela vida de quem se

gosta, pois tenho certeza que vocês sabem exatamente o quanto estão presentes em minha vida. **MUITO OBRIGADO PELO APOIO DE TODOS.**

Aos meus queridos primos e agregados, Daniel e Luana (êita casal arretado de bom), Carlo e Jacira (muito obrigado pelos conselhos e por sempre me guiarem por bons caminhos), Dalmo Júnior, Joyce, Paula, Bel, Sarah, Neto e Dilene, Cida, Matheus, Mel, Jaminho, Malú, David, pelos bons momentos de diversão que passamos juntos.

Aos meus avós maternos, Antonio Matias da Costa e Esmeralda Lourenço da Costa; e aos avós paternos, Antônio Soares (in memorian) e Maria Lourenço pelo apoio, carinho e amor!!! **VOCÊS SÃO UM EXEMPLO DE VIDA PARA MIM!**

Aos amigos e ex-professores do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Campina Grande, Prof. Dr. José Moraes Pereira Filho, Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva, Msc. Nilton Guedes, Dannylo Oliveira, Paulo Vinícius (PV), Daniel Pedrosa (VARETA), Jefferson, Filipe (O Gordo) e Hyago por toda a força e apoio dado mesmo de tão longe...

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *Campus* de Jaboticabal, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Ao Prof. Kleber Tomás de Resende pela orientação, pelo exemplo de profissional, e pelo nítido esforço feito para fazer com que nosso grupo cresça a cada dia. O senhor é e sempre será um espelho para nós!

A Prof^a. Dra. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira, pelo exemplo de competência, disciplina, responsabilidade e por se fazer sempre disposta a ajudar, seja no lado profissional como pessoal. Resumindo, "meus braços e minhas pernas" aqui em Jaboticabal... meu aprendizado não seria o mesmo sem os seus ensinamentos... Muito Obrigado, de coração!

A Dra. Márcia H.M.R Fernandes.... "VIXE MARIA", minha mãe que me desculpe, mas eu ganhei uma nova mãe no meu Mestrado. Uma profissional dedicada e atenciosa. Sempre com aquele jeito materno de lidar com as coisas, mas também sabendo a hora de colocar o filho de castigo... Não sei do que seria minha Dissertação sem a sua ajuda! Muito Obrigado...

A Amélia Katiane de Almeida, Simone Pedro da Silva, Juninho, Carlinhos e aos estagiários, pela execução da parte experimental no campo...valeu pela força!

Ao "Grupo dos Minerais" (Alana e Carlinha) e a Amélia e Simone, pela ajuda indispensável nas análises laboratoriais e de dados...com certeza não chegaria ao fim sem a colaboração de vocês! VALEUUUU!

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio concedido para realização do experimento e pela bolsa de estudos.

As Professoras Dr^a. Izabelle A.M.A Teixeira e Dr^a. Nilva Kazue Sakomura pelas sugestões no Exame de Qualificação e no esclarecimento das dúvidas.

À Professora Dr^a. Iisiane Dorneles de Lima, pela disponibilidade em participar da minha banca de defesa de Mestrado.

Aos Professores do Departamento de Zootecnia da FCAV pelos ensinamentos transmitidos em suas disciplinas.

Aos amigos do Laboratório de Nutrição Animal (LANA), Dra. Ana Paula Sader, Dra. Juliana, Sr. Orlando e a Joyce pela ajuda, paciência, ensinamentos e por tantas risadas que fizeram o trabalho ficar mais prazeroso.

Aos irmãos da República Kbra da Peste, Tiago Barbalho (BARBALHINHO), Thiago Justin e Paulo Vinícius (PV), pela acolhida,

amizade, companheirismo e pelas brincadeiras fazendo com que os dias fossem mais animados, valeu GALERAAAAA!!!

A FAMÍLIA CABRITOLÂNDIA, RUMINESP E BONDXEEREE...

Ao Faiado (BONECA... Muito obrigado pelo "irmãozão" que você foi pra mim na minha estadia em Jabuka... nunca esquecerei!) e Mel, Rafael (CHEFE... Meu grande amigo, obrigado pelos ensinamentos e puxões de orelha) e Vanessa, Hugo (é o Bonfa) e Nhayandra (NHAY... gosto de graça), Alana (ALANIA... amiga de todas as horas), Thiago Justin (AH MULEKE LEKE LEKE... "Tamos juntos sempre"), Carlinha (minha orientadora pessoal e profissional... Muito Obrigado pela ajuda), Andressa, Douglas, Amélia (Muito Obrigado MEL MEL, mas deixe de ser ignorante comigo viu...), Simone (OLHA O CABRITXINHO... não podia deixar de escrever isso! Muito obrigado), Kaborja, Astrid, Fernanda, Gracinha, Carlinhos, Juninho, Nailson, Bruna, Rebeca e Moaceli, pela amizade e pelo companheirismo...Sentirei saudades!!!

Todos vocês foram e continuarão sendo importantes na minha vida!

Muito obrigado, que Deus ilumine sempre vocês!!!

SUMÁRIO

EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM CAPRINOS SAANEN DE DIFERENTES SEXOS NA FASE FINAL DE CRESCIMENTO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura.....	2
2.1 Macrominerais.....	2
2.2 Composição corporal.....	4
2.3 Exigências nutricionais.....	6
2.4 Exigências nutricionais de macrominerais.....	7
2.4.1 Manutenção	7
2.4.2 Ganho.....	8
3. Referências bibliográficas.....	13
CAPÍTULO 2 – EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM CAPRINOS SAANEN DE DIFERENTES SEXOS NA FASE FINAL DE CRESCIMENTO.....	18
RESUMO.....	18
1. Introdução.....	19
2. Material e métodos.....	21
2.1 Procedimentos gerais.....	21
2.2 Procedimentos de abate.....	22
2.3 Exigências nutricionais de macrominerais para manutenção.....	23

2.4 Composição corporal e exigências nutricionais para ganho.....	25
3. Resultados.....	27
3.1 Ensaio 1. Desempenho, consumo e composição corporal.....	27
3.2 Ensaio 1. Exigências de macrominerais para manutenção.....	31
3.3 Ensaio 2. Composição corporal e exigências de macrominerais para ganho.....	31
4. Discussão.....	35
4.1 Composição corporal e exigências de macrominerais para manutenção.....	35
4.2 Composição corporal e exigências de macrominerais para ganho.....	38
5. Conclusões.....	44
6. Referências bibliográficas.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS

CMS	Consumo de matéria seca
Ca	Cálcio
Cast	Machos castrados
CCa	Consumo de cálcio
CK	Consumo de potássio
CMg	Consumo de magnésio
CNa	Consumo de sódio
CP	Consumo de fósforo
EB	Energia bruta
EE	Extrato etéreo
Exig	Exigência
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDNc	Fibra insolúvel em detergente neutro livre de cinzas
Fêm	Fêmeas
GPC	Ganho de peso corporal
GPCV	Ganho de peso de corpo vazio
IMS	Ingestão de matéria seca
Ing	Ingestão
K	Potássio
Log	Logaritmo
Mant	Mantença
Mg	Magnésio
MS	Matéria seca
Na	Sódio
N-cast	Machos não-castrados
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
Ret	Retenção
RMSE	Raiz quadrada do erro
TG	Trato gastrintestinal

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM CAPRINOS SAANEN DE DIFERENTES SEXOS NA FASE FINAL DE CRESCIMENTO.....	18
Tabela 1. Ingredientes e composição química da dieta experimental.....	22
Tabela 2. Dias de experimento, peso corporal inicial (PCi) e final (PCf), peso de corpo vazio inicial (PCVi) e final (PCVf), ganho de peso corporal (GPC), ganho de peso de corpo vazio, ingestão de matéria seca (IMS em g/d e em g/kg ^{0.75} PCV) e consumo de minerais (Ca, P, Mg, Na e K) em caprinos Saanen de diferentes classes sexuais dos 30 aos 45kg de peso corporal.....	28
Tabela 3. Dias de experimento, peso corporal inicial (PCi) e final (PCf), peso de corpo vazio inicial (PCVi) e final (PCVf), ganho de peso corporal (GPC), ganho de peso de corpo vazio, ingestão de matéria seca (IMS em g/d e em g/kg ^{0.75} PCV) e consumo de minerais (Ca, P, Mg, Na e K) em caprinos Saanen dos 30 aos 45kg de peso corporal submetidos a 3 níveis de restrição alimentar...	29
Tabela 4. Composição corporal de cabritos Saanen castrados, fêmeas e machos não-castrados submetidos a 3 níveis de restrição alimentar (0, 25 e 50%).....	31
Tabela 5. Equações de regressão para determinação das exigências líquidas para manutenção em caprinos Saanen de diferentes sexos dos 30 aos 45Kg de peso corporal.....	32
Tabela 6. Equações alométricas logaritmizadas para estimativa da composição corporal mineral (cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio), em g/kg PCV, de cabritos Saanen dos 30 aos 45kg de peso corporal de diferentes sexos.....	33
Tabela 7. Equações para predição da composição do ganho de peso de corpo vazio (g\Kg ganho PCV) do cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio em caprinos Saanen dos 30 aos 45kg de peso corporal.....	35

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM CAPRINOS SAANEN DE DIFERENTES SEXOS NA FASE FINAL DE CRESCIMENTO.....	18
Figura 1. Composição corporal de cálcio (Ca) e fósforo (P) em g/kg PCV, em caprinos Saanen machos castrados, machos não-castrados e fêmeas, dos 30 aos 45Kg de peso corporal.....	34
Figura 2. Composição corporal de Magnésio (Mg), Sódio (Na) e Potássio (K) em g/kg PCV, em caprinos Saanen machos castrados, machos não-castrados e fêmeas, dos 30 aos 45Kg de peso corporal.....	34

EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM CAPRINOS SAANEN DE DIFERENTES SEXOS NA FASE FINAL DE CRESCIMENTO

RESUMO – Objetivou-se com este estudo determinar a composição corporal e as exigências nutricionais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) em caprinos Saanen de diferentes sexos (machos castrados, fêmeas e machos não-castrados,) com peso corporal variando de 30 a 45 Kg, na fase final de crescimento. Foram realizados dois ensaios. No Ensaio 1 (exigências para manutenção), foram utilizados 62 animais. Onze animais (3 machos castrados, 2 machos não-castrados e 6 fêmeas) foram abatidos no início do experimento como referência para a estimativa da composição corporal inicial. O restante (18 machos castrados, 18 machos não-castrados e 15 fêmeas), foram divididos em grupos de três animais do mesmo sexo, sorteados (pesos e escores semelhantes) e distribuídos em três tratamentos: 0% (*ad libitum*), 25% e 50% de restrição alimentar. Quando o animal do tratamento *ad libitum* atingiu o peso de 45 kg, este foi abatido juntamente com os animais dos tratamentos 25% e 50% de restrição do mesmo grupo e da mesma condição sexual, de modo que, os três animais de cada grupo foram abatidos com a mesma quantidade de dias experimentais. No Ensaio 2 (exigências para ganho), utilizou-se 11 animais (3 machos castrados, 2 machos não-castrados e 6 fêmeas) que foram abatidos no início do experimento como referência para a estimativa da composição corporal inicial. Foram ainda abatidos outros 18 animais (6 de cada sexo) aos 37,5 kg utilizados como abate intermediário e outros 17 (6 machos castrados, 6 machos não-castrados e 5 fêmeas) abatidos aos 45 Kg de peso corporal utilizados como referência final, sendo todos os 47 animais alimentados à vontade. Todo o corpo do animal foi pesado, moído, homogeneizado e uma amostra foi retirada para a realização das análises químicas. Foi utilizado o método do abate comparativo para o cálculo das exigências líquidas. A exigência líquida diária para manutenção não diferiu entre os sexos e foi estimada em 16,20 mg de Ca/kg PCV; 27,94 mg de P/kg PCV; 1,89 mg de Mg/kg PCV; 5,52 mg de K/kg PCV e 3,89 mg de Na/kg PCV. A exigência líquida de Ca, P, Mg e K para ganho não diferiu entre sexos, variando de 6,58 a 5,73g de Ca/kg ganho PCV; 2,98 a 2,25g de P/kg ganho PCV; 1,86 a 1,88g de K/kg ganho PCV; 0,34 a 0,29g de Mg/kg ganho PCV, para o intervalo de peso entre 30 a 45 kg PC. Já a exigência líquida de Na para ganho diferiu entre os sexos, variando de 1,18 a 1,12g de Na/kg ganho PCV para castrados e não castrados, e 1,05 a 0,99g de Na/kg ganho PCV para fêmeas.

Palavras-chave: fêmea, machos castrados, machos não-castrados, manutenção

MACROMINERALS REQUIREMENTS FOR SAANEN GOATS OF DIFFERENT GENDERS IN THE FINAL PHASE OF GROWTH

ABSTRACT - The objective of this study was to determine body composition and nutritional requirements of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), sodium (Na) and potassium (K) in Saanen goats of different genders (male castrated, female and male non-castrated) with body weight from 30 to 45 kg, in the final phase of growth, were two trials. In Trial 1 (requirements for maintenance), 62 animals were used. Eleven animals (3 males castrated, 2 males non-castrated and 6 females) were slaughtered at the beginning of the experiment as a reference to estimate the initial body composition. The remainder (18 males castrated, 18 males non-castrated and 15 females), were divided into groups of three animals of the same gender, drawn (similar weights and scores) and divided into three groups: 0% (ad libitum), 25% and 50% of alimentary restriction. When the animal reached the treatment ad libitum weight of 45 kg, this was slaughtered animals with treatments 25% and 50% restricting the same group and of the same gender condition, so that three animals from each group were hit with the same amount of experimental days. In Trial 2 (requirements for gain), we used 11 animals (3 males castrated, 2 males non-castrated and 6 females) who were slaughtered at the beginning of the experiment as a reference to estimate the initial body composition. Still others were slaughtered 18 animals (6 of each gender) to 37.5 kg slaughter used as intermediate and other 17 (6 males castrated, 6 males non-castrated and 5 females) were slaughtered at 45 kg body weight used as final reference, and all 47 animals fed ad libitum. The whole body of the animal was weighed, ground, homogenized and a subsample was withdrawn for carrying out chemical analyzes. We used the comparative slaughter method for the calculation of net requirements. The net requirement for daily maintenance did not differ between the genders and was estimated to be 16.20 mg Ca / kg EBW, 27.94 mg P / kg PCV, 1.89 mg of Mg / kg EBW, 5.52 mg K / kg and 3.89 mg PCV Na / kg PCV. The net requirement of Ca, P, Mg and K to gain did not differ between genders, ranging from 5.73 to 6.58 g Ca / kg gain PCV; 2.98 to 2.25 g P / kg gain PCV; 1, 86 to 1.88 g of K / kg gain PCV; 0.34 to 0.29 g Mg / kg PCV gain, for weight range from 30 to 45 kg BW. Since the requirement for net to sodium gain differed between the genders, varied from 1.18 to 1.11 g for castrated, 1.05 to 0.99g for females and 1.19 to 1.12 g Na / kg gain PCV for bulls.

Keywords: female, castrated males, non-castrated males, maintenance

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

A criação de caprinos, vista como uma atividade econômica, tem por objetivos o aumento da eficiência e dos índices de produtividade, visando a redução nos custos de produção. Para tanto, além de cuidados com o manejo sanitário e reprodutivo, é preciso buscar formas de aproveitar todo o potencial produtivo dos animais, fornecendo dietas balanceadas, de forma a atender adequadamente, sem desperdício de nutrientes, as exigências nutricionais de cada categoria animal. Desse modo, o conhecimento dessas exigências torna-se de fundamental importância para uma exploração racional (FERREIRA, 2003).

Apesar de constituírem apenas 4% do peso corporal dos animais, os minerais exercem funções vitais no organismo, apresentando reflexos no desempenho animal. 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), de forma que a nutrição mineral é um item fundamental para garantir um desempenho animal adequado. No entanto, em caprinos, a maior parte das informações presentes na literatura com respeito às exigências nutricionais de minerais são dados extrapolados de outras espécies, constituindo-se uma lacuna do conhecimento a ser explorada.

A estimativa das exigências nutricionais de uma categoria animal está diretamente correlacionada com o conhecimento da composição química do corpo e do ganho em peso (RESENDE, 1989). Assim, variações na composição corporal em machos castrados, fêmeas e machos não-castrados principalmente no tocante à deposição de gordura, refletirá em diferenças nas exigências nutricionais de minerais, uma vez que maiores deposições de gordura reduzem, proporcionalmente, as de minerais e, conseqüentemente, seus requerimentos pelos animais, em decorrência da concentração destes elementos inorgânicos no tecido adiposo ser menor que nos músculos e ossos (MIRANDA et al., 2006). Assim, o estudo em separado das diferentes

categorias sexuais se faz necessário, pois é uma forma de identificar a influência do sexo sobre as exigências nutricionais.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivos a determinação da composição corporal e das exigências nutricionais de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio em caprinos Saanen de diferentes sexos (machos castrados, fêmeas e machos não-castrados) com peso corporal variando de 30 a 45 Kg.

2. Revisão de Literatura

2.1 Macrominerais

Os macroelementos minerais, embora estejam presentes em menor proporção no corpo animal, desempenham funções vitais no organismo e suas deficiências acarretam alterações nutricionais graves, levando o animal a apresentar desempenho produtivo e reprodutivo aquém de seu potencial (MIRANDA et al., 2006). Esses representam um componente essencial na dieta de ruminantes e influenciam de modo marcante sua produtividade, pois atuam como cofatores essenciais para utilização de outros nutrientes pelo organismo animal, além de não serem sintetizados pelo organismo animal, devendo ser fornecidos diariamente de forma balanceada, na alimentação (SILVEIRA, 1988).

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 (Ca) é o mineral mais abundante no corpo, sendo 99% encontrado nos ossos e dentes. O restante é distribuído nos fluidos extracelulares e tecidos moles, estando ausente na gordura. A função básica do Ca é fornecer uma estrutura forte para suportar e proteger os órgãos. O Ca extracelular ocorre como íons livres, ligados a proteínas séricas e complexados a ácidos orgânicos e inorgânicos. Na forma ionizada, (40-60% do total do Ca plasmático) o Ca é essencial para funções fisiológicas como condução de estímulos nervosos, manutenção da capacidade de contração muscular, ritmo e tonicidade do músculo cardíaco, bem como para a coagulação normal do

sangue e para a irritabilidade normal dos músculos (MCDOWELL, 1992; UNDERWOOD & SUTLLE, 1999).

O fósforo (P) é o segundo mineral mais abundante no corpo animal e cerca de 80% é encontrado nos ossos e dentes na forma de cristais de hidroxiapatita. A percentagem do fósforo que não está presente no esqueleto está amplamente distribuída nos fluidos e tecidos moles do corpo. O P é requerido para a formação da matriz orgânica do osso bem como mineralização desta matriz. O P também atua no crescimento e diferenciação celular, como componente do DNA e RNA, assim como na utilização e transformação de energia na forma de ATP, ADP e AMP, sendo requerido pelos microorganismos ruminais (UNDERWOOD & SUTLLE, 1999). Deficiência de P, se suficientemente severa ou prolongada, conduz para anormalidade dos ossos e dentes, crescimento, diminuição da produção de leite e da fertilidade, depressão no apetite, baixa eficiência de alimentar, dentre outros (MCDOWELL, 1992).

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 para assegurar a profilaxia da doença, pois essa possui alta letalidade em caprinos.

Grande parte do magnésio (Mg) presente no corpo animal está nos ossos e dentes (cerca de 70%) e exerce função estrutural, estando diretamente relacionada com o cálcio e fósforo. O magnésio presente nos fluidos intracelulares está normalmente presente na mitocôndria, visto que é utilizado no metabolismo realizado nesta organela. Nos fluidos extracelulares, o magnésio ocorre em baixas concentrações, estando presente no fluido cerebrospinal e no sangue (UNDERWOOD, 1981). O magnésio está essencialmente envolvido no metabolismo de carboidratos e lipídeos como um catalizador de uma grande variedade de enzimas que necessitam deste elemento para atividade ideal. (FONTENOT, 1989).

O sódio e o potássio são estudados em conjunto, pois estão inter-relacionados e 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 (Na) é o principal cátion presente no fluido extracelular animal, estando envolvido na manutenção da pressão osmótica, controle do balanço hídrico e regulação do equilíbrio ácido-base. O sódio também atua em contrações musculares, na transmissão de impulsos nervosos e transporte de glicose e aminoácidos.

O potássio (K) é o terceiro mineral mais abundante no organismo e o principal cátion presente no líquido intracelular, encontrado em concentrações de 100-160 mmol/L, o que corresponde a aproximadamente 25 a 30 vezes a concentração de K no sangue (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999). As maiores concentrações de potássio são encontradas no músculo (ARC, 1980) e através do isótopo ^{40}K é possível estimar a composição química corporal do animal (WARD, 1966). O potássio é importante no equilíbrio ácido-base, regulação da pressão osmótica, balanço hídrico, contração muscular, transmissão de impulsos nervosos e também para algumas reações enzimáticas (NRC, 2000).

Segundo Underwood & Suttle (1999), o principal problema enfrentado pelos ruminantes em lidar com o potássio se relaciona ao excesso, ao invés de deficiência. Estes autores relataram também que são vários os mecanismos metabólicos para evitar a ingestão de quantidades tóxicas de K, muitos deles relacionados ao hormônio aldosterona, que atua principalmente nos rins, para evitar quantidades excessivas de K circulante.

2.2 Composição corporal

O termo composição corporal diz respeito à composição química de todo corpo animal (GREENHALGH, 1986). A composição química corporal refere-se às concentrações ou quantidades de água, gordura, proteína e minerais. Sabe-se que os teores de carboidratos no corpo dos animais são baixos e constantes, por isso não são considerados. Vale salientar que a composição de todo o corpo animal é aquela relacionada à composição do corpo vazio, o qual é encontrado pela diferença entre peso corporal e conteúdos do trato gastrointestinal, bile e da bexiga (LOFGREEN et al., 1962).

Existem vários fatores que interferem na composição corporal do animal e conseqüentemente na quantidade e local de deposição dos tecidos, como o genótipo, sexo, idade, alimentação e categoria animal (AFRC, 1993). Segundo Webster (1986), os hormônios são os que mais exercem influência, cujas taxas de liberação são mediadas por alguns fatores como, o sexo, grau de maturidade ou fotoperíodo.

Pesquisas com caprinos investigando as diferenças entre classes sexuais são escassas na literatura. Em estudos com bovinos Nelore, Paulino et al. (2009) observaram que os machos não-castrados apresentaram maiores concentrações de proteína e menores de gordura no ganho de PCV em relação aos machos castrados e fêmeas. Os autores inferiram que as maiores proporções de proteína em machos não-castrados deveu-se ao efeito da testosterona e seu efeito anabólico sobre a proteína corporal. Em relação aos minerais, o teor de cinzas no peso de corpo vazio foi menor nas fêmeas, que apresentaram carcaças com menores porcentagens de ossos, pois esses representam o tecido animal com maior conteúdo de matéria mineral. Além disso, o maior teor de gordura corporal também explica o menor conteúdo de cinzas no corpo vazio das fêmeas, uma vez que o tecido adiposo apresenta concentrações muito baixas de minerais (COELHO DA SILVA, 1995).

Quanto à gordura, quando as comparações são feitas em relação ao mesmo peso corporal, em geral, os bovinos não-castrados quase sempre apresentam menor concentração de gordura que bovinos castrados e estes, por sua vez, menor que as fêmeas (PURCHAS, 1991). A castração impõe a completa interrupção do desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários. Do ponto de vista químico, os hormônios sexuais são compostos esteróides que em geral atuam sobre grupos limitados de células, no entanto, podem atuar sobre a totalidade dos tecidos, como é o caso da somatotrofina (ST). Esse hormônio, consistentemente melhora a conversão alimentar, mas seu principal efeito seria diminuir a gordura da carcaça animal. Com a castração, a síntese desse hormônio seria prejudicada, fazendo com que ocorra uma maior lipogênese de animais castrados em relação a animais não-castrados (PURCHAS, 1991).

2.3 Exigências nutricionais

A exigência nutricional é a quantidade de um determinado nutriente necessário para cada função específica realizada pelo animal, expressa de forma adequada. Para se determinar às exigências nutricionais, o método mais utilizado tem sido o fatorial. Neste, a necessidade do animal corresponde à soma das necessidades para cada função, como manutenção, crescimento ou ganho em peso, gestação, lactação e trabalho - (ARC, 1980).

Em função das características peculiares do sistema digestivo dos ruminantes, deve-se levar em consideração quando de um planejamento alimentar que estes animais possuem dois sistemas metabólicos: o dos microrganismos do rúmen e o dos tecidos. Ambos são interdependentes e a otimização da produtividade implica que estes dois sistemas estejam adequadamente providos de nutrientes em um equilíbrio perfeito (VASCONCELOS et al., 1997). Dessa forma, para que esse equilíbrio seja efetivo, faz-se necessário que carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais (que é o foco do nosso estudo), estejam com seus requerimentos nutricionais adequadamente formulados.

Existem alguns sistemas de alimentação que fazem recomendações quanto às exigências nutricionais dos animais, como por exemplo, ARC (1980), AFRC (1993), o AFRC (1998) e o NRC (2000). Em 1981, o National Research Council publicou um específico para caprinos (NRC, 1981), o qual foi reformulado em 2007, sendo específico para pequenos ruminantes (NRC, 2007), além de outros como o sistema australiano (CSIRO) e o francês (INRA), publicados no mesmo ano, que também fazem referência aos caprinos. Entretanto, os dados utilizados por esses sistemas de alimentação internacionais são coletados em situações diferentes das existentes no Brasil e muitos trabalhos não contemplam as diferenças entre classes sexuais. Dessa forma, alguns pesquisadores brasileiros há mais de 20 anos atrás (RESENDE, 1989; SILVA SOBRINHO, 1989) iniciaram linhas de pesquisas com o intuito de estudarem as exigências nutricionais em caprinos. Assim, a partir da década de 90, pesquisas desse tipo se tornaram cada vez mais comum no Brasil com a intenção de preencher essas lacunas existentes na formulação de ração para caprinos.

As exigências de nutrientes são influenciadas por vários fatores, tais como: raça, sexo, idade, tamanho do corpo e estado fisiológico (crescimento, gestação, lactação). No entanto, as pesquisas relatadas no Brasil com caprinos muitas vezes não levam em consideração essas variáveis existentes. Desse

modo, faz-se necessário estudos que avaliem de forma isolada determinados fatores, evitando assim, a generalização das exigências nutricionais.

2.4 Exigências nutricionais de macrominerais

Em geral, as exigências nutricionais de minerais em caprinos sempre foram extrapoladas de valores encontrados com bovinos e ovinos (NRC, 1981; AFRC, 1998). As informações sobre exigências de macrominerais para caprinos contidas no NRC (2007) foram oriundas de uma revisão feita por Meschy (2000), sobre os avanços na avaliação das exigências de caprinos, com a intenção de propor recomendações mais adequadas para a espécie em questão. Entretanto, as recomendações apresentadas por esse autor são baseadas em ensaio de alimentação, desenvolvidos no decorrer de vários anos. Normalmente, essas relações têm utilização limitada, pois à medida que os animais, alimentos e quaisquer outras condições são alterados, as relações passam a ser inválidas.

Um dos primeiros trabalhos realizados no Brasil para estimar as exigências minerais de caprinos, foi o desenvolvido por Resende (1989) utilizando cabritos SRD x Alpina ou Toggenburg, com peso corporal entre 5 e 25 kg. Segundo ele, as determinações das exigências de minerais são condicionadas por fatores inter atuantes, sendo difícil sua determinação exata, por serem influenciadas por vários fatores, como espécie, raça, nível de produção, idade, forma química na qual se encontra o elemento e as inter-relações entre eles.

2.4.1 Manutenção

As exigências de minerais para manutenção podem ser estimadas por três métodos: ensaios de alimentação, utilização de radioisótopos e abate comparativo (LOFGREEN & GARRETT, 1968; CARVALHO, 1998; DORIGAN, 2000). Entende-se por exigência líquida em minerais para manutenção, a quantidade destes mobilizados na manutenção dos tecidos em relação ao constante desgaste decorrente dos processos vitais.

No Brasil, Sousa (1997) estimou a exigência líquida de cálcio para manutenção de 31 mg Ca/PCV^{0,75}/dia para cabritos da raça Saanen e Queiroz et al. (2000) encontraram, em cabritos da raça Alpina, exigência líquida de fósforo

para manutenção de 13,7 mg P/kg PC/dia. Utilizando radioisótopos, Dorigan (2000) estimou a exigência líquida de cálcio para manutenção em 11,7 mg Ca/kg PC/dia. Enquanto que Bueno (1997) estimou as exigências líquidas de fósforo para manutenção em 5,6 mg P/kg PC/dia e Carvalho (1998) em 6,8 mg P/kg PC/dia.

Pesquisas avaliando o efeito do sexo sobre as exigências para manutenção em caprinos não foram encontrados. Em estudos com bovinos, Fontes (1995) fez uma avaliação de dados presentes na literatura brasileira e verificou diferentes exigências líquidas entre machos não-castrados e castrados, onde os animais castrados apresentaram menores exigências líquidas de manutenção para cálcio e fósforo.

Quanto às exigências de manutenção dos outros macrominerais, tem sido adotados os valores recomendados por MESCHY (2000) para ovinos de Mg = 3,5 mg/kg PC; K = 50 mg/kg PC; Na = 15 mg/kg PC.

Em um dos mais recentes trabalhos publicados sobre exigências nutricionais de macrominerais em caprinos, Fernandes et al. (2012) avaliaram essas exigências através do abate comparativo e perdas endógenas, recomendando 32,30 mg Ca/kg PCV/dia, 30,80 mg P/kg PCV/dia 1,31 mg Mg/kg PCV/dia, 8,41 mg K/kg PCV/dia e 5,14 mg Na/kg PCV/dia (método do abate comparativo); e. 18,9 mg Ca/kg PCV/dia, 37,2 mg P/kg PCV/dia 9,0 mg Mg/kg PCV/dia, 46,7 mg K/kg PCV/dia e 12,2 mg Na/kg PCV/dia (método das perdas endógenas).

2.4.2 Ganho

O ARC (1980) considera que a composição corporal em minerais é constante e independente do peso do animal, utilizando o valor de 14 g Ca/kg de ganho PCV. O NRC (2007), baseados nos novos achados, sugere que a proporção de massa esquelética diminui com a idade, e que os caprinos, geralmente, têm maior proporção de osso no corpo em relação aos ovinos, e que a deposição de Ca seja ligeiramente menor em caprinos (9,4 g/kg PC ganho) do que em ovinos (11 g Ca/kg PC ganho), de forma que os requerimentos para crescimento diminuem com idade, mas aumentam com a taxa de crescimento (AFRC, 1991).

No Brasil, o experimento pioneiro na determinação das exigências de cálcio em caprinos foi realizado por Resende (1989), com caprinos mestiços dos 5 aos 25 kg de peso corporal. Depois deste, vários pesquisadores se interessaram pelo assunto e iniciaram pesquisas com caprinos de diferentes raças. Ribeiro (1995) utilizou animais mestiços; Sousa (1998b), animais da raça Alpina; Teixeira (2004), animais F1 Boer x Saanen; Oliveira (2007) e Gomes et al (2011), animais da raça Saanen e Araújo et al. (2010), animais da raça Moxotó. Em geral, essas pesquisas se dedicaram a fase inicial de crescimento ou no máximo até os 25 kg de peso corporal, em que as recomendações variaram de 6,99 a 12,15 g Ca/kg PC ganho.

Ainda no Brasil, Ferreira (2003) em experimento com caprinos Saanen dos 20 aos 35 kg de peso corporal, recomendou exigências para o Ca de 2,93 a 1,80 g Ca/kg PC ganho, indicando que à medida que o animal se aproxima da maturidade, suas exigências tendem a decrescer. No entanto, Fernandes et al (2012) avaliando a exigência para ganho de Ca preconizou 6,20 a 6,59 g/kg de PCV para caprinos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen dos 20 aos 35kg. Vale salientar, que estas diferenças podem ter sido decorrentes das diferenças no peso à maturidade, a qual varia conforme alguns fatores como raça e condição sexual, sendo necessários mais estudos para inferências com maior propriedade.

Assim como foi para os valores de Ca, dados oriundos de ovinos e bovinos foram utilizados para ajustes nas exigências para ganho de P em caprinos. A quantidade de P exigida por caprinos em crescimento foi considerada constante e igual à de ovino e bovino, sendo sugerido o valor de 6 g de P/kg de PCV ganho de acordo com o (ARC, 1980; NRC, 1981)., Já o valor preconizado pelo NRC (2007) para caprinos foi de 6,5 g/kg PC ganho, diferente dos valores preconizados para ovinos (5,1 a 7,3 g/kg de PC ganho) e para bovinos (6,3 a 8,8 g/kg PC ganho; AFRC, 1991, 1998).

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), necessitem de menor quantidade de P para o ganho em peso (NRC, 2007).

Seguindo o mesmo padrão do cálcio, a maioria dos estudos com P foram realizados na fase inicial de crescimento e não averiguaram as diferenças entre classes sexuais. Pesquisas com caprinos machos até os 25 kg

de peso corporal (RESENDE, 1989; RIBEIRO, 1995; SOUSA, 1998C; TEIXEIRA, 2004; OLIVEIRA, 2007; ARAÚJO et al, 2010; GOMES et al, 2011) preconizaram valores variando de 4,93 a 10,38 g de P/kg PC ganho. No entanto, Fernandes et al (2012) utilizando caprinos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen dos 20 aos 35kg PC preconizaram 5,36 a 5,44 g/kg de ganho PCV.

Devido á deficiências em pesquisas brasileiras á respeito das exigências líquidas de cálcio e fósforo em caprinos de diferentes sexos, as comparações a seguir foram feitas em relação a dados com bovinos. Em bovinos, Marcondes et al. (2009) não evidenciaram efeito de classe sexual sobre as exigências líquidas para ganho de cálcio e fósforo. Entretanto estes autores ponderaram que a grande variação dos dados existentes em bovinos dificulta a avaliação do efeito de classe sexual e grupo genético sobre as exigências líquidas para ganho de cálcio e fósforo. O efeito da raça parece ser bem controlado, uma vez que o peso de corpo vazio equivalente ao peso á maturidade corrige animais de maturidades diferentes, contudo não há controle do efeito de condição sexual no modelo que estimam essas exigências.

As exigências em Mg variam de acordo com a espécie e raça do animais, bem como a idade, taxa de crescimento ou produção. O valor de 0,45 g/kg PCV ganho foi primeiramente sugerido pelo ARC (1980). O NRC (2007), com estimativas baseadas no método fatorial, sugeriu o valor de 0,40 g/kg PC ganho, semelhante ao de ovinos (0,41 g/kg PC ganho). No Brasil, as exigências líquidas em Mg (g/kg PC ganho) para ganho tem variado de 0,29 a 0,30 g/kg de PCV para caprinos machos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen dos 20 aos 35 kg PC (FERNANDES et al, 2012) até 0,30 a 0,66 g de Mg/kg PC ganho para caprinos de menor peso corporal (até 25 kg). .

A exigência nutricional de sódio para caprinos em crescimento, preconizada pelo NRC (2007) foi de 1,6 g Na/kg PC ganho, valor semelhante ao recomendado para ovino (1,1 g Na/kg PC ganho). Os dados disponíveis no Brasil, para as exigências líquidas em Na (g/kg PC ganho) tem variado de 1,20 a 1,12 (5 a 25 kg PC; RESENDE, 1989); 0,9 para animais mestiços (15 a 25 kg PC; RIBEIRO, 1995); 0,44 a 0,29 para Saanen (20 a 35 kg PC; FERREIRA, 2003); 0,9 a 0,45 para F1 Boer x Saanen (5 a 25 kg PC; TEIXEIRA, 2004); 0,84 a 0,46 para Saanen (5 a 20 kg PC; OLIVEIRA, 2007); 1,46 a 2,08 para Moxotó (15 a 30 kg PC; NÓBREGA et al, 2008); 1,65 a 1,70 para Moxotó (15 a 25 kg

PC; ARAÚJO et al, 2010); 0,99 a 0,54 para Saanen (5 a 20 kg PC; GOMES et al, 2011) e 0,65 a 0,59 g/kg de PCV para $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen dos 20 aos 35kg PC (FERNANDES et al, 2012).

O que nos chama atenção nos resultados das pesquisas brasileiras para o sódio, é o fato de que, independente da variação de peso e da raça utilizada nos diversos experimentos supracitados, as exigências de Na decresceram à medida que se aumentava o PCV.

Em bovinos, (GIONBELLI et. al, 2010) estimou as exigências de sódio para ganho de peso por meio de uma regressão linear do conteúdo corporal de sódio em relação ao PCV e devido a maior simplicidade do modelo foi possível identificar efeitos de grupo genético e classe sexual sobre as exigências líquidas de ganho, embora não tenha sido observada diferença entre machos inteiros e castrados. Estes autores aram as seguintes equações para estimar as exigências líquidas para bovinos Nelore (machos inteiros e castrados (g/dia) = $1,5243 \times \text{GPCV}$; fêmeas (g/dia) = $1,3503 \times \text{GPCV}$) e Cruzados (machos inteiros e castrados (g/dia) = $1,4388 \times \text{GPCV}$; fêmeas (g/dia) = $1,2511 \times \text{GPCV}$). Sendo assim, as fêmeas exigem menores quantidades de sódio em comparação às outras categorias sexuais (GIONBELLI et. al, 2010)

O ARC (1980), usou um valor constante de 2 g de K por kg ganho em PCV, independente do tamanho do animal. A recomendação feita pelo NRC (2007) para caprinos em crescimento foi de 2,4 g K/kg PC ganho, o qual é superior ao preconizado para ovinos em crescimento (1,8 g K/kg PC ganho).

Os dados disponíveis no Brasil, para as exigências líquidas para ganho de K (g/kg PC ganho) são inferiores à sugerida pelo NRC (2007), variando entre 1,47 a 1,22 (5 a 25 kg PC; RESENDE, 1989); 0,70 a 1,0 (15 a 25 kg PC; RIBEIRO, 1995) para animais mestiços; 0,63 a 0,42 para Saanen (20 a 35 kg PC; FERREIRA, 2003); 2,02 a 0,99 para F1 Boer x Saanen (5 a 25 kg PC; TEIXEIRA, 2004); 1,32 a 0,79 para Saanen (5 a 20 kg PC; OLIVEIRA, 2007); 1,24 para Moxotó (15 a 30 kg PC; NÓBREGA et al, 2008); 1,86 a 2,04 para Moxotó (15 a 25 kg PC; ARAÚJO et al, 2010); 1,55 a 0,93 para Saanen (5 a 20 kg PC; GOMES et al, 2011) e 1,20 a 1,07 g/kg de PCV para $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen dos 20 aos 35 kg PC (FERNANDES et al, 2012).

Pelos dados apresentados, pode se observar que as exigências de minerais podem variar substancialmente, sendo afetadas por fatores como

raça, idade, peso corporal, categoria sexual, condições ambientais e espécie, o que justifica mais estudos para caprinos. Vale salientar que, devidos às pequenas quantidades no corpo e a um grande controle homeostático, os minerais em geral apresentam grande variabilidade entre animais, o que muitas vezes gera dificuldades na determinação de suas exigências.

3. Referências bibliográficas

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

AFRC - Agricultural and Food Research Council. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle (Report 6). **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.61, n.9, p.573-612, 1991.

AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 158 p.

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.

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.

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

BUENO, M. S. **Níveis de fósforo para caprinos: metabolismo, cinética e digestibilidade aparente**. 1997. 57 f. Tese (Doutorado em Ciências), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo., Piracicaba, 1997.

CARVALHO, F. F. R. **Efeitos de níveis de fósforo sobre a digestibilidade, metabolismo, perda endógena e cinética de fósforo em cabritos Saanen**. 1998. 83 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista., Jaboticabal, 1998.

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

CSIRO - **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Australia, 2007. 270p.

DORIGAN, C. F. **Metabolismo e perda endógena de cálcio em cabritos Saanen**. 2000. 114 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FONTENOT, J.P.; ALLEN, V.G.; BUNCE, G.E., et al. Factors influencing magnesium absorption and metabolism in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.67, p.3445-3455, 1989.

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. In: Pereira, j.c. (ed.). Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de ruminantes, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.

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. **J. Anim. Sci.**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.

GIONBELLI, P.M., MARCONDES, M.I., VALADARES FILHO, S.C., PRADOS L.F., Exigências nutricionais de minerais para bovinos de corte. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados – BR-CORTE**. 2 ed.p. 136-174, Viçosa, MG, 2010.

GREENHALGH, J.F.D. Recent studies on the body composition of ruminants. **Proceeding Nutrition Society**, v. 45, n. 1, p. 119-130, 1986.

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.

INRA - **Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins animaux. Valeurs des aliments**. Tables INRA, 2007. Editions Quae, Versailles, France.

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

LOFGREEN, G.P.; HULL, J.L.; OTAGAKI, K.K. Estimation of empty body weight of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 21, n. 1, p. 20-24, 1962.

LOFGREEN, G.P., GARRET, W.N. 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.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. et al. Exigências nutricionais de proteína, 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. **Minerals in Animal and Human Nutrition. Minerals in Animal and Human Nutrition**. London: Academic Press, 1992. 524 p.

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

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

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. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.1201-1211, 2006 (supl.).

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

NÓBREGA, G. H.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; AZEVEDO, S. A.; CARVALHO JÚNIOR, A. M.; ALCALDE, C. R. Composição corporal, exigências em proteína e energia para ganho de peso de caprinos em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 4, p. 407-414, 2008.

NRC – National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. updated 7th.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2000. 242p.

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, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2516-2524, 2009.

PURCHAS, R. W. 1991. **Effect of sex and castration on growth and composition**. Pages 203–254 in *Growth Regulation in Farm Animals. Advances in Meat Research*, Vol. 7. A. M. Pearson and T. R. Dutson, ed. Elsevier, London.

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.

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.

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, 1997. p. 71-79.

RIET-CORREA, F. et al. Urolitíase em caprinos e ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.28, n.6, p.319-322, 2008.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Composição corporal e exigências nutricionais para cabras em manutenção e em lactação**. 1989. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.

SILVEIRA, A. C. Papel e importância dos minerais na produção de ovinos. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA, 1, 1988, Campinas. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 34-56.

SOUSA, H. M. H. **Composição corporal e exigências nutricionais de energia, proteína, cálcio e fósforo de caprinos da raça Alpina em crescimento**. 1997. 58 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

SOUSA, H. M.H., QUEIROZ, A.C., RESENDE, K. T. 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, 1998c.

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.

WARD, G.M. Potassium metabolism of domestic ruminants: A review. **Journal of Dairy Science**, v.49, n.3, p.268-276, 1966.

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

VASCONCELOS, J.T.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G., et al. Review: Feeding nitrogen and phosphorus in beef cattle feedlot production to mitigate environmental impacts. **Professional Animal Scientist**, v.23, n.1, p.8-17, 2007.

UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. London: Academic press, 1981. 111p.

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

CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM CAPRINOS SAANEN DE DIFERENTES SEXOS NA FASE FINAL DE CRESCIMENTO

RESUMO – Objetivou-se com este estudo determinar a composição corporal e as exigências nutricionais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) em caprinos Saanen de diferentes sexos (machos castrados, fêmeas e machos não-castrados,) com peso corporal variando de 30 a 45 Kg, na fase final de crescimento. Foram realizados dois ensaios. No Ensaio 1 (exigências para manutenção), foram utilizados 62 animais. Onze animais (3 machos castrados, 2 machos não-castrados e 6 fêmeas) foram abatidos no início do experimento como referência para a estimativa da composição corporal inicial. O restante (18 machos castrados, 18 machos não-castrados e 15 fêmeas), foram divididos em grupos de três animais do mesmo sexo, sorteados (pesos e escores semelhantes) e distribuídos em três tratamentos: 0% (*ad libitum*), 25% e 50% de restrição alimentar. Quando o animal do tratamento *ad libitum* atingiu o peso de 45 kg, este foi abatido juntamente com os animais dos tratamentos 25% e 50% de restrição do mesmo grupo e da mesma condição sexual, de modo que, os três animais de cada grupo foram abatidos com a mesma quantidade de dias experimentais. No Ensaio 2 (exigências para ganho), utilizou-se 11 animais (3 machos castrados, 2 machos não-castrados e 6 fêmeas) que foram abatidos no início do experimento como referência para a estimativa da composição corporal inicial. Foram ainda abatidos outros 18 animais (6 de cada sexo) aos 37,5 kg utilizados como abate intermediário e outros 17 (6 machos castrados, 6 machos não-castrados e 5 fêmeas) abatidos aos 45 Kg de peso corporal utilizados como referência final, sendo todos os 47 animais alimentados à vontade. Todo o corpo do animal foi pesado, moído, homogeneizado e uma amostra foi retirada para a realização das análises químicas. Foi utilizado o método do abate comparativo para o cálculo das exigências líquidas. A exigência líquida diária para manutenção não diferiu entre os sexos e foi estimada em 16,20 mg de Ca/kg PCV; 27,94 mg de P/kg PCV; 1,89 mg de Mg/kg PCV; 5,52 mg de K/kg PCV e 3,89 mg de Na/kg PCV. A exigência líquida de Ca, P, Mg e K para ganho não diferiu entre sexos, variando de 6,58 a 5,73g de Ca/kg ganho PCV; 2,98 a 2,25g de P/kg ganho PCV; 1,86 a 1,88g de K/kg ganho PCV; 0,34 a 0,29g de Mg/kg ganho PCV, para o intervalo de peso entre 30 a 45 kg PC. Já a exigência líquida de Na para ganho diferiu entre os sexos, variando de 1,18 a 1,12g de Na/kg ganho PCV para castrados e não castrados, e 1,05 a 0,99g de Na/kg ganho PCV para fêmeas.

Palavras-chave: fêmea, machos castrados, machos não-castrados, manutenção

1. Introdução

A criação de caprinos, vista como uma atividade econômica, tem por objetivos o aumento da eficiência e dos índices de produtividade, visando a redução nos custos de produção. Para tanto, além de cuidados com o manejo sanitário e reprodutivo, é preciso buscar formas de aproveitar todo o potencial produtivo dos animais, fornecendo dietas balanceadas, de forma a atender adequadamente, sem desperdício de nutrientes, as exigências nutricionais de cada categoria animal.

Apesar de constituírem apenas 4% do peso corporal dos animais, os minerais exercem funções vitais no organismo, o que reflete diretamente no desempenho animal. Assim, 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), de forma que o suprimento adequado das exigências em minerais é um item fundamental para garantir um desempenho animal adequado.

Poucos estudos sobre exigências nutricionais de macrominerais em caprinos são encontrados, (SOUSA et al., 1998; NÓBREGA et al., 2008; ARAUJO et al., 2010; SOUZA et al., 2010, Gomes et al., 2011, Fernandes et al., 2012). A maioria destes estudos utiliza apenas machos na fase inicial de crescimento e os resultados obtidos apresentam grande variabilidade em função das diferenças de peso e raça entre eles. Já as exigências de macrominerais recomendadas pelo NRC (2007) são baseadas nos estudos de Meschy (2000), cujas recomendações de exigências de Mg, K e Na são extrapoladas de estudos com ovinos, e não consideram as diferenças entre categorias sexuais, constituindo-se uma lacuna do conhecimento a ser explorada.

Considerando que a estimativa das exigências nutricionais de uma categoria animal está diretamente correlacionada com o conhecimento da composição química do corpo (NRC, 2007). Assim, variações na composição corporal em machos castrados, fêmeas e machos não-castrados principalmente no tocante à deposição de gordura, refletirá em diferenças nas exigências nutricionais de minerais, uma vez que maiores deposições de gordura reduzem, proporcionalmente, as de minerais e, conseqüentemente, seus requerimentos pelos animais, em decorrência da concentração destes

elementos inorgânicos no tecido adiposo ser menor que nos músculos e ossos (MIRANDA et al., 2006). Assim, o estudo em separado das diferentes categorias sexuais se faz necessário, pois é uma forma de identificar a influência do sexo sobre as exigências nutricionais. No entanto, até o momento não foram encontrados estudos com caprinos avaliando as variações na composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais entre machos não-castrados, fêmeas e machos castrados, na fase final de crescimento, quando estarão iniciando a vida reprodutiva e significantes mudanças fisiológicas são esperadas.

Diante disso, objetivou-se com este estudo a determinação da composição corporal e das exigências nutricionais de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio em caprinos leiteiros, da raça Saanen, de diferentes sexos (machos não-castrados, machos castrados e fêmeas) com peso corporal de 30 a 45 Kg, na fase final de crescimento.

2. Material e métodos

2.1 Procedimentos Gerais

O experimento foi conduzido no Laboratório de Estudos em Caprinocultura da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, localizado na cidade de Jaboticabal (21°15'22" de latitude S, 48°18'58" de longitude W e 595 m de altitude). Aprovado pelo comitê de ética, sob número 004972-09.

Foram utilizados 80 animais da raça Saanen, sendo 26 machos não-castrados, 27 fêmeas e 27 machos castrados. O experimento foi dividido em dois ensaios: um para determinação das exigências de manutenção e outro para determinação das exigências para ganho de peso; e teve início quando os animais atingiram 30 ± 0.21 kg de peso corporal.

Os animais foram alojados individualmente em baias com cocho individual para alimentos sólidos e cocho de água para cada dois animais. No período pré-experimental, os animais receberam ração à vontade, seguindo o manejo normalmente utilizado no Laboratório de Estudos em Caprinocultura da FCAV/UNESP.

A ração experimental foi balanceada segundo as recomendações do NRC (2007), para ganho de 150 g por dia, utilizou-se como volumoso o feno da planta de milho (planta de milho fenada quando estiver em ponto de silagem) e o concentrado foi a base de milho triturado, farelo de soja, calcário calcítico e mistura mineral, em uma relação volumoso/concentrado de 50:50, com base na matéria seca (MS), sendo fornecida em duas refeições diárias, com disponibilidade irrestrita de água para os animais.

Tabela 1. Ingredientes e composição química da dieta experimental.

Item	%
<u>Ingredientes</u>	
Milho moído	30,95
Farelo de soja	15,24
Óleo de soja	1,90
Calcário calcítico	0,95
Mistura mineral*	4,76
Feno planta milho	46,19
<u>Composição da Ração</u>	
	%
Matéria Seca	86,30
Matéria Orgânica (% na MS)	91,80
Proteína Bruta (% na MS)	12,60
Extrato Etéreo (% na MS)	4,10
FDNc (% na MS)	27,80
FDA (% na MS)	13,8
Cinzas (% na MS)	8,20
Cálcio (% na MS)	1,80
Fósforo (% na MS)	0,63
Magnésio (% na MS)	0,35
Sódio (% na MS)	0,09
Potássio (% na MS)	1,37

FDNc= fibra em detergente neutro livre de cinzas; FDA= fibra em detergente ácido; MS= matéria-seca.

* Mistura Mineral (%), Ca=18,92, P=29,33, Mg=7,36, Na=2,52 e K=0,11

2.2 Procedimentos de abate

Os animais foram pesados imediatamente antes do abate. Os abates foram realizados mediante insensibilização com pistola pneumática, e em seguida seccionadas as veias jugulares e as artérias carótidas para a sangria. Preventivamente, após a sangria, foi realizada secção da medula espinhal na articulação atlanto-occipital para maior insensibilização neuromotora. 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.

O trato gastrintestinal (TG) foi removido e pesado antes e após a retirada de seu conteúdo. Este peso foi utilizado para determinar o peso do corpo vazio (PCV), o qual foi encontrado subtraindo do peso corporal o peso do conteúdo

do trato digestório, da vesícula e da bexiga. Em seguida, o corpo foi triturado, homogeneizado e retiradas amostras de 500 g aproximadamente. O fêmur, lombo e pele foram avaliados separadamente para análises específicas e depois, somados ao restante do corpo para obtenção da composição corporal. Essas amostras foram liofilizadas para determinação da matéria seca e posteriormente moídas em moinho de bola e acondicionadas para determinações de MS, EE, PB, EB e Minerais.

As análises de minerais foram realizadas pela “via úmida” através da digestão nitro-perclórica (AOAC, 1990; método número 935.13 A (a)). O cálcio e o magnésio foram determinados adicionando-se lantânio e as leituras tomadas em espectrofotômetro de absorção atômica (AOAC, 1990; método número 935.13). Para o sódio e potássio as leituras foram realizadas em espectrofotômetro de chama (emissão atômica) segundo metodologia descrita por Fritz e Schenk, 1979. Os teores de fósforo foram determinados por redução do complexo vanadato-molibdato em espectrofotômetro colorimétrico (AOAC, 1990; método número 965.17).

2.3 Exigências nutricionais de macrominerais para manutenção

No Ensaio 1, foram utilizados 62 animais. Onze animais (3 machos castrados, 2 machos não-castrados e 6 fêmeas) foram abatidos no início do experimento como referência para a estimativa da composição corporal inicial. O restante (18 machos castrados, 18 machos não-castrados e 15 fêmeas), foram divididos em grupos de três animais do mesmo sexo, sorteados (pesos e escores semelhantes) e distribuídos em três tratamentos: 0% (*ad libitum*), 25% e 50% de restrição alimentar. Quando o animal do tratamento *ad libitum* atingiu o peso de 45 kg, este foi abatido juntamente com os animais dos tratamentos 25% e 50% de restrição do mesmo grupo e da mesma condição sexual, de modo que, os três animais de cada grupo foram abatidos com a mesma quantidade de dias experimentais. Aos animais submetidos à restrição alimentar (25 e 50%) foi oferecido quantidade de alimento baseado no consumo alimentar do animal alimentado á vontade no dia anterior, no mesmo grupo, onde os animais *ad libitum*, o alimento foi fornecido com garantia de 20% de sobras.

Para a determinação da retenção dos minerais, a composição corporal em minerais inicial (aos 30 kg) dos animais que foram abatidos no final do experimento foi estimada com base na composição corporal dos “animais referência” (abatidos no início do experimento).

As exigências de manutenção em minerais foram estimadas por meio de equações de regressão da retenção dos minerais no corpo (g/kg PCV/dia) dos animais durante o período experimental em função da ingestão (g/kg PCV/dia) dos mesmos da dieta, neste mesmo período. As exigências líquidas de minerais para manutenção, foram estimadas como sendo a quantidade do mineral retido quando a ingestão deste elemento foi extrapolada para zero (ARC, 1980).

Análise estatística: Para o estudo da exigência de manutenção foi utilizado o delineamento em bloco casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 (3 sexos e 3 níveis de restrição), conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_{i(1,2,3)} + S_{j(1,2,3)} + b_{k(1,2,3)} + RS_{ij} + \epsilon(ijkl), \text{ onde:}$$

μ = média geral;

R_i = efeito fixo do i -ésimo nível de restrição;

S_j = efeito fixo do j -ésimo sexo;

b_k = efeito aleatório do k -ésimo bloco;

RS_{ij} = efeito fixo da interação restrição x sexo;

$\epsilon(ijkl)$ = erro experimental aleatório.

Para a realização das análises estatísticas foi aplicada a metodologia dos modelos lineares mistos, com máxima verossimilhança restrita, por meio do procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS 9.2, utilizando-se o sexo como variável classificatória. As soluções dos coeficientes de regressão da retenção do mineral sobre o consumo do mineral para cada sexo foram obtidas através da opção ESTIMATE. Para testar a diferença entre os coeficientes de regressão para cada sexo foi utilizado uma análise de contraste ortogonal (Opção CONTRAST). A significância foi declarada quando $P < 0,05$.

2.4 Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais para ganho

No Ensaio 2, utilizou-se 11 animais (3 machos castrados, 2 machos não-castrados e 6 fêmeas) que foram abatidos no início do experimento como referência para a estimativa da composição corporal inicial. Foram ainda abatidos outros 18 animais (6 de cada sexo) aos 37,5 kg utilizados como abate intermediário e outros 17 (6 machos castrados, 6 machos não-castrados e 5 fêmeas) abatidos aos 45 Kg de peso corporal utilizados como referência final, sendo todos os 46 animais alimentados à vontade. Os animais abatidos no início do experimento e os abatidos no final com consumo ad libitum foram os mesmos utilizados no ensaio anterior.

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).

Análise estatística: 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:

$Y_{ij} = \mu + R_i + S_j + RS_{ij} + \epsilon_{(ij)}$; onde:

μ = média geral

R_i = efeito fixo relativo ao peso ao abate

S_j = efeito fixo relativo ao sexo

RS_{ij} = interação peso ao abate x sexo

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

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 ($\text{Log } y = a + b \log x$), foi utilizado o modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + G_i + b_1 X_1 + \epsilon_{ij}$; 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

ϵ_{ij} = erro aleatório, pressuposto NID (0; σ^2)

As soluções dos coeficientes de regressão da composição corporal sobre o peso de abate para cada sexo foram obtidas através da opção ESTIMATE. Para testar a diferença entre os coeficientes de regressão para cada sexo foi utilizado uma análise de contraste ortogonal (Opção CONTRAST). A significância foi declarada quando $P < 0,05$.

3. Resultados

3.1 Ensaio 1. Desempenho, consumo e composição corporal

Não houve interação entre sexo e níveis de restrição para cabritos Saanen dos 30 aos 45 kg de peso corporal ($P>0,05$), assim, o desempenho e consumo em função do sexo são apresentados na Tabela 2 e, em função dos níveis de restrição alimentar são apresentados na Tabela 3. De um modo geral, as variáveis de desempenho avaliadas, assim como o CMS e de minerais não foram influenciados pela categoria sexual (Tabela 2), já o ganho de peso e consumo de MS e minerais (Ca, P, Mg, Na e K), diminuíram ($P<0,001$) à medida que se aumentou a severidade da restrição (Tabela 3), conforme esperado. Os machos castrados, fêmeas e machos não-castrados chegaram a idade de abate aos 262, 285 e 252 dias, respectivamente.

Tabela 2. Desempenho e consumo de caprinos Saanen de diferentes classes sexuais dos 30 aos 45 kg de peso corporal.

Variável	Classes Sexuais			P-valor
	Machos castrados	Fêmeas	Machos não-castrados	
Dias exp.	81,17±9,82	102,80±10,93	77,74±11,03	0,221
PCi (Kg)	30,16±0,16 ^B	29,81±0,19 ^B	30,99±0,18 ^A	<0,001
PCVi (Kg)	24,21±0,14 ^B	23,91±0,16 ^B	24,91±0,15 ^A	<0,001
PCf (Kg)	37,54±0,90	36,84±0,94	39,30±0,94	0,178
PCVf (Kg)	30,97±0,57	31,17±0,58	32,22±0,58	0,271
GPC (g/d)	86,25±12,10	65,69±13,29	105,65±13,40	0,119
GPCV (g/d)	77,67±9,91	66,90±10,79	95,27±10,88	0,178
<u>Consumo:</u>				
MS (g/d)	799,91±30,79	779,00±22,92	845,54±33,13	0,357
MS (g/kg ^{0.75})				
PCV)	65,85±2,16	64,04±2,33	67,58±2,35	0,569
Ca (g/d)	13,13±1,13	13,20±1,25	13,72±1,08	0,765
P (g/d)	4,66±0,11	4,66±0,13	4,75±0,13	0,864
Mg (g/d)	2,60±0,11	2,71±0,11	2,76±0,11	0,577
Na (g/d)	0,86±0,06	0,72±0,07	0,75±0,07	0,294
K (g/d)	8,90±0,94	11,15±1,04	10,84±1,02	0,222

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Dias exp.=dias de experimento, PCi=peso corporal inicial, PCf=peso corporal final, PCVi=peso de corpo vazio inicial, PCVf=peso de corpo vazio final, GPC= ganho de peso corporal, GPCV= ganho de peso de corpo vazio, MS= matéria seca, PCV=peso de corpo vazio.

Tabela 3. Desempenho e consumo de caprinos Saanen dos 30 aos 45kg de peso corporal submetidos a 3 níveis de restrição alimentar.

	Níveis de Restrição			P-valor
	0%	25%	50%	
Dias exp.	89,37±7,42	83,62±7,14	88,71±7,41	0,658
PCi (Kg)	30,40± 0,18	30,15±0,17	30,43±0,18	0,480
PCVi (Kg)	24,40±0,15	24,20±0,15	24,43±0,15	0,480
PCf (Kg)	44,77±0,69 ^A	37,39±0,66 ^B	31,51±0,69 ^C	<0,001
PCVf (Kg)	37,91±0,47 ^A	30,83±0,45 ^B	25,63±0,48 ^C	<0,001
GPC (g/d)	146,21±9,12 ^A	83,14±8,79 ^B	28,83±9,12 ^C	<0,001
GPCV (g/d)	134,76±7,47 ^A	75,20±7,19 ^B	27,88±7,47 ^C	<0,001
<u>Consumo:</u>				
MS (g/d)	1083,85±23,23 ^A	784,38±22,39 ^B	556,46±33,28 ^C	<0,001
MS (g/kg ^{0.75})				
PCV)	82,78±1,63 ^A	65,31±1,57 ^B	49,38±1,63 ^C	<0,001
Ca (g/d)	18,08±0,86 ^A	12,68±0,76 ^B	8,84±0,71 ^C	<0,001
P (g/d)	6,41±0,12 ^A	4,54±0,13 ^B	3,12±0,12 ^C	<0,001
Mg (g/d)	3,65±0,08 ^A	2,63±0,09 ^B	1,79±0,08 ^C	<0,001
Na (g/d)	1,06±0,05 ^A	0,74±0,05 ^B	0,53±0,05 ^C	<0,001
K (g/d)	14,69±0,72 ^A	10,31±0,77 ^B	5,88±0,73 ^C	<0,001

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Dias exp.=dias de experimento, PCi=peso corporal inicial, PCf=peso corporal final, PCVi=peso de corpo vazio inicial, PCVf=peso de corpo vazio final, GPC= ganho de peso corporal, GPCV= ganho de peso de corpo vazio, MS= matéria seca, PCV=peso de corpo vazio.

Não houve interação entre sexo e níveis de restrição para a composição corporal dos cabritos Saanen dos 30 aos 45kg de peso corporal (P>0,05), utilizados na estimativa das exigências para manutenção (Tabela 3). Os teores de proteína, cinzas e cálcio no corpo das fêmeas foram menores que os dos machos não-castrados, enquanto que o oposto foi observado para os teores de gordura, matéria seca e sódio, onde as fêmeas superaram os machos não-castrados e diferiram dos machos castrados apenas em relação a gordura e matéria-seca.

Em relação aos níveis de restrição, nota-se que apenas os teores de proteína e K não foram influenciados (p=0,074; 0,068, respectivamente). Em

geral, os animais alimentados *ad libitum* (0% de restrição) apresentaram maior teor de gordura e menores teores de minerais (Ca, P, Mg e Na) que os animais sob restrição alimentar.

Tabela 4. Composição corporal de cabritos Saanen castrados, fêmeas e machos não-castrados submetidos a 3 níveis de restrição alimentar (0, 25 e 50%).

Variável (g/Kg PCV)	Classes Sexuais (a)			P
	Machos castrados	Fêmeas	Machos não-castrados	
Proteína (%PCV)	15,83±0,37 ^{AB}	15,09±0,45 ^B	16,76±0,43 ^A	0,035
Gordura (%PCV)	23,64±1,89 ^B	26,42±1,98 ^A	17,56±1,99 ^C	0,002
Cinzas (%PCV)	9,59±0,58 ^{AB}	8,12±0,59 ^B	10,44±0,59 ^A	0,027
MS (%PCV)	44,46±1,33 ^B	48,51±1,36 ^A	40,96±1,36 ^B	0,001
Ca (g/Kg PCV)	8,94±0,27 ^B	8,37±0,31 ^B	9,69±0,32 ^A	0,017
P (g/Kg PCV)	6,67±0,25	6,61±0,28	6,96±0,27	0,624
Mg (g/Kg PCV)	0,38±0,02	0,39±0,02	0,44±0,02	0,064
Na (g/Kg PCV)	1,26±0,03 ^B	1,21±0,04 ^B	1,36±0,04 ^A	0,030
K (g/Kg PCV)	2,00±0,14	1,98±0,17	1,65±0,18	0,269

Variável (g/Kg PCV)	Níveis de Restrição (b)			P
	0%	25%	50%	
Proteína (%PCV)	15,12±0,42	16,02±0,39	16,53±0,44	0,074
Gordura (%PCV)	26,68±1,45 ^A	22,40±1,39 ^B	18,31±1,45 ^C	<0,001
Cinzas (%PCV)	7,96±0,45 ^B	9,60±0,43 ^A	10,58±0,45 ^A	<0,001
MS (%PCV)	47,55±1,04 ^A	44,07±0,99 ^B	42,31±0,31 ^B	<0,001
Ca (g/Kg PCV)	7,89±0,30 ^B	9,34±0,29 ^A	9,77±0,30 ^A	<0,001
P (g/Kg PCV)	5,74±0,24 ^C	6,84±0,28 ^B	7,66±0,27 ^A	<0,001
Mg (g/Kg PCV)	0,36±0,02 ^B	0,42±0,02 ^A	0,43±0,02 ^A	0,007
Na (g/Kg PCV)	1,20±0,03 ^B	1,31±0,04 ^A	1,33±0,04 ^A	0,032
K (g/Kg PCV)	1,86±0,11	2,02±0,12	1,75±0,11	0,068

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3.2 Ensaio 1. Exigências de macrominerais para manutenção

As exigências líquidas de minerais para manutenção (mg/kg PCV/d) não diferiram entre as classes sexuais e as exigências líquidas em função do PC (mg/kg PC/d) foram estimadas utilizando um fator de correção de 0,84 (PCV/PC).

Tabela 5. Equações de regressão e exigências líquidas para manutenção em caprinos Saanen de diferentes sexos dos 30 aos 45Kg de peso corporal.

Equações*	RMSE	Exig. L.	Exig. L.
		mant (mg/(Kg PCV/d)	mant (mg/(Kg PC/d)
Ret Ca = $-0,01620 \pm 0,009 + 0,075 \pm 0,020 \ln \text{Ca}$	0,013	16,20	13,63
Ret P = $-0,02794 \pm 0,017 + 0,196 \pm 0,098 \ln \text{P}$	0,024	27,94	23,51
Ret Mg = $-0,00189 \pm 0,001 + 0,020 \pm 0,006 \ln \text{Mg}$	0,028	1,89	1,59
Ret Na = $-0,00389 \pm 0,001 + 0,253 \pm 0,041 \ln \text{Na}$	0,051	3,89	3,27
Ret K = $-0,00552 \pm 0,003 + 0,027 \pm 0,007 \ln \text{K}$	0,005	5,52	4,73

*As equações de retenção e ingestão dos minerais foram calculadas em g/kg PCV/dia.

Ret Ca=retenção de cálcio, Ret P=retenção de fósforo, Ret Mg=retenção de magnésio, Ret Na=retenção de sódio, Ret K=retenção de potássio; Ing Ca=Ingestão de cálcio, Ing P=Ingestão de fósforo, Ing Mg=Ingestão de magnésio, Ing Na=Ingestão de sódio, Ing K=Ingestão de potássio.

Exig.L.mant=exigência líquida para manutenção

RMSE=raiz quadrada do quadrado médio do erro

3.3 Ensaio 2. Composição corporal e exigências de macrominerais para ganho

A Tabela 6 mostra as equações alométricas logaritmizadas usadas para estimativa do PCV em função do PC e do logaritmo do conteúdo corporal dos macrominerais em função do PCV, cujas variações são apresentadas na Figura 2. Em geral, a concentração de Ca, P, Mg e Na no corpo diminuíram a medida que o PCV aumentou, com exceção apenas do K, cuja concentração demonstrou um ligeiro acréscimo com o aumento do PCV. A concentração corporal de sódio (Na) nos machos foi maior que nas fêmeas.

Tabela 6. Equações alométricas logaritmizadas para estimativa da composição corporal mineral (cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio), em g/kg PCV, de cabritos Saanen dos 30 aos 45kg de peso corporal de diferentes sexos.

Variáveis	Equações alométricas	RMSE
PCV (kg)	$PCV = -3,752 \pm 1,00 + 0,934 \pm 0,02 PC$	0,92
Cálcio (g)	$\text{Log Ca} = 1,393 \pm 0,20 + 0,698 \pm 0,13 \text{ Log PCV}$	0,06
Fósforo (g)	$\text{Log P} = 1,754 \pm 0,28 + 0,380 \pm 0,18 \text{ Log PCV}$	0,09
Magnésio (g)	$\text{Log Mg} = 0,136 \pm 0,26 + 0,686 \pm 0,17 \text{ Log PCV}$	0,08
Sódio (g)		
Castrados e não-castrados	$\text{Log Na} = 0,292 \pm 0,15$	
Fêmeas	$\text{Log Na} = 0,239 \pm 0,14$	
Potássio (g)	$\text{Log K} = 0,224 \pm 0,24 + 1,026 \pm 0,16 \text{ Log PCV}$	0,08
	$+ 0,882 \pm 0,09 \text{ Log PCV}$	0,04

Log=logaritmo₁₀

PCV=peso de corpo vazio

RMSE=raiz quadrada do quadrado médio do erro

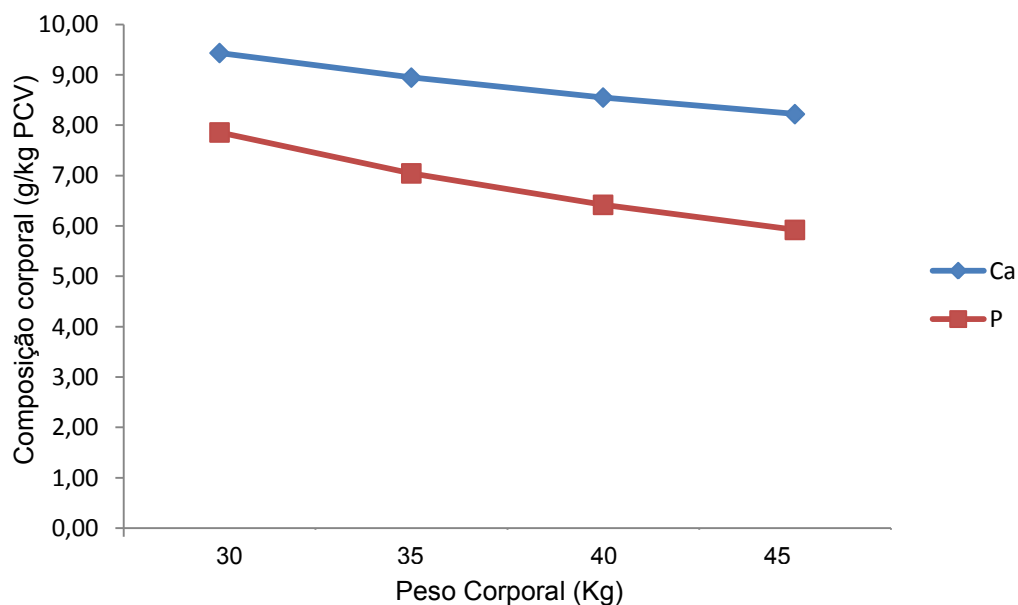


Figura 1. Composição corporal de cálcio (Ca) e fósforo (P) em g/kg PCV, em caprinos Saanen machos castrados, machos não-castrados e fêmeas, dos 30 aos 45Kg de peso corporal.

Ca=cálcio; P=fósforo

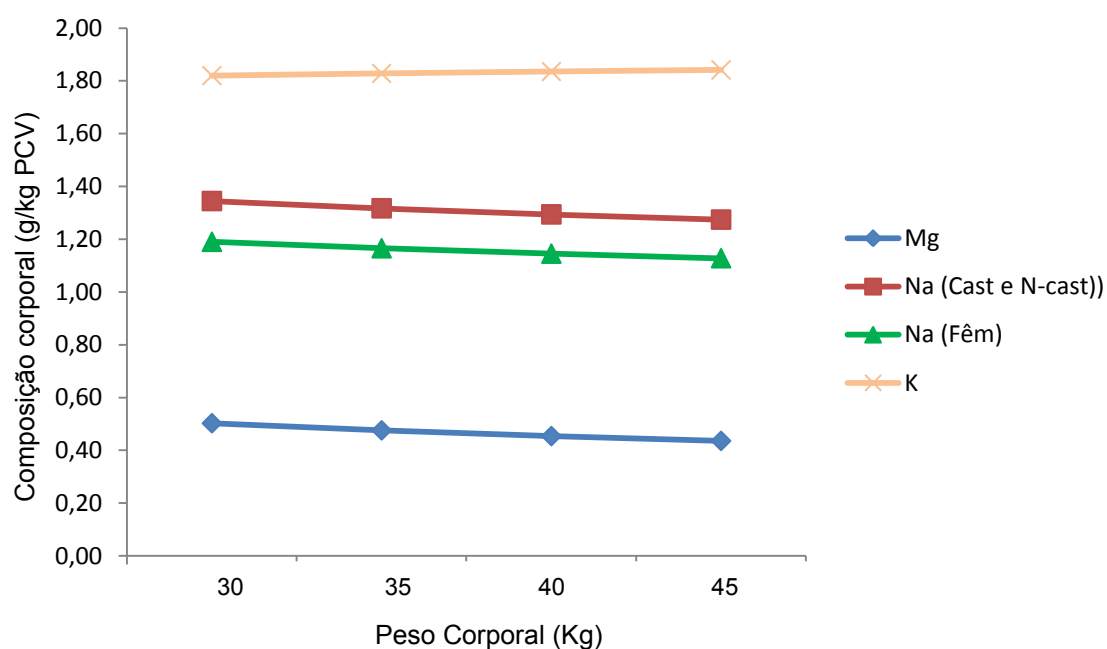


Figura 2. Composição corporal de Magnésio (Mg), Sódio (Na) e Potássio (K) em g/kg PCV, em caprinos Saanen machos castrados, machos não-castrados e fêmeas, dos 30 aos 45Kg de peso corporal.

Mg=magnésio;Na=sódio;K=potássio;Cast=machos castrados,Fêm=fêmeas;N-cast= não- castrados

A Tabela 7 mostra a exigência líquida de macrominerais para ganho, para o intervalo de peso entre 30 a 45 kg PC, a qual diminui de 6,58 a 5,73 g de Ca/kg ganho PCV; 2,98 a 2,25 g de P/kg ganho PCV e 0,34 a 0,29 g de Mg/kg ganho PCV. A exigência líquida de K para ganho foi praticamente constante (1,86 a 1,88g de K/kg ganho PCV). Já a exigência líquida de Na para ganho foi diferente entre os sexos, diminuindo de 1,18 a 1,11 g para machos castrados; 1,05 a 0,99 g para fêmeas e 1,19 a 1,12 g de Na/kg ganho PCV para machos não-castrados.

Tabela 7. Equações para predição da composição do ganho de peso de corpo vazio (g/Kg ganho PCV) do cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio em caprinos Saanen dos 30 aos 45kg de peso corporal.

Variáveis	Equações	30 kg	35 kg	40 kg	45 kg
Ca (g/Kg G PCV)	$Ca (g) = 17,253 * PCV^{-0,302}$	6,58	6,24	5,96	5,73
P (g/Kg G PCV)	$P (g) = 21,567 * PCV^{-0,620}$	2,98	2,67	2,44	2,25
Mg (g/Kg G PCV)	$Mg (g) = 0,938 * PCV^{-0,314}$	0,34	0,32	0,31	0,29
Na (g/kg G PCV)					
Castrados e não-castrados	$Na (g) = 1,728$	1,18	1,16	1,14	1,12
Fêmeas	$Na (g) = 1,529$				
	$* PCV^{-0,118}$	1,05	1,02	1,01	0,99
K (g/Kg G PCV)	$K (g) = 1,718 * PCV^{0,026}$	1,86	1,87	1,88	1,88

Ca=cálcio, P=fósforo, Mg=magnésio, Na=sódio, K=potássio

G PCV=ganho de peso de corpo vazio

PCV=peso de corpo vazio

4. Discussão

4.1 Composição corporal e exigências de macrominerais para manutenção

Este estudo propôs, de forma inédita, estimar e comparar entre as categorias sexuais (machos castrados, fêmeas e machos não-castrados,) a composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais em cabritos Saanen na fase final de crescimento.

O consumo de Ca, P, Mg, Na e K seguiu o mesmo padrão de consumo da matéria-seca, como esperado, ou seja, decresceu proporcionalmente à medida que a restrição se tornava mais severa.

Em relação a composição corporal de proteína, a diferença entre as categorias sexuais na deposição de proteína no PCV foi consequência da participação da água no corpo vazio dos animais, onde não-castrados se apresentaram com um maior valor protéico em relação a fêmeas e, conseqüentemente menores teores de MS, visto que a deposição protéica está intimamente relacionada à deposição de água (CLAWSON et al., 1991).

A castração impõe a completa interrupção do desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários. Do ponto de vista químico, os hormônios sexuais são compostos esteróides que em geral atuam sobre grupos limitados de células, no entanto, podem atuar sobre a totalidade dos tecidos, como é o caso da somatotrofina (ST). Esse hormônio, consistentemente melhora a conversão alimentar, mas seu principal efeito seria diminuir a gordura da carcaça animal. Com a castração, a síntese desse hormônio seria prejudicada, fazendo com que ocorra uma maior lipogênese de animais castrados em relação a animais não-castrados (PURCHAS, 1991), justificando o maior teor de gordura no corpo dos machos castrados em relação aos machos não-castrados.

O menor teor de cinzas no peso de corpo vazio nas fêmeas pode ser justificados pelo fato delas apresentarem carcaças com menor porcentagem de ossos em relação a machos não-castrados (MARCONDES, 2009), pois os ossos representam o tecido animal com maior conteúdo de matéria mineral. Além disso, o maior teor de gordura corporal nas fêmeas também explica o menor conteúdo de cinzas no corpo vazio, uma vez que o tecido adiposo apresenta concentrações muito baixas de minerais (COELHO DA SILVA, 1995).

Sabe-se que o cálcio é o mineral encontrado em maior abundância no corpo do animal, por volta de 1 a 3% do peso total do animal. Cerca de 99% do Ca está presente nos ossos e dentes e 1% nos tecidos moles e fluidos corporais (UNDERWOOD,1981), dessa forma, pelo fato dos machos não-castrados se apresentarem com composição corporal com maior proporção de ossos em relação as fêmeas e, a maior parte do Ca estar presente nos ossos, justifica-se os maiores teores desse mineral em machos não-castrados relatados nesse estudo.

Segundo Maynard et al. (1984), o organismo contém aproximadamente 0,2% de sódio, sendo que mais da metade desse elemento se encontra distribuído nos fluidos extracelulares, onde ocorre um metabolismo muito intenso. Dessa forma, pelo fato do metabolismo nas fêmeas ser menor quando comparada as outras categorias sexuais, e o sódio estar intimamente relacionado com esse metabolismo, justifica-se o fato da composição corporal desse mineral ter sido influenciada pelo sexo, em que apresenta menor deposição desse mineral nas fêmeas.

À medida que a restrição se tornava mais severa, a composição corporal de quase todos os minerais (Ca, P, Mg e Na), com exceção do K, aumentou proporcionalmente, como consequência dos maiores teores de gordura no corpo dos animais que consumiam à vontade em relação aos restritos, causando um efeito de diluição em relação aos minerais do corpo animal, uma vez que o tecido adiposo tem concentrações negligenciáveis de minerais.

Nesse estudo, não se observou diferenças entre as classes sexuais na exigência líquida de manutenção para os minerais estudados (Tabela 5), embora tenha-se observado diferenças na composição corporal de Ca e Na entre os sexos (Tabela 3). Sabe-se que as diferenças entre os nutrientes orgânicos e inorgânicos em relação as necessidades para manutenção e produção resultam em diferentes destinos metabólicos. No entanto, os resultados gerados neste estudo indicam que, apesar de existem diferenças entre o metabolismo mineral de machos e fêmeas, no momento que é imposta a restrição alimentar, o organismo tanto de machos como de fêmeas utilizam de mecanismos semelhantes para se manter.

A exigência líquida de manutenção para o cálcio foi 16,20 mg de Ca/kgPCV/d (ou 13,83 mg de Ca/kgPC/d). Dorigan (2000) Utilizando

radioisótopos estimou a exigência líquida de cálcio para manutenção em 11,7 mg/kg PC/dia em cabritos da raça Saanen, enquanto Sousa et al. (1998b), utilizando o método das perdas endógenas, estimou um valor de 14,6 mg/kg PC/dia para caprinos da raça Alpina com PC médio de 20 kg. Apesar de utilizarem métodos diferentes, nota-se que os dados se apresentam de forma semelhante aos preconizados por esse estudo, que utilizam o abate comparativo, e corroboram com os dados encontrados por Araújo et al. (2010) utilizando o mesmo método (13,41 mg/kg PC/dia em caprinos Moxotó).

A exigência líquida de manutenção para o fósforo foi 27,94 mg de P/kgPCV/d (ou 23,51mg de P/kgPC/d), sendo um valor bem superior a exigência de manutenção para o Ca. Nos estudos de Araújo et al.(2010) e Fernandes et al. (2012) foram encontrados valores semelhantes a esse estudo, sendo 26,2mg de P/kgPC/d e 28,4mg de P/kgPC/d, respectivamente. Essa maior exigência de P em relação ao Ca pode ser decorrente do fato de que, além de sua participação vital no desenvolvimento e manutenção dos tecidos esqueléticos, o fósforo também funciona como um componente dos ácidos nucléicos que são essenciais para o crescimento e diferenciação celular, além de exercer um papel vital em uma série de funções metabólicas, incluindo a utilização de energia e transferência de elétrons, formação de fosfolipídios, transporte de ácidos graxos e formação de aminoácidos e proteínas (UNDERWOOD, 1981). Além de todas essas funções, esse macromineral também é exigido pelos microrganismos do rúmen para o crescimento e metabolismo celular (NRC, 2000).

O NRC (2007) recomenda como exigência líquida de manutenção para o magnésio o valor de 3,5 mg Mg/ kg PC para caprinos, valor esse, bem superior ao relatado nesse estudo que foi de 1,89 mg de Mg/kgPCV/d (ou 1,59 mg de Mg/kgPCV/d).

Os dados de exigência para manutenção de Na e K em caprinos ainda são muito escassos na literatura. O NRC (2007), utilizando dados de uma revisão feita por Meschy (2000), recomendou os valores de 15 mg de Na/kg PC e 50 mg de K/kg PC, obtidos em estudos para ovinos. Sabe-se que as exigências nutricionais de minerais em caprinos sempre foram extrapoladas de valores encontrados com bovinos e ovinos (NRC, 1981; AFRC, 1998). No entanto, apesar das similaridades com ovinos e bovinos, os caprinos exibem diferenças

quanto ao hábito de pastejo, atividades físicas, consumo de água, seleção de alimentos, composição do leite, composição da carcaça, desordens metabólicas e parasitas (ARC, 1980), o que levaria a ter exigências diferentes. Esta hipótese foi verificada neste trabalho, onde os valores encontrados (3,89 mg de Na/kgPCV/d ou 3,27mg de Na/kgPCV/d e 5,52 mg de K/kgPCV/d ou 4,73mg de K/kgPCV/d) foram em média 2,5 a 10 vezes menores que o preconizado pelo NRC (2007), indicando a necessidade de mais estudos que avaliem o seu metabolismo no corpo.

4.2 Composição corporal e exigências de macrominerais para ganho

A exigência líquida para ganho de Ca, P, Mg e K não diferiram entre sexos, entretanto a exigência para ganho de Na foi ligeiramente inferior para fêmeas em relação aos machos, refletindo as mudanças observadas na composição corporal dos animais entre 30 e 45kg.

A composição corporal não é constante. Os tecidos ósseo, muscular e adiposo, não aumentam na mesma proporção (PEREIRA FILHO et al., 2008) ao longo da vida. Desta forma, as exigências líquidas de minerais para ganho não poderiam ser constantes uma vez que estão altamente relacionados com a composição corporal.

A composição corporal do cálcio e fósforo diminuíram de 9,45 a 8,22 g/kg PCV e de 7,86 a 5,92 g/kg PCV, respectivamente, em caprinos dos 30 a 45Kg de peso corporal, não havendo diferença entre as classes sexuais. Apesar dos machos não-castrados apresentarem composição corporal com maior proporção de ossos em relação às fêmeas quando submetidos a restrição (Tabela 3b), essa diferença não foi diagnosticada quando a composição do cálcio e fósforo foi estimada somente nos animais alimentados á vontade (Figura 3).

Normalmente, observa-se que à medida que o animal aumenta de peso corporal, há um decréscimo da participação do tecido ósseo no corpo vazio, seguido de concomitante acréscimo do tecido adiposo. Como aproximadamente 99% do cálcio e 70% do fósforo estão presentes nos ossos e dentes e a gordura não apresenta quantidades significativas destes minerais, é esperado um decréscimo desses minerais com o aumento do peso corporal e da idade. No entanto, avaliando trabalhos que estudam a deposição de cálcio

no PCV em caprinos de 5 a 35 kg de peso corporal (NÓBREGA et al., 2008; ARAÚJO et al., 2010; GOMES et al., 2011; FERNANDES et al., 2012), encontramos um aumento na composição corporal do cálcio e fósforo à medida que o PCV aumentava, o que pode ser atribuído aos diferentes genótipos utilizados em relação aos animais desse estudo. Já Ferreira (2003) utilizando cabritos Saanen, castrados, com peso corporal de 20 a 35 kg, relatou um decréscimo de 14,99 a 9,19 g Ca/kg PCV, demonstrando que essa tendência de estabilização de deposição corporal de minerais se torna evidente quando os animais se aproximam da sua maturidade fisiológica.

A exigência líquida para ganho de cálcio variou de 6,58 a 5,73 g de Ca/kg ganho PCV, resultados semelhantes foram encontrados por Fernandes et al (2012), que apesar de preconizarem ainda um aumento (6,20 a 6,59g Ca/kg ganho PCV) nas exigências para ganho em caprinos de 20 a 35kg de corporal são bem inferiores aos relatados por Nóbrega et al (2008), Araújo et al(2010) e Gomes et al (2011), no qual preconizaram valores que variaram de 17,59 a 19,66 g de Ca/kg ganho PCV, 12,00 a 12,78 g de Ca/kg ganho PCV e 10,65 a 11,67 g de Ca/kg ganho PCV, respectivamente.

Assim, verificamos que a quantidade de cálcio exigida por caprinos para ganho em peso possui grandes variações entre animais de biótipos diferentes. E essas variações também são verificadas entre os sistemas internacionais de alimentação que preconizam as exigências para ruminantes. O AFRC (1998) recomenda a adoção de valores exigidos por bovinos, variando de 10,9 a 16,2 g Ca/kg de ganho PC. O ARC (1980) considera que a composição corporal em minerais é constante e independente do peso do animal e do sexo, sendo utilizado o valor de 14 g Ca/kg de ganho de PCV. Já o NRC (2007) recomenda valores de 9,4g de Ca/kg de ganho de PC.

Para o fósforo, a exigência líquida para ganho variou de 2,25 a 2,98 g de P/kg ganho PCV em caprinos Saanen dos 30 aos 45kg de peso corporal. Os dados encontrados na literatura são muito superiores aos encontrados nesse estudo, chegando a 8,34 g de P/kg ganho PCV em caprinos de 30Kg de peso corporal (NÓBREGA et al, 2008), sendo o que mais se aproxima são os valores encontrados por Fernandes (2012), mas que mesmo assim preconizam o dobro dos valores relatados nesse estudo (5,36 a 5,44 g/kg ganho PCV). Da mesma maneira que relatada nas exigências de ganho para o cálcio, os

sistemas internacionais de alimentação também diferem quanto suas recomendações em relação ao fósforo. O ARC (1980) e o NRC (1981) consideram a quantidade de P exigida por caprinos em crescimento constante e igual a de ovino e bovino, sendo sugerido o valor de 6 g de P/kg de ganho de PCV. No entanto, o valor preconizado pelo NRC (2007) para caprinos é de 6,5 g P/kg de ganho de PC.

De maneira geral, as recomendações para exigência de ganho para o cálcio e fósforo nesse estudo foram bem inferiores quando comparadas a dados encontrados na literatura e preconizadas pelos sistemas internacionais de alimentação. Sabe-se que aproximadamente 99% do cálcio e 70% do fósforo estão localizados nos ossos, sendo a exigência líquida para esses minerais altamente relacionada com o crescimento do esqueleto. Uma vez estabilizada a deposição de cálcio e fósforo no esqueleto, é possível que os requisitos destes minerais para ganho se aproximem de zero (CHEEKE, 2005).

De acordo com Chizzotti et al. (2009) em estudos com bovinos, verificou-se que há uma estabilização no incremento de cálcio no PCV de machos não-castrados, machos castrados e fêmeas com 416, 420 e 353 kg de PCV, respectivamente; e uma estabilização no incremento de fósforo no PCV com 415, 420 e 345 kg, respectivamente. Esses autores, no entanto, ainda sugerem o uso do modelo de crescimento alométrico para estimar os requisitos desses minerais até os pesos sugeridos. Dessa forma, faz-se necessário mais estudos com caprinos para se determinar o ponto exato em que ocorre a estabilização do incremento mineral nas diferentes raças e categorias sexuais.

O magnésio também possui uma relação forte com o cálcio e fósforo, pois, grande parte do seu conteúdo no corpo está concentrado nos ossos dos animais. Todavia, ele também é essencial no metabolismo de energia, transmissão do código genético, transporte de membrana e transmissão de impulsos nervosos, além de estar relacionado com a ativação de mais de 300 enzimas (LALMAN, 2005). Dessa forma e como esperado, a composição corporal do magnésio apresentou um decréscimo com o aumento do PCV (0,50 a 0,43 g/kg PCV), apresentando comportamento semelhante ao Ca e P.

Pesquisas com caprinos que visem à determinação das exigências para magnésio são muito escassas e, nesse estudo, a exigência líquida para ganho de magnésio variou de 0,34 a 0,29 g de Mg/kg ganho PCV. Dentre os comitês,

para a exigência em ganho, 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.

Em estudos com bovinos, a nova edição do BR-Corte (GIONBELLI et al., 2010) cita que, apesar da semelhança e relação entre cálcio, magnésio e fósforo, não se observou a tendência de estabilização na deposição de magnésio no corpo vazio. Ao contrário, foi observada uma tendência linear de deposição de magnésio dos 100 aos 450 kg de PCV. Esses resultados com bovinos divergiram deste estudo com caprinos em relação ao Mg, que tenderam a apresentar uma estabilização de deposição, confirmando a forte relação do Mg com o Ca e P, principalmente em caprinos.

Existem poucos trabalhos na literatura que relatam a composição corporal de sódio e potássio e seus respectivos requerimentos nutricionais e, os poucos existentes não distinguem as diferentes classes sexuais. No entanto, Marcondes (2009) trabalhando com bovinos Nelore de diferentes sexos relatou menores deposições de sódio para fêmeas, em relação a machos castrados e não-castrados, corroborando assim, com os dados mencionados nesse estudo com caprinos.

Analisando a composição do Na, percebemos que o mesmo permaneceu praticamente constante no intervalo de 30 a 45Kg, apenas com um leve decréscimo á medida que o PC aumentava. Segundo Cheeke (2005), ruminantes possuem grande habilidade de conservar sódio, pois o mesmo é armazenado no rúmen e pode ser absorvido para a corrente sanguínea em caso de deficiência de sódio e potássio, nesse caso, é substituto do sódio na saliva.

A exigência líquida de ganho para o sódio seguiu o mesmo padrão da composição corporal, sendo menor para fêmeas em relação aos machos castrados e não-castrados. Comportamento semelhante foi observado em trabalhos com bovinos Nelore (MARCONDES, 2009; GIONBELLI et al., 2010) e cruzados de diferentes classes sexuais (GIONBELLI et al., 2010), no qual os requerimentos para Na foi menor nas fêmeas quando comparado a machos castrados e não-castrados. Este fato pode estar relacionado ao menor metabolismo nas fêmeas quando comparada às outras categorias sexuais

(referencia), uma vez que o sódio está intimamente relacionado com esse metabolismo.

A exigência de sódio para caprinos em crescimento, preconizada pelo NRC (2007) é de 1,6 g Na/kg PC ganho, valor semelhante ao recomendado para ovino (1,1 g Na/kg PC ganho). Os dados disponíveis no Brasil, para as exigências líquidas em Na (g/kg ganho PC) variaram de 1,20 a 1,12 (de 5 a 25 kg PC; RESENDE, 1989) e 0,9 (de 15 a 25 kg PC; RIBEIRO, 1995) para animais mestiços; 0,44 a 0,29 para Saanen (de 20 a 35 kg PC; FERREIRA, 2003); 0,9 a 0,45 para F1 Boer x Saanen (de 5 a 25 kg PC; TEIXEIRA, 2005), 0,84 a 0,46 para Saanen (de 5 a 20 kg PC; OLIVEIRA, 2007) e 0,57 a 0,53 para $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen (de 20 a 35 kg PC; FERNANDES, 2012). De uma maneira geral, percebemos que as exigências de Na para ganho são foco de muitas divergências relatadas na literatura, no entanto, os resultados deste trabalho se assemelharam as recomendações para o sódio preconizadas pelo NRC (2007), indicando que apesar deste ter sido desenvolvido através de uma revisão feita por Mesch (2000), apresenta-se com recomendações que se assemelham a esse estudo.

A exigência para ganho de K estimada neste estudo foi aproximadamente 7% inferior ao recomendado pelo ARC (1980), que utiliza valor constante de 2 g de K por kg ganho em PCV, independente do animal; e aproximadamente 20% inferior à recomendação feita pelo NRC (2007) para caprinos em crescimento que é de 2,4 g K/kg ganho PC, valor superior ao preconizado para ovinos em crescimento (1,8 g K/kg ganho PC). Alguns trabalhos desenvolvidos no Brasil (RESENDE, 1989; RIBEIRO, 1995; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2005; OLIVEIRA, 2007 e FERNANDES, 2012) indicam uma variação nos requerimentos de K para ganho entre 0,42 e 2,02g de K/kg ganho PC. Dessa forma, as recomendações de potássio preconizadas pelo NRC (2007) podem estar superestimando os requerimentos de caprinos em regiões tropicais. Considerando que o metabolismo de Na e K são inter-relacionados e que ambos são perdidos pelo suor, a variação nas exigências podem estar relacionadas à capacidade de sudorese dos animais e das condições ambientais nas quais eles estão (MCDOWELL, 1992).

Essas variações e divergências na literatura a respeito dos minerais são uns dos fatores que instigam um maior número de pesquisas a respeito desse

assunto, para que o mais breve possível, possamos estimar as exigências nutricionais de minerais em caprinos para um acurado balanceamento de dieta e, conseqüentemente proporcionar uma melhoria no seu desempenho.

5. Conclusões

As exigências líquidas para manutenção de macrominerais em caprinos Saanen dos 30 aos 45 kg de peso corporal não foram influenciadas pelas diferentes categorias sexuais e os valores preconizados foram 16,20 mg de Ca/kg PCV/d, 27,94mg de P/kgPCV/d, 1,89 mg de Mg/kg PCV/d, 3,89 mg de Na/kg PCV/d e 5,52 mg de K/kg PCV/d.

O sódio foi influenciado pelo sexo nas exigências líquidas para ganho de peso em caprinos Saanen de 30 a 45 kg PC, variando de 1,18 a 1,11 g de Na/kg ganho PCV para machos castrados; 1,05 a 0,99 g de Na/kg ganho PCV para fêmeas e 1,19 a 1,12 g de Na/kg ganho PCV para machos não-castrados.

A exigência líquida para ganho de cálcio, fósforo, magnésio e potássio não foram influenciadas pelas diferentes categorias sexuais e os valores recomendados variaram de 6,58 a 5,73 g de Ca/kg ganho PCV, 2,98 a 2,25 g de P/kg ganho PCV, 0,34 a 0,29 g de Mg/kg ganho PCV e 1,86 a 1,88 g de K/kg ganho PCV, em caprinos Saanen dos 30 aos 45 kg de peso corporal.

6. 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.

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.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of AOAC international:** current through revision 2. 18th ed. Gaithersburg, MD, 2007.

CHEEKE, P. R. **Applied animal nutrition: feeds and feeding.** 3.ed. Upper adde River, NJ: Pearson Education Inc., 2005. 604p.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O., et al. Net requirements of calcium, magnesium, sodium, phosphorus, and potassium for growth of Nellore×Red Angus bulls, steers, and heifers. **Livestock Science**, v.124, n.1, p.242-247, 2009.

CLAWSON, A.J.; GARLICH, J.D.; COFFEY, M.T. et al. Nutritional, physiological, genetic, sex, and age effects on fat-free dry matter composition of the body in avian, fish, and mammalian species: a review. **Journal of Animal Science**, v.69, n.9, p.3617-3644, 1991.

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

DORIGAN, C. F. **Metabolismo e perda endógena de cálcio em cabritos Saanen.** 2000. 114 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FERNANDES, M.H.M.R. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macrominerais de caprinos com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen.** 2006. 100 f. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

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. **J. Anim. Sci.**v.90, p.1–9, 2012.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MUNIZ, E. B.; SILVA, J. F. C.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R. Composição corporal e exigências líquidas de macrominerais de bovinos F₁ Simental x Nelore. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 361-367, 1998.

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.

FRITZ, J. S. and G. H. SCHENK. Electronic absorption spectra, fluorescence and infrared spectroscopy. J. S. Fritz G. H. Schenk. **Quantitative analytical chemistry**. 1979. 430-460. Allyn and Bacon Boston, MA.

GIONBELLI, P.M., MARCONDES, M.I., VALADARES FILHO, S.C., PRADOS L.F., Exigências nutricionais de minerais para bovinos de corte. **Exigências Nutricionais de Zebuinos Puros e Cruzados – BR-CORTE**. 2 ed.p. 136-174, Viçosa, MG, 2010.

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.

LALMAN, D. L. Vitamin and mineral nutrition of grazing cattle. In: DOYE, D.; LALMAN, D.L. (Ed). **Beef cattle manual**. 5.ed. Stillwater, OK: Oklahoma State University, 2005. p.109-121.

LAMB, G. C.; et al. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. **Animal Reproduction Science**, v.106, p.221-231, 2008.

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

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

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

MEDEIROS, A. N. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína e energia para caprinos Saanen na fase inicial de crescimento**. 2001. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, 2001.

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

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

NÓBREGA, G. H.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; AZEVEDO, S. A.; CARVALHO JÚNIOR, A. M.; ALCALDE, C. R. Composição corporal, exigências em proteína e energia para ganho de peso de caprinos em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 4, p. 407-414, 2008.

NRC – National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle.** updated 7th.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2000. 242p.

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, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2516-2524, 2009.

PEREIRA FILHO, J.M.; RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; SILVA SOBRINHO, A.G.; YÁÑEZ, E.A.; FERREIRA, A.C.D. Características da carcaça e alometria dos tecidos de cabritos F1 Boer × Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 37 (5): 905-912, 2008.

PURCHAS, R. W. 1991. **Effect of sex and castration on growth and composition.** Pages 203–254 in Growth Regulation in Farm Animals. Advances in Meat Research, Vol. 7. A. M. Pearson and T. R. Dutson, ed. Elsevier, London.

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.

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.

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

SOUSA, H. M.H., QUEIROZ, A.C., RESENDE, K. T. 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.

SOUZA, B.B.; LOPES, J.J.;ROBERTO, J.V.B. et al. Efeito do ambiente sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos Saanen e mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer no Semi-árido paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20, 2010, Palmas, **Anais...**, Palmas: Universidade Federal do Tocantis/ABZ, 2010.

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.

UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. London: Academic press, 1981. 111p.